

Reflexões Sobre a Sala de Aula Invertida para o Ensino de Cálculo em Cursos de Engenharia

Reflections on the Flipped Classroom for Teaching Calculus in Engineering Courses

Geovane Duarte Pinheiro^a; Clodis Boscaroli^a

^aUniversidade Estadual do Oeste do Paraná, PR, Brasil.

*E-mail: dgeovane@gmail.com

Resumo

O ensino de Cálculo Diferencial e Integral I, doravante chamado apenas de Cálculo, vem sendo objeto de trabalhos científicos ao longo dos tempos, pela sua complexidade, nos primeiros contatos com o Ensino Superior. A abordagem desta pesquisa foi a de utilizar a sala de aula invertida em práticas nessa disciplina para os cursos de Engenharia Civil, Elétrica e Mecânica, em uma instituição particular de ensino, compreendendo as possíveis contribuições dessa 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 realizar os momentos pré-aula e disponibilizar o material de estudo prévio aos alunos. Os resultados apontaram que a metodologia da sala de aula invertida proporcionou um ambiente presencial colaborativo e interativo, com a possibilidade de integração com outras metodologias de ensino. Também, foi perceptível o auxílio que o material previamente disponibilizado ofereceu aos alunos, que poderiam acessá-lo em qualquer momento para seus estudos. Embora tenha ocorrido uma melhora no engajamento e na participação dos alunos durante as aulas, os resultados evidenciaram que ainda é necessário explorar diferentes metodologias aliadas à utilização de tecnologias digitais para auxílio tanto do planejamento e execução das aulas do professor quanto para ampliar o suporte aos alunos em seus estudos.

Palavras-chave: Ensino de Cálculo. Cálculo para a Engenharia. Metodologias de Ensino.

Abstract

The teaching of Differential and Integral Calculus I, hereafter referred to as Calculus, was the subject of recurrent scholarly work during the first contact with higher education because of its complexity. The approach of this research was to use the flipped classroom in practice in this discipline for the courses of Civil Engineering, Electrical Engineering, and Mechanical Engineering in a private teaching institution, in order to understand the possible contributions of this methodology and its reflections in the teaching and learning processes using digital technologies such as videos, slides, and a virtual learning environment to conduct pre-class moments and provide students with prior study materials. The results showed that the flipped classroom methodology provided a collaborative and interactive teaching environment with the possibility of integration with other teaching methods. In addition, the help that the previously available material provided to the students, who could access it at any time for their studies, was remarkable. Although student engagement and participation improved during class, the results show that there is still a need to explore different methods in combination with the use of digital technologies to support both the teacher's planning and execution of the lesson and to extend the support to students in their studies.

Keywords: *Teaching Calculus. Calculus for Engineering. Teaching Methodologies.*

1 Introdução

Segundo dados do Instituto Nacional de Estudos e Pesquisas Educacionais Anísio Teixeira (INEP) e da Associação Brasileira de Educação em Engenharia (ABENGE), foi possível expandir significativamente o número de matriculados e concluintes dos cursos de Engenharia em todo o país. Essa expansão, no entanto, não é a idealizada, seja pela não realização da matrícula, por retenção ou evasão. Algumas dessas causas se relacionam às dificuldades que os alunos têm para acompanhar disciplinas consideradas fundantes, como Física e Cálculo, conforme consta em Oliveira (2019).

Por outro lado, pesquisas demonstram que o uso de tecnologia digital aliado com metodologias ativas de

ensino auxiliou os alunos no entendimento de conteúdos explanados pelo professor e, ao mesmo tempo, contribuiu para a melhoria de suas notas nas disciplinas de Cálculo, a exemplo de (Rosas et al., 2019; Ting et al., 2019; Santos, 2019).

Nesse sentido, a discussão sobre metodologias de ensino tem ganhado espaço, para a adaptação do estudante ao Ensino Superior, com vistas à superação de dificuldades encontradas. Filatro e Cavalcanti (2019, p. 31) apresentam, como uma das alternativas, as metodologias ativas, que são consideradas “estratégias, técnicas, abordagens e perspectivas de aprendizagem individual e colaborativa, as quais envolvem e engajam estudantes no desenvolvimento de projetos e/ou atividades práticas”, de maneira que o aprendiz

é visto como um sujeito proativo, que deve participar do processo de aprendizagem, que pode ser intermediado por tecnologias, enquanto reflete sobre aquilo que está fazendo.

A metodologia da sala de aula invertida busca enfatizar a responsabilidade do estudante sobre os conteúdos a serem estudados e debatidos em sala de aula. Dessa forma, o aluno passa a perceber a necessidade de estudar os materiais previamente disponibilizados pelo professor para compreender e realizar as atividades que, agora, serão feitas em sala de 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 uma experiência da aplicação da sala de aula invertida na disciplina de Cálculo, no 2º período dos cursos de Engenharia Civil, Elétrica e Mecânica, um recorte da dissertação de Pinheiro (2022), com o objetivo de avaliar 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 no ensino de Cálculo, e a crescente utilização de recursos tecnológicos em sala de aula.

Para organização deste artigo, apresentamos nesta seção uma introdução e o objetivo do estudo. Na sequência, o desenvolvimento das práticas a sala de aula invertida, na Seção 2. Na Seção 3, a metodologia de pesquisa é descrita, e os resultados com suas análises são apresentados na Seção 4. Por fim, na Seção 5, são feitas as considerações finais e as perspectivas da pesquisa.

2 Fundamentação Teórica

A sala de aula invertida é uma proposta pedagógica que possibilita ao professor inverter sua prática, já que as atividades, antes realizadas em casa, passam a ser feitas em sala de aula após o aluno ter estudado o material previamente disponibilizado. Com essa inversão, o professor abre espaço para discussões sobre as atividades propostas, com a exposição dos alunos sob cada ponto de vista, tendo como resultado um aprendizado mais aprofundado e amplo por parte do aluno (Moreira, 2018).

Como afirmado em Bergmann e Sams (2012), a sala de aula invertida basicamente é a troca da ordem da realização das atividades, que passam a serem executadas em sala de aula e o contato com o conteúdo em casa. Assim, a sala de aula estará aberta para perguntas específicas e para as atividades, beneficiando ainda mais com interações sociais

com/entre os alunos e professor.

O conhecimento construído pelo aluno pode ter mais significado do que quando transmitida de forma passiva. Oliveira (2019, p. 164) traz que a sala de aula invertida pode causar a diferença nos processos de ensino e aprendizagem ao destinar mais tempo para aplicação dos conceitos previamente estudados, proporcionando aos professores oportunidades de colaboração na construção do conhecimento de seus alunos. Além disso, à medida que a sala de aula invertida é utilizada pelos professores, novos recursos didáticos surgem para dar apoio às atividades fora da sala de aula e mais estratégias e métodos de aprendizagem ativa podem ser empregados, nos momentos da aula.

Para Oliveira (2019), o modelo da sala de aula invertida é o que se entende por aprendizagem invertida. Nesse modelo, a sequência didática é composta de três etapas, denominadas: pré-aula, aula e pós-aula. Assim, a abordagem pode ser simplificada como a abordagem pedagógica na qual os estudantes fazem o trabalho da sala de aula em casa e o trabalho de casa na sala de aula.

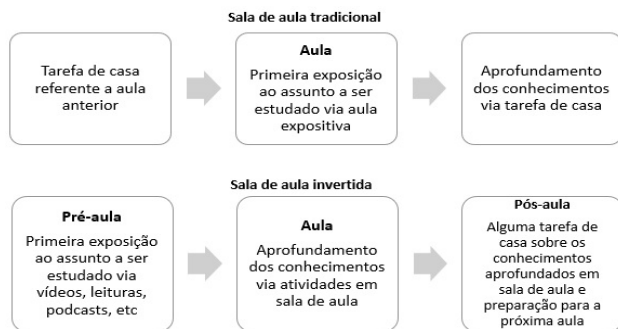
Na pré-aula, o professor é responsável por orientar e disponibilizar o material a ser trabalhado pelos estudantes. É possível utilizar das ferramentas *online*, a exemplo de *Youtube*, *Khan Academy* e *Coursera*, e também, listas de exercícios. O objetivo desses recursos é auxiliar os alunos no entendimento do conteúdo e dispor de atividades para que possam interagir com o material disponibilizado, para na sequência, discutir as soluções e dúvidas em sala de aula.

Durante a aula, o professor desenvolve as atividades de sala com seus alunos, buscando estimulá-los com os conteúdos abordados na etapa anterior. Aqui, o professor pode dispor os alunos em grupos e buscar uma forma de despertar a discussão sobre dúvidas; a partir de então, é possível discorrer sobre o assunto da aula. Nessa etapa, o professor poderá utilizar diferentes estratégias e métodos de aprendizagem como gamificação, resolução de problemas, mapas mentais, entre outras metodologias e estratégias.

No momento pós-aula, os estudantes irão revisar os conteúdos trabalhados, ampliando o conhecimento por meio de atividades disponibilizadas pelo professor, tal que o conhecimento é construído de forma mais dinâmica e com mais significado.

A Figura 1 apresenta uma comparação entre a sala de aula tradicional e a sala de aula invertida. Na sala de aula invertida, os objetivos pedagógicos são abordados não somente para dominar competências de conteúdos, mas também para desenvolver competências outras, como prontidão para o trabalho profissional, relações pessoais com os professores e autonomia para que os alunos se tornem aprendizes permanentes.

Figura 1 - Comparação entre sala de aula tradicional e sala de aula invertida



Fonte: Adaptada de Oliveira (2019).

Na sequência, é apresentado o resultado da busca por pesquisas que trataram da utilização da sala de aula invertida

Quadro 1 - Pesquisas sobre sala de aula invertida e ensino de conteúdos matemáticos

	Título	Autor	Instituição	Ano
1	Sala de aula invertida: Uma proposta de ensino e aprendizagem em matemática	Vinícius Costa Matos	Universidade de Brasília	2018
2	Metodologias ativas: o papel da pesquisa na formação de professores de matemática	Daiane Renata Machado	Pontifícia Universidade Católica do Rio Grande do Sul	2018
3	Sala de aula invertida na educação matemática: uma experiência com alunos do 9º ano no ensino de proporcionalidade	Petrina Rúbria Nogueira Avelar Tobias	Universidade Federal de Minas Gerais	2018
4	Ensino da matemática na perspectiva das metodologias ativas: um estudo sobre a “sala de aula invertida”	Rosilei Cardozo Moreira	Universidade Federal do Amazonas	2018
5	Sala de aula invertida: um experimento no ensino de matemática	Neylane Lobato dos Santos	Universidade Federal do Oeste do Pará	2019
6	Métodos combinados: Sala de aula invertida e <i>Peer Instruction</i> como facilitadores do ensino da matemática	Hélio Valdemar Damiano Freire	Universidade de São Paulo	2019
7	O uso da sala de aula invertida no ensino superior: preenchendo lacunas em conteúdos de matemática elementar	Cícero Nachtigall	Universidade Federal de Pelotas	2020

Fonte: Pinheiro (2022).

Matos (2018) desenvolveu sua pesquisa com os anos finais do Ensino Fundamental, utilizando a sala de aula invertida. Aliada com outras metodologias, como a aprendizagem baseada em problemas e a baseada em equipes, os resultados apontaram para os efeitos positivos nessa utilização.

Machado (2018) realizou sua pesquisa no contexto da formação de professores, ao responder o seguinte problema: como a pesquisa é abordada na formação de professores de Matemática por meio das metodologias ativas em uma Instituição de Ensino Superior? Acompanhando seis professores do curso de licenciatura em Matemática, a pesquisadora concluiu que a metodologia da sala de aula invertida reconhece o estudante como sujeito protagonista da sua aprendizagem e que a inversão da sala de aula foi considerada inovadora.

Ao investigar as potencialidades da sala de aula invertida nas aulas de proporcionalidade de uma turma no 9º ano de uma escola da rede municipal, Tobias (2018) buscou analisar

para o ensino de Matemática, ainda que não no ensino de Cálculo.

2.1 Um panorama sobre a sala de aula invertida no ensino de Matemática

Realizamos um levantamento do período de 2010 a 2022, no Portal de Periódicos da Capes e na Biblioteca Digital Brasileira de Teses e Dissertações (BDTD), buscando pelas palavras-chaves sala de aula invertida e Cálculo, Quadro 1, e não foram encontradas dissertações e/ou teses que abordassem essa temática, especificamente para o ensino de Cálculo. Contudo, foram encontradas sete dissertações que serão brevemente descritas nesta seção como trabalhos correlatos, no sentido do uso da metodologia para o ensino de conteúdos de Matemática.

as percepções dos alunos em relação à sala de aula invertida, bem como possíveis influências da utilização de videoaulas no processo de interação com os alunos e professor. Seus resultados apontaram que a sala de aula invertida é uma abordagem pedagógica rica em oportunidades de interações que podem potencializar o ensino de Matemática.

Em Moreira (2018), a pesquisadora discute as mudanças que ocorreram ao longo do tempo no ensino de Matemática, influenciadas pela evolução da tecnologia, tendo como base a análise sobre metodologias ativas; assim, destaca o uso da sala de aula invertida e conclui que a utilização da sala de aula invertida é um “perfeito instrumento capaz de aliar as ferramentas tecnológicas aos anseios dos alunos e professores” (Moreira, 2018, p.46).

Santos (2019) investigou o uso da sala de aula invertida com 30 alunos do 2º ano do Ensino Médio, em uma escola estadual da rede pública. Os alunos tiveram acesso prévio ao conteúdo de trigonometria por meio de videoaulas, utilizando

o *Google Sala de Aula*. Os resultados apontaram para uma maior flexibilização do tempo na sala de aula com o uso das tecnologias digitais, propiciando um ambiente de maior colaboração e interação com os alunos, o que facilitou para o professor dar maior atenção aos alunos que precisavam de mais auxílio.

Freire (2019) combinou duas metodologias ativas: a sala de aula invertida e o *Peer Instruction*. A pesquisa foi realizada com os alunos do 2º ano do Ensino Médio, durante as aulas de Matemática. Seus resultados apontam que os métodos podem ser aplicados de forma combinada, resultando em ganhos de aprendizagem, melhoria no relacionamento interpessoal dos alunos e dinamismo nas aulas, além de citar as tecnologias de digitais como facilitadoras no ensino.

Nachtigall (2020) investigou características atribuídas à metodologia de sala de aula invertida, analisando os participantes de um curso de curta duração com conteúdos de Matemática elementar. Os resultados apontaram que os alunos, em geral, aprovaram a metodologia, indicando que proporcionou maior personalização do ensino, autonomia, interação e aprendizagem.

Ao observar as pesquisas supracitadas, as aplicações feitas para os conteúdos de Matemática apresentaram, como resultado, um maior dinamismo às aulas, mais interação entre alunos e professor; e, destaca-se o uso das tecnologias digitais, entre elas, as videoaulas, como recursos que auxiliam o desenvolvimento da metodologia. Das sete pesquisas encontradas, cinco tratam da aplicação da metodologia da sala de aula invertida na Educação Básica. As outras duas evidenciam a aplicação em cursos de curta duração e a formação de professores de licenciatura em Matemática.

Como limitações apontadas no uso da sala de aula invertida, essas pesquisas trazem a diferença de desempenho de alguns alunos, a não realização das atividades em sua totalidade e a forma de preparação dos materiais pré-aula.

Os pontos positivos apontados nos resultados dessas pesquisas foram: maior colaboração entre os alunos, potencializando trabalhos em grupos; personalização do ensino; maior aprendizagem; otimização do tempo em sala para resolução de atividades; um ambiente de sala de aula presencial colaborativo e interativo que proporcionou a maior atenção por parte do professor aos alunos; dinamismo das aulas e melhoria no relacionamento interpessoal. Resultados análogos já tinham sido também apontados nas pesquisas de Bergman e Sams (2012), que enfatizam a importância de adotar a sala de aula invertida e os benefícios que o professor poderá obter em suas aulas, relacionados ao desempenho dos alunos, resolução de atividades e discussão dos conteúdos previamente estudados.

Observando a metodologia da sala de aula invertida e suas vantagens, a possibilidade de aplicação nos cursos de Engenharia, em específico, aqui, para a disciplina de Cálculo, apresenta-se como uma alternativa para a busca das respostas dos problemas já apontados. Na Seção 3 é apresentada a

metodologia de aplicação da sala de aula invertida adotada para o ensino de Cálculo em cursos de Engenharia.

3 Metodologia de Pesquisa

Foi realizada a análise das aulas em duas turmas: Turma A, com 24 alunos de Engenharia Civil e Turma B, com 39 alunos de Engenharia Elétrica e de Engenharia Mecânica, de maneira que os alunos estiveram envolvidos no processo de ensino e aprendizado mediado pela sala de aula invertida. Dessa forma, analisamos a sua utilização na disciplina de Cálculo durante o segundo semestre letivo de 2021, a qual possui carga horária de 80 horas aulas, dividida em 2 encontros semanais de 100 minutos cada, no período noturno.

A partir de Silva & Menezes (2001), esta pesquisa pode ser classificada como pesquisa aplicada, pois, para esses autores, é a que “objetiva gerar conhecimentos para aplicação prática dirigidos à solução de problemas específicos, envolvendo verdades e interesses locais”, além de caracterizada de abordagem qualitativa, pois estudou os aspectos subjetivos das relações e comportamentos dos alunos em sala de aula, por meio de questionários e avaliações, bem como baseada no diário de anotações do professor pesquisador, primeiro autor deste artigo, sobre suas percepções durante as aulas.

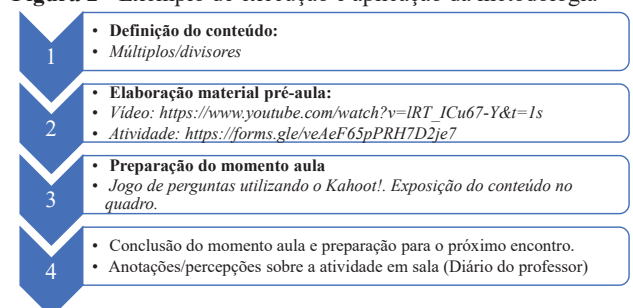
Foram trabalhados os conteúdos da disciplina de Cálculo, conforme projeto pedagógico dos cursos da instituição: operações básicas, funções de uma variável, limites e derivadas, de maneira que utilizou, como recursos: vídeos (*Youtube*), formulário *online* (*Google Forms*), Ambiente Virtual de Aprendizagem (AVA) *Google Sala de aula* e listas de exercícios nele disponibilizadas.

Durante o primeiro bimestre, foram desenvolvidos e disponibilizados vídeos, envolvendo os conteúdos de operações básicas e funções de uma variável, disponibilizados no *Youtube*. No segundo bimestre, foram utilizadas listas de exercícios e também atividades *online* sobre limites e derivadas.

3.1 Desenvolvimento

Durante o semestre, o conteúdo abordado, a atividade solicitada e a metodologia de sala de aula invertida foram executados e, para cada conteúdo de aula, foi feito o planejamento, conforme descrito no exemplo da Figura 2.

Figura 2 - Exemplo de execução e aplicação da metodologia



Fonte: Pinheiro (2022).

No Quadro 2, são apresentados todos 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 duas turmas, 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 a realizaram 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.

Quadro 2 - Planejamento das aulas com a Sala de Aula Invertida

Tema	Atividade pré-aula	Atividade de início de aula	Metodologia em sala de aula
Múltiplos / divisores e frações	Vídeo e atividade no Google <i>Forms</i>	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 <i>Forms</i>	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 <i>Forms</i>	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 <i>Forms</i>	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 <i>Forms</i>	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 <i>Forms</i>	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 conteúdo Derivadas. Resolução e <i>feedback</i> da questão proposta.	Resolução de exercícios com aplicação dos temas estudados.

Fonte: Pinheiro (2022).

Foram utilizados questionários para os alunos, no intuito de obter informações sobre sua percepção a respeito das aulas e metodologia utilizada, com questões fechadas e abertas. Esses questionários foram aplicados juntamente com a avaliação, ao término de cada bimestre. A análise das atividades ocorreu por meio dos relatórios de entregas do Google *Forms*, para verificação das respostas e, também, para averiguar de que forma os alunos estavam participando da metodologia.

4 Resultados e Discussão

Os alunos responderam a dois questionários: um, ao término do primeiro bimestre, e outro, ao final do semestre.

Após o término do período letivo, com a aplicação das avaliações e também dos questionários de *feedback*, a análise dos dados buscou evidenciar as relações entre os estudos teóricos a prática realizada e para identificar possíveis contribuições da metodologia da sala de aula invertida para o

ensino de Cálculo.

As questões abertas foram submetidas à análise de conteúdo, que, conforme Bardin (1977, p. 39), é “um conjunto de técnicas de análise das comunicações que aposta no rigor do método como forma de não se perder na heterogeneidade de seu objeto, visa obter o conteúdo das mensagens, indicadores e conhecimentos relativos às condições das variáveis inferidas na mensagem”. Essa prática se constitui em uma forma de ser neutra, no plano do significado do texto, na tentativa de alcançar diretamente o que há por trás do que se diz.

Para tal análise, seguiram-se as três etapas da análise de conteúdo Bardin (1977): Pré-análise, exploração do material e o tratamento dos resultados. Na primeira etapa, denominada pré-análise dos questionários, foi realizada a leitura de todas as respostas – uma vez definido o campo do *corpus* sobre determinado assunto, é preciso considerar todos os elementos desse *corpus* (Bardin, 1977, p. 122-123).

Na sequência, na etapa de exploração do dados coletados, todo o encaminhamento foi feito com a finalidade de assegurar o princípio da representatividade, observando aspectos de maior relevância, significado e consistência, de modo a demonstrar aprofundamento do objeto de pesquisa e, assim, na etapa final de tratamento dos resultados, categorizados conforme similaridades. Nas subseções seguintes, são apresentadas as categorias e subcategorias, explorando seus resultados.

4.1 Aspectos da metodologia na visão dos alunos

Os resultados obtidos com a utilização da sala de aula invertida foram analisados a partir da visão dos alunos às questões que tinham por objetivo verificar a participação durante as atividades e como eles entendiam a utilização da metodologia.

Como o objetivo da pesquisa foi o de avaliar a participação dos alunos na metodologia proposta, foi feita a leitura das respostas, das quais foram surgindo possíveis subcategorias a partir das semelhanças encontradas. Na sequência, foram agrupadas as respostas semelhantes. E, por fim, foi feito o tratamento dos resultados e as interpretações a partir das seguintes subcategorias identificadas neste grupo: metodologia de ensino e dificuldades na aplicação do método.

4.1.1 Metodologia de ensino

A realização das atividades e dos estudos prévios foi sempre incentivada em sala de aula. Os alunos citaram que a metodologia utilizada facilitou a aprendizagem, como relatado pelo Aluno (P33) “Ótimo o método de aprendizagem, facilita o entendimento da matéria.” Uma das sugestões foi a de a metodologia ser adotada para toda a instituição: “Poderia melhorar na instituição usar este método de ensino aplicado pelo professor, igualar para os outros professores.”, relato do Aluno (P9).

Concluem que a metodologia facilitou a aprendizagem, buscando resolver exercícios e tendo disponíveis materiais que auxiliavam, como vídeos e slides – “Foram passados

não só a ajuda em sala, mas vídeo, slide, trabalhos.” – relato do Aluno (P23). Um fator motivacional é o fato de utilizar a sala de aula invertida juntamente com outras metodologias. Os alunos sentiram-se motivados em estudar previamente, conforme relata o Aluno (P43): “Achei a didática ótima e os métodos também”.

A sala de aula invertida é elemento importante de um processo no qual se visa a aprendizagem autônoma. Os alunos se tornam protagonistas da aprendizagem nos momentos em que organizam seus horários para realizar a atividade, refletem sobre os conteúdos que entenderam e sobre os que tiveram mais dificuldades.

É importante que, para o sucesso dessa metodologia, todos os envolvidos conheçam como ocorre durante as aulas, estejam engajados e dispostos a fazer acontecer. É comum observar uma certa resistência na implementação inicial da metodologia, porém, à medida que ela se desenvolve, os alunos acabam se envolvendo e se dedicando ainda mais (Moreira, 2018).

Pereira *et al.* (2019) afirmam que a sala de aula invertida é um importante processo no qual se visa à aprendizagem autônoma. Os alunos têm autonomia para organizar seus horários à realização das atividades, a fim de refletirem sobre o entendimento do conteúdo e suas dificuldades. Nesse sentido, o Aluno (P10) relata: “Não me adaptei - porém busquei outro método para entender a matéria”. Embora o discente não tenha se adaptado ao método, buscou uma forma de organização para que pudesse entender o conteúdo.

Talbert (2019) evidencia que a metodologia da sala de aula invertida, ao fazer a primeira exposição a novos conceitos antes da sala de aula, auxilia os alunos no entendimento e aprofundamento das questões explanadas pelo professor na sala de aula. Em nossa pesquisa, a metodologia da sala de aula invertida, na visão dos alunos, apresentou um grande potencial a ser explorado, principalmente no que se refere ao material que fica à disposição para seus estudos, o que os auxiliou durante toda a disciplina.

4.1.2 Dificuldades na aplicação do método

Nessa categoria, estão as discussões dos relatos dos alunos que encontraram algum tipo de dificuldade em relação à metodologia adotada. Um dos principais desafios, ao implementar uma metodologia diferente, é a autonomia e autodisciplina por parte dos alunos, como relatado pelo Aluno (P12), “A dificuldade é em certo ponto elevado, devido a diversos fatores que devem ser utilizados”. Parte disso se deve ao fato de o aluno não estar habituado com a autonomia de estudar e de adaptar a uma nova metodologia de ensino. Talbert (2019, p. 47) apresenta que “embora a aprendizagem invertida esteja sendo cada vez mais prevalente no ensino superior [...] ainda é provável que a maior parte da experiência educacional dos alunos tenha ocorrido no modelo tradicional”, e isso faz com que o processo em sala de aula, no início, se torne mais difícil de ser assimilado pelos alunos.

Com as aulas sendo desenvolvidas ao longo do semestre, notou-se que a grande dificuldade ocorria entre aqueles que estavam afastados há mais tempo da sala de aula, isto é, os alunos que haviam concluído o Ensino Médio há mais de três anos e retornaram agora para a graduação. Os alunos que concluíram o Ensino Médio e logo iniciaram a graduação apresentaram menor dificuldade, como se verificou no relato do Aluno (P47): “Para mim, a disciplina tem grau de dificuldade alto.”, e, também, do Aluno (P33): “O conteúdo aumenta o grau de dificuldade, porém o método adotado ajuda no entendimento.” Ainda, há o Aluno (P44) que relatou: “Como fiz o 2º grau a muito tempo e trabalho na área comercial, estou com bastante dificuldades.”

Alguns alunos mostraram a preocupação de aprender a disciplina – “Conseguir aprender de maneira definitiva todos os conteúdos trabalhados” – relato do Aluno (P43); e também citaram a importância durante todo o curso – “Muito importante pois utilizamos o cálculo para praticamente todas as matérias.” – relato do Aluno (P42). Isso demonstrou que a sala de aula invertida proporcionou uma reflexão sobre a importância da disciplina de Cálculo e sua aplicação na continuação da graduação.

Para Silva (2011), os alunos, ao ingressarem no Ensino Superior, trazem suas expectativas. Aqueles que, no Ensino Médio, sempre tinham boas avaliações em Matemática levam para a graduação a expectativa de que, na disciplina de Cálculo, não teriam dificuldades para o seu aprendizado. Mas, ao se depararem com questões que envolvem conteúdos anteriormente estudados, de uma maneira estruturada, em diferentes disciplinas, e acrescido com as novas ideias de infinito, aproximações, continuidade, quase sempre veem frustradas suas expectativas iniciais.

Ainda, com todos os exercícios e atividades propostas, alguns alunos relataram que sentiram falta de mais exemplos. O tempo e os recursos para estudar também foram citados como dificuldades para a adaptação. Na mesma direção desses argumentos dos alunos, Bergmann e Sams (2012) também já citaram a autonomia maior que os alunos precisam desenvolver e dispor de equipamentos apropriados para efetivar as atividades em casa, como assistir aos vídeos e acessar os exercícios propostos.

A sala de aula invertida traz também o desafio ao professor em seu planejamento e disponibilização de tempo para confecção do material, como videoaulas, para que os alunos tenham acesso prévio aos conteúdos, como vivenciado pelo docente em sua prática durante essa pesquisa.

4.2 Aspectos da metodologia na relação aluno-professor

Nesta categoria, apresentamos os aspectos nos quais os alunos relatam a importância do professor e da metodologia para a sua compreensão do conteúdo. Para apresentar, dispomos em dois subgrupos: as potencialidades da metodologia e desafios e adesão dos alunos.

4.2.1 As potencialidades da metodologia

Ao relatar sobre as potencialidades da sala de aula invertida, os alunos conseguiram verificar a facilidade que o método proporcionou para o seu aprendizado e também a importância dos conteúdos previamente disponibilizados para contato com a disciplina, conforme os relatos: “Facilitou o aprendizado, sei de onde vem o conceito, só na hora de aplicar que travo.”, relato do Aluno (P61) e “Sim, o método facilita a aprendizagem e atinge a todos os alunos.”, relato do Aluno (P12).

Com efeito, de acordo com Oliveira (2019), a abordagem da sala de aula invertida pode fazer a diferença em processos de ensino e de aprendizagem, pois, destinar mais tempo em sala de aula para a aplicação dos conceitos estudados fora da sala de aula proporciona ao professor uma oportunidade de promover melhores condições para o desenvolvimento de habilidades de seus alunos.

Na relação com os alunos, é possível perceber a importância do professor em todo o processo – “Acho o método bom, explicação com paciência e busca saber se estamos entendendo o conteúdo.”, relato do Aluno (P34). O professor é quem fará com que a metodologia possa atingir os objetivos propostos, sempre resgatando os tópicos e as atividades elaboradas pelos alunos. Na visão do primeiro autor como professor investigando a própria prática, é possível perceber que a interação professor e aluno ganha uma nova forma de comunicação, que não se restringe apenas ao ambiente físico da sala de aula, mas também na virtualidade, pela resolução de dúvidas dos alunos enviadas no e-mail ou no AVA.

Quando os alunos foram indagados sobre “Numa escala de 0 a 10, o que você achou das aulas desse bimestre?”, foram obtidos os percentuais de respostas apresentados nas Quadro 1 e 2.

Quadro 1 - Notas sobre as aulas – 1º Bimestre

Percentual (%)	Nota
1,5	6
6,2	7
12,3	8
24,6	9
50,8	10
4,6	Não responderam

Fonte: Pinheiro (2022).

Quadro 2 - Notas sobre as aulas – 2º Bimestre

Percentual (%)	Nota
3,1	6
3,1	7
12,3	8
18,5	9
33,8	10
29,2	Não responderam

Fonte: Pinheiro (2022).

Um primeiro aspecto a ser levado em consideração sobre as respostas dessa questão é o número de alunos não

respondentes no 2º bimestre. Os dois questionários foram aplicados juntamente com as avaliações; porém, no 2º bimestre, alguns alunos já haviam desistido da disciplina (9,2%). Ainda assim, ao término do semestre, a adesão para responderem voluntariamente à pesquisa foi menor que no 1º bimestre, muito provável por desmotivação, cansaço, ou pela correria do término do período letivo.

Foi possível observar que um grande número de alunos (75,4%) deu notas 9 e 10 para as aulas no 1º bimestre. Aqui, percebe-se que esse resultado reflete a primeira percepção dos alunos em relação à metodologia da sala de aula invertida. O maior número de videoaulas, disponibilizado durante esse 1º bimestre, pode ter contribuído com a elevada nota apontada no primeiro questionário. Em Pereira (2020), é concluído que os alunos estão dispostos a utilizar os vídeos preparados, de forma a obterem o conhecimento inicial, a fim de aproveitar o tempo em sala de aula para as atividades práticas, o que corrobora o resultado da avaliação dos alunos, que gostaram do método.

Embora percebida essa diferença de notas 9 e 10 entre os bimestres, ainda assim, a metodologia se apresentou

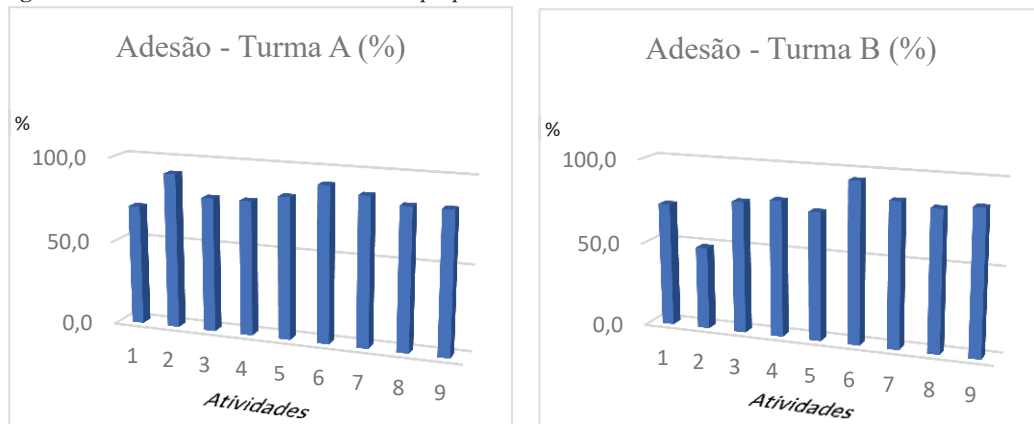
como uma grande potencialidade às aulas de Cálculo, no entendimento dos alunos, e também para o professor, a partir da observação feita durante as aulas.

4.2.2 Desafios/Adesão dos alunos e ao professor

Os alunos deveriam acessar o AVA Google Sala de Aula para ter acesso às atividades. Como professor, o pesquisador falava da importância de acessar previamente o material disponibilizado e também de resolver os exercícios, enfatizando ser de extrema importância, para o andamento das aulas, a realização das atividades propostas com as outras metodologias, além da sala de aula invertida.

Para as atividades propostas como tarefas de casa e com a sala de aula invertida, a participação foi positiva. O acompanhamento das atividades foi realizado por meio do Google Forms, em que eram propostos os exercícios e os materiais (vídeos e textos). A partir de então, os alunos realizavam as anotações necessárias à discussão em sala de aula. A Figura 3 apresenta, em porcentagem, a adesão dos alunos para cada atividade ao longo do semestre.

Figura 3 - Adesão dos alunos às atividades propostas



Fonte: Pinheiro (2022).

Pela análise da Figura 3, é possível verificar que a adesão às atividades disponibilizadas no momento pré-aula, ficou entre 70% e 91% para a Turma A e entre 48% e 95% para a Turma B. Uma das possibilidades que possa explicar a elevada adesão pode ser decorrente do incentivo dado em sala de aula e, também, um percentual de nota atribuído àqueles que fizessem todas as atividades. Segundo Talbert (2019), geralmente, os alunos solicitam vídeos e materiais durante as aulas presenciais, ou seja, a estratégia de utilizar vídeos para auxiliar os estudos é algo disseminado nessa nova geração de alunos, o que pode também ter contribuído para essa adesão, a exemplo do comentário do Aluno (P8): “*Continua com os vídeos, ajuda bastante*”. Pavanelo e Lima (2017) também concluem, em sua pesquisa, sobre a importância de ter um material de apoio consistente para o andamento dos estudos, principalmente quando se refere à produção de videoaulas.

Analisando as respostas dos alunos às questões abertas, o

tempo para estudo fora da sala de aula também surgiu em seus relatos: “*Sim, porém acho que o trabalho pode ser dado em aula para praticar mais, já que muitas vezes não temos tempo de fazer atividades em casa*” Aluno (P55) e do Aluno (P42) “*Trabalho presencial com a nota por tentativa.*” Os alunos tinham que acessar o conteúdo prévio antes do momento aula, porém, alguns se queixaram de não terem tempo disponível, o que acabou interferindo na metodologia, já que por algumas vezes, o professor teve que retomar o conteúdo em sala de aula.

Um dos desafios levantados para a adoção da sala de aula invertida, na visão dos alunos, foi o tempo disponibilizado para acessar o material e realizar as atividades propostas; como professor, foi o tempo dispendido para preparar as videoaulas para disponibilizar aos alunos. Além disso, a motivação para incentivar os alunos, principalmente durante os momentos de aula, também foi algo desafiador, sobretudo quando alguns

não acessavam previamente o conteúdo.

5 Considerações Finais

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, como o uso de vídeos, tendo como principal característica a de não utilizar o tempo em sala com aulas exclusivamente para explanações expositivas. A escolha, em especial, pela disciplina de Cálculo para desenvolver esta pesquisa, efetivou-se por ser de entendimento que é uma disciplina de base para os cursos de Engenharia e, também, pelo próprio interesse 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 o processo de ensino 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 logo superado, pois o professor procurava fazer a interação entre a turma de modo que o aluno conseguisse acompanhar as atividades no momento da aula, com destaque aqui para a utilização de atividades em grupos que auxiliaram nesse sentido.

Também, é possível se referir à participação dos alunos no papel desempenhado por eles para a boa aceitação da metodologia. As atividades, conforme verificado nos resultados desta pesquisa, foram sempre realizadas por grande parte dos alunos. Isso também foi resultado dos incentivos do professor, explanado 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 inúmeros 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.

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.

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.

Os estudos levantados sobre o que foi produzido e publicado de 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.

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, consequentemente, 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

- Bardin, L. (1977). *Análise de conteúdo*. Lisboa: Edições 70.
- Bergamun, J. & Sams, A. (2012). *Flip Your Classroom: Reach Every Student in Every Class Every Day*. Washington: International Society for Technology in Education.
- Filatro, A & Cavalcanti, C. C. (2019). *Metodologias inov-ativas na educação presencial, a distância e corporativa*. São Paulo: Saraiva.
- Freire, H.V. D. (2019). *Métodos combinados: Sala de aula invertida e Peer Instruction como facilitadores do ensino da matemática*. Dissertação (Mestrado Profissional em Matemática). Universidade de São Paulo, Lorena, São Paulo, Brasil.
- Mattar, J. (2017). *Metodologias Ativas para educação presencial, blended e a distância*. São Paulo: Artesanato Educacional.
- Matos, V. C. (2018). *Sala de aula invertida: Uma proposta de ensino e aprendizagem em matemática*. Dissertação (Mestrado Profissional em Matemática). Universidade de Brasília, Brasília, Distrito Federal, Brasil.
- Machado, D. R. (2018). *Metodologias ativas: o papel da pesquisa na formação de professores de matemática*. Dissertação (Mestrado em Educação em Ciências e Matemática). Pontifícia Universidade Católica do Rio Grande do Sul, Porto Alegre, Rio Grande do Sul, Brasil.
- Moreira, R. C. (2018). *Ensino da Matemática na perspectiva das metodologias ativas: Um estudo sobre a “Sala de aula invertida”*. Dissertação (Mestrado Profissional em Matemática). Universidade Federal do Amazonas, Manaus, Amazonas, Brasil.
- Nachtigall, C. (2020). *O uso da sala de aula invertida no ensino superior: preenchendo lacunas em conteúdos de matemática elementar*. Dissertação (Mestrado em Educação Matemática). Universidade Federal de Pelotas, Pelotas, Rio Grande do Sul, Brasil.
- Oliveira, V. F. (2019). *A engenharia e as novas DCNs: oportunidades para formar mais e melhores engenheiros*. Rio de Janeiro: LTC.
- Pavanelo, E. & Lima, R. (2017). *Sala de Aula Invertida: a análise de uma experiência na disciplina de cálculo i*. *Bolema*. 31(58), 739-759. doi: <http://dx.doi.org/10.1590/1980-4415v31n58a11>.
- Pereira, Z., Pereira, L. C. & Caseres, E. A. (2019). *Efecto del foro virtual sobre el aprendizaje de Cálculo Diferencial*. *Revista Electrónica de Investigación Educativa*. 21(30), 1-11. doi: <https://doi.org/10.24320/redie.2019.21.e30.2051>.
- Pinheiro, G. D. *Sala de Aula Invertida no ensino de Cálculo Diferencial e Integral I em cursos de Engenharia: Uma proposta experienciada*. 2022. Dissertação (Mestrado em Educação em Ciências e Educação Matemática) - Universidade Estadual do Oeste do Paraná, Cascavel, Paraná, Brasil.
- Rosas, J. G., Medina, R.B. & Morales, S. R. (2019). *Impact of Inverted Classroom in a Mathematics II Course for Engineering: A study using directed videos by students in Tecnológico de Monterrey*. *IEEE International Conference on Engineering, Technology and Education*. 1-5. doi: <https://doi.org/10.1109/TALE48000.2019.9225898>
- Santos, N. L. (2019). *Sala de aula invertida: um experimento no ensino de matemática*. Dissertação (Mestrado Profissional em Matemática). Universidade Federal do Oeste do Pará, Santarém, Pará, Brasil.
- Silva, E. L. & Menezes, E. M. (2001). *Metodologia da pesquisa e elaboração de dissertação*. Florianópolis: Laboratório de Ensino a Distância da UFSC.
- Silva, V. & Fernández, L. (2011). *An approach to improve reading skills from mathematics courses in an engineering curriculum*. *IEEE Global Engineering Education Conference*. 853-858. doi: <http://dx.doi.org/10.1109/EDUCON.2011.5773244>
- Talbert, R. (2019). *Guia para utilização da aprendizagem invertida no ensino superior*. Porto Alegre: Penso.
- Ting, F. S. T., Lam, W. H. & Shroff, R. H. (2019). *Active learning via problem-based collaborative games in a large mathematics university course in Hong Kong*. *Education Sciences*. 9(3), 1-22. doi: <http://dx.doi.org/10.3390%2Feducsci9030172>
- Tobias, P. R. N. A. (2018). *Sala de aula invertida na educação matemática: uma experiência com alunos do 9º ano no ensino de proporcionalidade*. Dissertação (Mestrado em Educação e Docência). Universidade Federal de Minas Gerais, Belo Horizonte, Minas Gerais, Brasil.