

**GEOVANE DUARTE PINHEIRO**



**SALA DE AULA INVERTIDA NO ENSINO DE CÁLCULO  
DIFERENCIAL E INTEGRAL I EM CURSOS DE  
ENGENHARIA: UMA PROPOSTA EXPERIENCIADA**

**CASCAVEL  
2022**





UNIVERSIDADE ESTADUAL DO OESTE DO PARANÁ  
CENTRO DE CIÊNCIAS EXATAS E TECNOLÓGICAS / CCET  
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM EDUCAÇÃO EM  
CIÊNCIAS E EDUCAÇÃO MATEMÁTICA



**NÍVEL DE MESTRADO E DOUTORADO / PPGCEM**  
**ÁREA DE CONCENTRAÇÃO: EDUCAÇÃO EM CIÊNCIAS E EDUCAÇÃO**  
**MATEMÁTICA**  
**LINHA DE PESQUISA: EDUCAÇÃO MATEMÁTICA**

**SALA DE AULA INVERTIDA NO ENSINO DE CÁLCULO DIFERENCIAL E**  
**INTEGRAL I EM CURSOS DE ENGENHARIA: UMA PROPOSTA**  
**EXPERIENCIADA**

**GEOVANE DUARTE PINHEIRO**

**CASCADEL-PR**

**2022**

**UNIVERSIDADE ESTADUAL DO OESTE DO PARANÁ CENTRO DE CIÊNCIAS  
EXATAS E TECNOLÓGICAS / CCET  
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM EDUCAÇÃO EM CIÊNCIAS E  
EDUCAÇÃO MATEMÁTICA**

**NÍVEL DE MESTRADO E DOUTORADO / PPGECEM  
ÁREA DE CONCENTRAÇÃO: EDUCAÇÃO EM CIÊNCIAS E EDUCAÇÃO  
MATEMÁTICA  
LINHA DE PESQUISA: EDUCAÇÃO MATEMÁTICA**

**SALA DE AULA INVERTIDA NO ENSINO DE CÁLCULO DIFERENCIAL E  
INTEGRAL I EM CURSOS DE ENGENHARIA: UMA PROPOSTA  
EXPERIENCIADA**

**GEOVANE DUARTE PINHEIRO**

Dissertação apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Educação em Ciências e Educação Matemática – PPGECEM da Universidade Estadual do Oeste do Paraná/UNIOESTE – *Campus* de Cascavel, como requisito parcial para a obtenção do título de Mestre em Educação em Ciências e Educação Matemática.

Orientador: Dr. Clodis Boscaroli

**CASCADEL-PR**

**2022**

Ficha de identificação da obra elaborada através do Formulário de Geração Automática do Sistema de Bibliotecas da Unioeste.

Pinheiro, Geovane Duarte

Sala de aula invertida no ensino de Cálculo Diferencial e Integral I em cursos de Engenharia: Uma proposta experienciada / Geovane Duarte Pinheiro; orientador Clodis Boscarioli. -- Cascavel, 2022.

119 p.

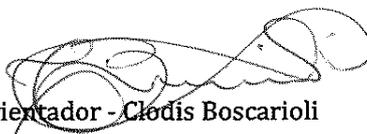
Dissertação (Mestrado Acadêmico Campus de Cascavel) -- Universidade Estadual do Oeste do Paraná, Centro de Ciências Exatas e Tecnológicas, Programa de Pós-Graduação em Educação em Ciências e Educação Matemática, 2022.

1. Ensino de Cálculo. 2. Metodologias de ensino. 3. Investigação da própria prática. I. Boscarioli, Clodis, orient. II. Título.

## **GEOVANE DUARTE PINHEIRO**

Sala de aula invertida no ensino de cálculo diferencial e integral I em cursos de engenharia: uma proposta experienciada

Dissertação apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Educação em Ciências e Educação Matemática em cumprimento parcial aos requisitos para obtenção do título de Mestre em Educação em Ciências e Educação Matemática, área de concentração Educação em Ciências e Educação Matemática, linha de pesquisa Educação matemática, **APROVADO** pela seguinte banca examinadora:



Orientador - Clódis Boscaroli

Universidade Estadual do Oeste do Paraná (UNIOESTE)



Sueli Liberatti Javaroni

Universidade Estadual Paulista (UNESP)



---

Rodolfo Eduardo Vertuan

Universidade Estadual do Oeste do Paraná (UNIOESTE)



Tiago Emanuel Klüber

Universidade Estadual do Oeste do Paraná (UNIOESTE)

## DEDICATÓRIA

*À minha família, pelo incentivo e apoio de sempre.  
Aos meus amigos, pela confiança e calma que sempre me passaram.  
Aos meus eternos professores, que sempre me inspiram.*

## **AGRADECIMENTOS**

A Deus.

Aos meus pais.

Aos meus amigos.

Ao meu orientador, Prof. Clodis Boscaroli.

A todos os meus colegas da Pós-graduação e ao Grupo de Pesquisa em Tecnologia, Inovação e Ensino – GTIE.

Aos meus professores do Programa de Pós-graduação em Educação em Ciências e Educação Matemática – PPGECEM/Unioeste.

Ao Centro Universitário Assis Gurgacz – FAG.

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 em Educação em Ciências e Educação Matemática) - Programa de Pós-Graduação em Educação em Ciências e Educação Matemática, Universidade Estadual do Oeste do Paraná – UNIOESTE, Cascavel, 2022.

## RESUMO

O ensino de Cálculo vem sendo objeto de trabalhos científicos ao longo dos tempos. A abordagem desta pesquisa foi a de investigar a própria prática, utilizando a metodologia da sala de aula invertida na disciplina de Cálculo, 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. A partir da contextualização do ensino de Cálculo em pesquisas da área de Educação Matemática e do histórico da disciplina nos cursos de Engenharia, foi possível encontrar, por meio de uma revisão sistemática da literatura, as metodologias ativas e tecnologias digitais empregadas nos cursos de Engenharia, ao longo dos últimos dez anos. Utilizando a sala de aula invertida, foi realizada a investigação da própria prática com duas turmas do curso de Engenharia, na disciplina de Cálculo, com o auxílio de tecnologias digitais, como vídeos, slides e um ambiente virtual de aprendizagem, para realizar os momentos pré-aula e a fim de disponibilizar o material de estudo prévio aos alunos. Por meio de um diário, foram realizadas anotações sobre as percepções durante todo o processo. Os principais 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, o índice de aprovações ficou em média de 59%, apontando 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 ajudar os alunos nos seus estudos.

**Palavras-chave:** Ensino de Cálculo. Cálculo para a Engenharia. Metodologias de Ensino. Investigação da Própria Prática.

PINHEIRO, G. D. **Flipped Classroom in the teaching of Differential and Integral Calculus I in Engineering courses: an experimented proposal.** 2022. 119 p. Dissertation (Master in Science Education and Mathematics Education) - Graduate Program in Science and Mathematics Education, Western Paraná State University – UNIOESTE, Cascavel, 2022.

## **ABSTRACT**

The teaching of Calculus has been the subject of scientific work overtime. The approach of this research was to investigate the practice itself by applying the flipped classroom method in Calculus for Civil Engineering, Electrical Engineering, and Mechanical Engineering courses in a private teaching institution to understand the possible contributions of this methodology and considerations to the teaching and learning processes. Based on the contextualization of calculus instruction in Mathematics Education research and the history of the discipline in engineering courses, it was possible to find the active methodologies and digital technologies that have been used in engineering courses in the last decade through a systematic review of the literature. Based on the Flipped Classroom, the study of the practice itself was conducted with two groups of the engineering course in the Calculus discipline. Digital technologies such as videos, slides, and a virtual learning environment were used to conduct the pre-class moments and provide the students with the pre-study material. A diary was used to record perceptions throughout the process. The main findings showed that the flipped classroom method provides a collaborative and interactive classroom environment that can potentially be combined with other teaching methods. The material previously provided to the students was also helpful to them as they could access it at any time for their studies. Although student engagement and participation improved during class, the average agreement rate was 59%, indicating that there is still a need to explore different methods in combination with the use of digital technologies to support both the planning and execution of classes and to help students in their studies.

**Keywords:** Teaching Calculus. Calculus for Engineering. Teaching Methodologies. Investigation of the Practice.

## LISTA DE QUADROS

<b>Quadro 1:</b> <i>String</i> de busca .....	32
<b>Quadro 2:</b> <i>String</i> de busca utilizada em cada repositório de dados .....	33
<b>Quadro 3:</b> Critérios de inclusão .....	36
<b>Quadro 4:</b> Critérios de exclusão .....	36
<b>Quadro 5:</b> Publicações selecionadas .....	38
<b>Quadro 6:</b> Pesquisas sobre sala de aula invertida e ensino de Cálculo .....	59
<b>Quadro 7:</b> Quantidade de alunos por turma .....	65
<b>Quadro 8:</b> Quantidade de alunos já repetentes, por turma .....	65
<b>Quadro 9:</b> Planejamento das aulas com a sala de aula invertida.....	71

## LISTA DE FIGURAS

<b>Figura 1:</b> Metodologias utilizadas para o ensino de Cálculo .....	40
<b>Figura 2:</b> Relação dos conteúdos com o uso de metodologias ativas .....	41
<b>Figura 3:</b> Recursos tecnológicos aliados às metodologias .....	42
<b>Figura 4:</b> Métodos avaliativos aplicados na disciplina de Cálculo .....	43
<b>Figura 5:</b> Percepção sobre o engajamento dos alunos .....	44
<b>Figura 6:</b> Dificuldades relatadas para aplicação das metodologias ativas .....	45
<b>Figura 7:</b> Comparação entre sala de aula tradicional e sala de aula invertida .....	58
<b>Figura 8:</b> Faixa etária – Turma A e Turma B .....	66
<b>Figura 9:</b> Ensino médio – Turma A e Turma B .....	66
<b>Figura 10:</b> Curso pré-vestibular – Turma A e Turma B .....	67
<b>Figura 11:</b> Principais recursos digitais utilizados durante as aulas .....	67
<b>Figura 12:</b> Tela do <i>PowerPoint</i> com indicação dos comandos para gravação .....	68
<b>Figura 13:</b> Exemplo de atividades elaboradas no <i>Google Forms</i> .....	69
<b>Figura 14:</b> Etapas – Sala de aula invertida .....	70
<b>Figura 15:</b> Exemplo de execução e aplicação da metodologia .....	70
<b>Figura 16:</b> Adesão dos alunos às atividades propostas .....	81
<b>Figura 17:</b> Resultado final das turmas .....	82

## LISTA DE TABELAS

<b>Tabela 1:</b> Estudos primários selecionados .....	37
<b>Tabela 2:</b> Notas sobre as aulas – 1º bimestre .....	79
<b>Tabela 3:</b> Notas sobre as aulas – 2º bimestre .....	79

## LISTA DE ABREVIATURAS E SIGLAS

ABENGE	Associação Brasileira de Educação em Engenharia
ARCS	Atenção, Relevância, Confiança e Satisfação
AVA	Ambiente Virtual de Aprendizagem
BDTD	Biblioteca Digital Brasileira de Teses e Dissertações
Capes	Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior
CDI	Cálculo Diferencial e Integral
CEP	Comitê de Ética em Pesquisa envolvendo Seres Humanos
COBENGE	Congresso Brasileiro de Educação em Engenharia
DCN	Diretrizes Curriculares Nacional
FAG	Centro Universitário Assis Gurgacz
IETEC	Instituto de Educação Tecnológica
INEP	Instituto Nacional de Estudos e Pesquisas Educacionais Anísio Teixeira
MBA	<i>Master of Business Administration</i> (Mestre em administração de negócios)
RSL	Revisão Sistemática da Literatura
TIC	Tecnologia da Informação e Comunicação
TCLE	Termo de Consentimento Livre e Esclarecido

## SUMÁRIO

<b>CAPÍTULO 1</b> .....	<b>16</b>
<b>INTRODUÇÃO</b> .....	<b>16</b>
1.1 Problema de pesquisa .....	20
1.2 Delimitação .....	21
1.3 Justificativa .....	21
1.4 Objetivos .....	22
1.5 Estrutura da dissertação .....	23
<b>CAPÍTULO 2</b> .....	<b>24</b>
<b>CONTEXTUALIZAÇÃO DO ENSINO DE CÁLCULO</b> .....	<b>24</b>
2.1 O Ensino de Cálculo e a Educação Matemática .....	24
2.2 Ensino de Cálculo nos cursos de Engenharia .....	28
<b>CAPÍTULO 3</b> .....	<b>31</b>
<b>REVISÃO SISTEMÁTICA DA LITERATURA</b> .....	<b>31</b>
3.1 Planejamento e protocolo de busca .....	31
3.2 Conduzindo a RSL .....	36
3.3 Extração e análise dos dados .....	37
3.4 Discussão dos estudos .....	47
3.5 Considerações sobre a RSL .....	54
<b>CAPÍTULO 4</b> .....	<b>56</b>
<b>SALA DE AULA INVERTIDA</b> .....	<b>56</b>
4.1 A sala de aula invertida e o Cálculo .....	59
<b>CAPÍTULO 5</b> .....	<b>64</b>
<b>PERCURSO METODOLÓGICO</b> .....	<b>64</b>
5.1 Caracterização .....	65
5.2 Recursos utilizados .....	67
5.3 Preparação do material .....	68
5.4 Etapas .....	69
5.5 Desenvolvimento .....	70
5.6 Procedimentos de produção de dados .....	72
<b>CAPÍTULO 6</b> .....	<b>74</b>
<b>RESULTADOS E DISCUSSÕES</b> .....	<b>74</b>
6.1 Aspectos da metodologia na visão dos alunos .....	75

6.1.1 Metodologia de ensino .....	75
6.1.2 Dificuldades do método .....	76
6.2 Aspectos da metodologia na relação aluno x professor .....	78
6.2.1 Potencialidades do método .....	78
6.2.2 Desafios / Adesão dos alunos e professor .....	80
6.3 A percepção do professor sobre o resultado das avaliações .....	82
6.4 Análise dos resultados da RSL e das práticas com a sala de aula invertida ....	83
<b>CAPÍTULO 7 .....</b>	<b>85</b>
<b>CONSIDERAÇÕES FINAIS .....</b>	<b>85</b>
<b>REFERÊNCIAS .....</b>	<b>89</b>
<b>APÊNDICES .....</b>	<b>95</b>
A – TCLE .....	95
B – Lista de atividades .....	98
C – Questionário 01 e respostas .....	102
D – Questionário 02 e respostas .....	108
E – Diário do professor .....	111
<b>ANEXOS .....</b>	<b>117</b>
A – Plano de ensino da disciplina .....	117
B – Parecer do Comitê de Ética em Pesquisa Envolvendo Seres Humanos .....	119

## CAPÍTULO 1

### INTRODUÇÃO

Esta pesquisa surgiu da inquietação sobre o ensino de Cálculo<sup>1</sup> para cursos de Engenharia, em específico os de Civil, Elétrica e Mecânica, para os quais leciono desde meu ingresso, em 2010, como professor na instituição de Ensino Superior onde atuo. Essa trajetória profissional de mais de uma década levou-me a refletir sobre as dificuldades e o baixo desempenho dos alunos.

O comum parece ser a repetida reprovação até conseguir o êxito em ser aprovado. Os alunos persistentes tentam diversas vezes, porém, durante esse processo, alguns se desmotivam e desistem de continuar seus estudos. Por essa razão, algumas indagações me motivaram a me interessar pelo tema, como: quais os motivos de tantas reprovações? A escolha pela graduação em Engenharia não é o que se queria? A metodologia de ensino empregada não é suficiente para motivá-los? Na busca por respostas a essas questões, a pesquisa explora o uso da metodologia de sala de aula invertida na disciplina de Cálculo, pela investigação da minha prática.

Durante meus primeiros anos de docência, a forma como eu ensinava o Cálculo era uma repetição daquilo que havia tido durante a graduação em Engenharia de Controle e Automação. Lembrava, a partir dos meus cadernos e anotações, a forma como a professora explicava o conteúdo e tentava reproduzir a mesma maneira de ensino. Ainda na graduação, tive a oportunidade de atuar como monitor, o que acabou auxiliando meu trabalho inicial em sala de aula. Mas, com o passar do tempo, pude perceber que as mesmas dificuldades, que os meus colegas de graduação tinham, também existiam para os meus alunos.

Percebi que minhas aulas, muitas vezes, resumiam-se a regras e procedimentos do tipo resolva, calcule, derive, integre, sem buscar uma forma de incentivar meus alunos a estudarem. Esse método era determinado de maneira

---

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

genérica, para todos os períodos e cursos, utilizando a mesma metodologia de avaliação, com as mesmas estratégias e objetivos. Os resultados eram o temor do aluno em cursar a disciplina, a desmotivação para o aprendizado e a consequente evasão.

Passados alguns anos, o incômodo pelo elevado número de não aprovados e desistentes me fez começar a buscar por alguma solução, percebendo, na literatura, que esse problema não é uma realidade apenas local, mas que abrange grande parte dos cursos de Engenharia do Brasil.

Ainda sem saber ao certo sobre o que modificar nas aulas, os primeiros passos já haviam sido dados. Realizei um curso de pós-graduação *lato sensu* em Docência do Ensino Superior, que me proporcionou leituras sobre didática, metodologias de ensino e formas de avaliação. Na sequência, em pesquisas realizadas na *Internet*, encontrei materiais e vídeos, com destaque ao professor Ricardo Fragelli<sup>2</sup>, que desenvolveu algumas metodologias para suas turmas, entre elas, o “Método 300<sup>3</sup>” e o “Rei da Derivada<sup>4</sup>”; assim, apliquei tais métodos e percebi as consequências de mudanças na forma de abordagem do conteúdo, visto que motivavam os alunos e despertavam um interesse maior para a disciplina.

Comecei a compreender o que precisava modificar em minhas aulas e, então, aprofundi os estudos sobre metodologias para o ensino. Como o Cálculo é uma disciplina basilar e importante à formação do engenheiro, causava-me grande preocupação o fato dos estudantes não compreenderem tal matéria e a minha principal motivação era fazer com que o aluno percebesse sua importância, como ferramenta para a continuidade de seus estudos. Por meio de atividades articuladas com outras matérias e aplicação do “Rei da Derivada” e do “Método 300”, em duas turmas de Cálculo, no curso de Engenharia Civil, no ano de 2014, busquei uma maneira para os alunos conseguirem ver a importância e aplicabilidade dessa disciplina no decorrer do curso.

Na sequência, realizei mais uma pós-graduação *lato sensu*, um MBA em Educação Híbrida, Metodologias Ativas e Gestão da Aprendizagem, buscando por mais conhecimento sobre metodologias de ensino. Um dos resultados dessa

---

<sup>2</sup> Professor adjunto da UNB – Universidade de Brasília. Desenvolve pesquisas em sistemas inteligentes e adaptativos aplicados à educação, design educacional, técnicas e métodos educacionais baseados em aprendizagem ativa e colaborativa.

<sup>3</sup> Disponível em: <http://www.metodo300.com/>

<sup>4</sup> Disponível em: <https://www.reidaderivada.com/>

especialização foi a realização de uma aplicação da aprendizagem baseada em problemas para turmas de Cálculo, que resultou num maior engajamento dos alunos e na compreensão dos problemas propostos.

Logo, passados alguns anos e tendo realizado a aplicação de diferentes métodos de ensino, que encontrei em relatos e estudos na literatura, continuava inquieto sobre as metodologias de ensino, especificamente na área de Cálculo e, assim, cheguei ao mestrado, com a intenção de aprofundar minha investigação e buscar respostas às questões que culminaram nesta pesquisa.

Em Pozo (2002, p. 38), o autor afirma que o “Conhecer não é refletir a realidade, é elaborar modelos que pareçam o mais possível ao que sabemos desta realidade”. A evolução do mundo exige nova postura e cria novas expectativas para o direcionamento dos processos escolares de aprendizagem. A forma tradicional, de memorização e repetição de saberes, torna-se não suficiente e, ainda, em Pozo (2002, p. 40), “deve dar lugar a uma cultura da compreensão, da análise crítica e da reflexão sobre o que fazemos e acreditamos e não só do consumo, mediado e acelerado da tecnologia, de crenças e modo de fazer fabricado fora de nós”. Também, em Santos (2009, p. 14), há que:

Os professores devem estar preocupados não apenas em incutir nos alunos, desde o início de seus cursos, saberes fragmentados e desarticulados da vida cotidiana de cada um, mas em construir juntos um conhecimento que possibilite a compreensão da sociedade atual e suas contradições, que seja capaz de perceber as necessidades e possibilidades de mudanças para a construção do novo estilo de vida exigido pela atual sociedade.

Pela experiência das aulas e o confronto das teorias e leituras feitas até esse ponto, adentrei mais a investigação, propondo, então, utilizar a sala de aula invertida para o ensino de Cálculo nos cursos de Engenharia Civil, Elétrica e Mecânica, a fim de analisar se essa metodologia auxilia o entendimento do conteúdo da disciplina e possibilita a construção do conhecimento. Essa metodologia foi escolhida em razão de não ser explorada no contexto aqui proposto, conforme detalhado no Capítulo 4 da presente pesquisa.

O conceito da sala de aula invertida, para Talbert (2019, p. 27), é

[...] uma abordagem pedagógica na qual a instrução direta se desloca do espaço de aprendizagem grupal para o espaço de aprendizagem individual, e o espaço grupal resultante é transformado em um ambiente de aprendizagem interativo e dinâmico, em que o educador orienta os alunos

enquanto eles aplicam conceitos e se engajam criativamente no assunto.

Assumindo essa definição, a sala de aula invertida é uma metodologia na qual os alunos terão o primeiro contato com o conteúdo em um momento anterior à aula (aprendizagem individual) e, depois, retornam à turma, para discussão dos conceitos e aprofundamento. Também, trago, aqui, a experiência de dois professores, Jonathan Bergmann e Aaron Sams, que utilizaram vídeos produzidos, a partir do *PowerPoint*, com narrações para que os seus alunos tivessem acesso prévio ao conteúdo. Ao invés da aula ser totalmente expositiva, eram disponibilizados os materiais de ensino, como videoaulas, para que os alunos pudessem estudar e ver as explicações quantas vezes fossem necessárias (BERGMANN; SANS, 2012). Essa metodologia, segundo os autores, possibilitou maior dinâmica na sala de aula e pensamento crítico entre os alunos e, também, na relação entre professor e aluno. Nesse contexto, Filatro e Cavalcanti (2018) ressaltam que os alunos passam de somente ouvintes para agentes ativos do processo e que o professor assume a função de moderar ao discutir as análises sobre o tema.

Para Milman (2012), os benefícios da sala de aula invertida são: 1) aumento do tempo para instrução; 2) os alunos podem estudar no seu tempo e ritmo; 3) os alunos podem assistir às videoaulas gravadas em qualquer dispositivo móvel, enquanto estiverem disponíveis; 4) as aulas podem ser assistidas quantas vezes forem necessárias para melhor entendimento; e 5) as aulas gravadas proporcionam ao professor utilizar o tempo de sala de aula para atividades com os alunos.

Dessa forma, espera-se que esta pesquisa contribua para professores e pesquisadores que investigam sobre a Educação Matemática, especificamente para disciplinas de Cálculo em cursos de Engenharia, refletindo sobre a sala de aula invertida, com a proposição, também, de uma avaliação e reflexão da própria prática docente, o que poderá auxiliar a formação de professores.

Nas seções subsequentes, problematizarei a pesquisa, trazendo evidências de sua importância; há a delimitação, em que apresento as informações sobre as turmas, quando a construção dos dados foi realizada; a justificativa, que contextualiza as discussões sobre o ensino de Cálculo nos cursos de Engenharia e, por fim, os objetivos e a organização desta pesquisa, em seus respectivos capítulos. Durante o processo de análise de dados e no desenvolvimento desta dissertação, utilizo o pronome na primeira pessoa do singular. Em alguns outros momentos, o verbo na

terceira pessoa do singular, quando se tratar de trabalhos que envolvam mais de dois autores.

### **1.1 Problema de pesquisa**

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, se desfaz em desinteresse à matrícula, desistência, evasão ou dispersão do diploma. Algumas dessas causas se relacionam às dificuldades que os alunos têm para acompanhar disciplinas consideradas básicas, como Física e Cálculo, conforme consta em Oliveira (2019) e na pesquisa do Instituto de Educação Tecnológica (IETEC, 2016). Para Oliveira (2019, p. 4),

Não há dados finais sobre as motivações da alta evasão dos cursos de Engenharia ou referente à busca pelo curso. De qualquer forma o desfecho, fica evidenciado, se relaciona com o despreparo original dos estudantes e a ausência de políticas adequadas de acolhimento ou nivelamento pelas instituições, bem como pela organização curricular, muitas vezes não atraente, que, entre outros desestímulos, não aproxima os estudantes dos ambientes profissionais nem estabelece diálogos ativos com o emprego.

Políticas de acolhimento ou nivelamento são realizadas anualmente na instituição onde leciono, mas, ainda assim, não foi possível conter o alto índice de não aprovação. A partir de então, percebo que a problemática pela qual passo por esses anos de docência é também reflexo de como sou professor, já que, por vezes, era desafiador elaborar uma aula com metodologias diferentes das que eu estava acostumado no dia a dia e desanimador quando alguns alunos não tinham o interesse em participar; além do mais, era desafiador deparar-se com o despreparo do aluno ao ingressar na graduação, com dificuldades em Matemática. Por fim, as indagações iniciais, que surgiram como motivação para esta pesquisa, ganham um novo horizonte para ser explorado em não somente modificar a metodologia utilizada em sala de aula, mas também em compreender os reflexos que causam na forma como os alunos se preparam para seus estudos.

Diante desse cenário, esta pesquisa buscou responder à seguinte questão: quais são as possíveis contribuições da metodologia de sala de aula invertida para o

ensino de Cálculo em cursos de Engenharia?

## 1.2 Delimitação

A pesquisa foi desenvolvida com alunos dos cursos de Engenharia Civil, Elétrica e Mecânica do Centro Universitário Assis Gurgacz (FAG), campus Cascavel/PR, em duas turmas, no ano de 2021. Foram abordados os conteúdos da disciplina de Cálculo, conforme ementa em vigor das grades dos cursos (ANEXO A).

## 1.3 Justificativa

Em busca de alguma solução para o problema apresentado, constatei, na literatura, 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 melhora das notas dos alunos nas avaliações nas disciplinas de Cálculo, a exemplo de (SILVA, 2011; VOGADO, 2014; ROSAS *et al.*, 2019; TING *et al.*, 2019; ZABALA *et al.*, 2019).

Os alunos, ao chegarem ao Ensino Superior, têm um perfil muito peculiar, conectados às redes sociais, com algumas dificuldades em se concentrar a longas exposições; assim, encontram dificuldades para permanecer cursando alguma disciplina e/ou curso. Essas características podem gerar um problema para o professor: manter a concentração dos alunos durante as explicações e apresentações de conteúdo. Esse tipo de problema acentua-se nos cursos de Engenharia, que exigem uma carga de conhecimentos específicos, relacionados à Matemática, adicionando, então, uma dificuldade de adaptação ao Ensino Superior (OLIVEIRA, 2019).

A preocupação com os cursos de Engenharia, principalmente no aspecto do ensino, é trazida pela Associação Brasileira de Educação em Engenharia (ABENGE), fundada em 12 de outubro de 1973, que, desde então, com encontros anuais, intitulados de Congresso Brasileiro de Educação em Engenharia (COBENGE), possibilita a missão de “produzir mudanças necessárias para melhoria da qualidade de ensino de graduação [...] em Engenharia no Brasil, contribuindo [...] para a

formação de profissionais cada vez mais qualificados e capacitados [...]”(ABENGE, 1973, p. 1). Nesses encontros, dos quais já participei, são debatidas, em palestras, cursos e trabalhos, de todas as instituições do Brasil, as realidades do ensino de Engenharia com temas que abrangem não somente a metodologia em sala de aula, mas também os currículos e a qualidade, que envolvem desde o acolhimento do aluno até a conclusão do curso.

Nesse sentido, além de programas de recepção e integração dos alunos nos cursos de Engenharia, a discussão sobre metodologias de ensino tem ganhado espaço, para a adaptação do estudante ao Ensino Superior, com vistas à superação das dificuldades apresentadas. 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 ativo, que deve participar do processo de aprendizagem, o qual pode ser intermediado por tecnologias, enquanto reflete sobre aquilo que está fazendo. A sala de aula invertida é considerada uma metodologia ativa, que atende a essa definição, uma vez que busca colocar o aluno como agente ativo do processo de ensino e aprendizagem.

Pires (2016, p. 23) constata que “estamos passando por um processo de reformulação metodológica na educação, sendo quase impossível continuar a reproduzir procedimentos antigos se o homem, por meio de novas tecnologias [...] cria uma nova natureza”. Assim, professores precisam utilizar diferentes tecnologias e metodologias na busca de melhora no desempenho de seus alunos. Nesse contexto, a adoção da sala de aula invertida pode se apresentar como uma possibilidade às disciplinas de Cálculo, buscando possibilitar maior engajamento aos alunos e, assim, contribuir para a diminuição da taxa de desistência que essa disciplina apresenta.

#### **1.4 Objetivos**

O objetivo geral é compreender as possíveis contribuições da metodologia de sala de aula invertida na disciplina de Cálculo, em cursos de Engenharia Civil, Elétrica e Mecânica, além de seus reflexos nos processos de ensino e aprendizagem.

São objetivos específicos:

- Avaliar a participação dos alunos na metodologia de sala de aula invertida na disciplina de Cálculo;
- Verificar os benefícios da sala de aula invertida e sua integração com outras metodologias;
- Propor possibilidades de uso da sala de aula invertida com diferentes tecnologias digitais.

### **1.5 Estrutura da dissertação**

Este documento foi assim estruturado:

Neste corrente Capítulo, é apresentada a introdução, explanando o problema de pesquisa, bem como a questão norteadora, as delimitações, justificativas, objetivos geral e específicos.

O Capítulo 2 apresenta a contextualização do ensino de Cálculo, em que é abordado sobre as pesquisas da área de Educação Matemática, sobre como os pesquisadores abordam essa problemática e, também, há um breve histórico dos cursos de Engenharia.

A Revisão Sistemática da Literatura (RSL) é apresentada no Capítulo 3, em que se explana sobre o resultado dos estudos e trabalhos correlatos feitos sobre metodologias ativas, tecnologias e Cálculo, nos cursos de Engenharia.

No Capítulo 4, é abordado o conceito da sala de aula invertida, bem como trabalhos correlatos, teses e dissertações que tratam da aplicação dessa metodologia para o ensino de Cálculo, além da investigação da própria prática.

O Capítulo 5 evidencia a metodologia, com o processo de como foi aplicada a sala de aula invertida, a investigação da própria prática e o procedimento para a construção dos dados, que são analisados e discutidos no Capítulo 6.

Por fim, o Capítulo 7 contém o desfecho desta pesquisa, apontando as conclusões acerca da indagação inicial e os objetivos, também direcionando para a continuação dos estudos sobre metodologias ativas e o ensino de Cálculo.

## CAPÍTULO 2

### CONTEXTUALIZANDO O ENSINO DE CÁLCULO

Este Capítulo apresenta uma discussão sobre Educação Matemática e o ensino de Cálculo nos cursos de Engenharia, abordando aspectos históricos da implantação dessa disciplina nessas graduações. Também, é organizado, neste Capítulo, o campo teórico que é desenvolvido desde o início da pesquisa, que acompanha o processo de investigação da própria prática. Pesquisas, como as de Rezende (2003), Abreu (2011), Alves (2021), entre outros, auxiliam o entendimento sobre os problemas do ensino de Cálculo, sob a ótica da Educação Matemática. Foram definidos, a partir da literatura, os conceitos utilizados, que serviram também de base às discussões nos capítulos subsequentes.

#### 2.1 O Ensino de Cálculo e a Educação Matemática

Discussões sobre o ensino e aprendizagem de Cálculo são realizadas há décadas e parece ser um assunto que não se esgota. Abordam-se os altos índices de não aprovação nessa disciplina, independentemente do curso ao qual esteja atrelada. No âmbito da Educação Matemática, pesquisadores buscam elucidar sobre o ensino e aprendizagem de forma a encontrar soluções que possam atenuar essa problemática.

Abreu (2011, p. 439) relata que “há muito que se pesquisar no ensino de Cálculo, principalmente quando consideramos que, na grande maioria das salas de aula, o ‘fazer pedagógico’ está, normalmente, direcionado a uma abordagem livresca e centrada no professor”. Nesta pesquisa, de início, já se percebe a colocação do autor em expor que há muito para pesquisar principalmente verificando sobre o ‘fazer pedagógico’, ou seja, sobre as metodologias utilizadas em sala de aula. É possível observar algo similar em Alves (2021, p. 24), que inicia sua fundamentação teórica com o seguinte trecho:

O ensino e a aprendizagem de CDI são temáticas que têm ganhado espaço no âmbito da Educação Matemática, gerando pesquisas que buscam compreender e apresentar propostas para minimizar dificuldades encontradas por estudantes na aprendizagem dessa disciplina e que culminam nos altos índices de reprovação.

Observando as pesquisas de Barufi (1999), Rezende (2003), Abreu (2011) e Alves (2021), os pesquisadores não tentam apontar culpados no insucesso que o Cálculo tem em diversas graduações, quando alunos entram nos cursos e acabam por desistir ou não serem aprovados. Perguntas como: de quem é a culpa? Do professor? Do aluno? Do sistema? – surgem insistentemente e, assim, as discussões e abordagens que envolvem o conceito do ensino e aprendizagem são aprofundadas sob o ponto de vista de cada pesquisador.

Por vezes, parece não haver um consenso sobre como explicar o número expressivo de não aprovações. A abordagem didática de alguns professores, no esquema quadro-giz, ou uma preparação inadequada do aluno no Ensino Médio sempre aparece como tema recorrente nessas explicações (ABREU, 2011).

Ao observar os aspectos que envolvem os alunos, Trevisan e Mendes (2018) destacam que, no geral, os estudantes, ao ingressarem em diferentes cursos de graduação, apresentam uma dinâmica de estudo desenvolvida na Educação Básica, priorizando aspectos relacionados à memorização e mecanização de procedimentos. Além disso, esses alunos trazem a falta de experiência com atividades de caráter investigativo, trabalhando, muitas vezes, de forma individual, o que acaba por apresentar dificuldades na exposição de ideias nos exercícios em grupos ou para toda a sala. Nesse sentido, por mais que diferentes metodologias sejam empregadas em sala de aula, o aluno encontra dificuldades em acompanhar as matérias.

Quando esses mesmos alunos chegam à universidade, veem uma realidade não totalmente diferente das que estavam habituados, pois as estratégias da maioria dos docentes, lecionando Cálculo, estão atreladas a um esquema de exposição de definições e exemplos que trazem os conteúdos da disciplina seguidos de listas de exercícios. Para Alves (2021), em se tratando dos cursos de Engenharia, essa prática parece ser a mais adotada.

Uma característica que adentra os currículos de Cálculo e acaba por definir uma sequência do curso é verificada em Rezende (2003, p. 8) que mostra, a partir da análise de textos didáticos, usualmente empregados nessa disciplina, a

“predominância da sequência *Cauchy-Weierstrass* na organização didática dos seus conteúdos programáticos [...] fundamentados em Limite-Continuidade-Derivada-Integral”, o que acaba, por vezes, determinando a ordem, que prevalece na realização dos cursos das nossas universidades. Essa atitude no Ensino Superior, segundo Rezende (2003), é um dos principais obstáculos de aprendizagem, com a carência de algumas ideias e problemas construtores do Cálculo. Embora apontado por Rezende (2003), o objetivo, aqui, nesta pesquisa, foi investigar a própria prática utilizando a metodologia da sala de aula invertida, não propondo uma nova organização didática do conteúdo de Cálculo.

Ainda que tente encontrar explicação para o não sucesso de muitos alunos, quando consideradas essas explicações isoladamente, incorre, assim, numa tentativa de reduzir a uma causa única um problema que pode ter múltiplas explicações. Também, existem os aspectos repetitivos e algoritmos, que aparecem na conclusão de alguns estudos, como citado em Frota (2006) e Abreu (2011). Para esses autores, parece haver um consenso de que o Cálculo precisa libertar-se das amarras de um ensino passo a passo, que apenas conduz a uma aprendizagem de procedimentos e não a um conhecimento matemático relacional ao indivíduo.

Sob o aspecto de metodologias que buscam a repetição de um exercício, ou vários, isso pode ser de pouca ajuda no desenvolvimento de habilidades, principalmente se esses exercícios não estiverem associados a algum contexto de significado para o aluno, afirma Abreu (2011). Esse entendimento não é pontual. Pesquisas, com mais de uma década, já discorreram sobre esse aspecto metodológico, conforme indicado em Barufi (1999):

A fim de minimizar o insucesso na construção do conhecimento significativo, a saída, muitas vezes adotada, é a de privilegiar a aplicação do cálculo, apresentando um grande número de problemas e exercícios, muitas vezes repetitivos, onde o aluno acaba memorizando, de alguma forma, processos de resolução. Neste sentido, reduz-se a ideia, o conceito, ao algoritmo [...] (BARUFI, 1999, p. 162).

Muitas vezes, a saída que o professor encontra para demonstrar a aplicação é na repetição de vários exercícios. Quando é verificado o comportamento dos alunos e aspectos de procedimentos quanto ao desenvolvimento das atividades, frente ao significado desses, as pesquisas de Pinto (2001) e Meyer (2003) vão esclarecer que os alunos são provenientes de um sistema em que a Matemática está centrada em

cálculos e manipulação de símbolos, sendo essa uma forma única de aprendizagem; há também a característica de muitos alunos, embora já tenham cursado Cálculo e saberem determinar derivadas de inúmeras funções, por exemplo, produzirem significados que não são os pretendidos pelo sistema educacional.

Esses problemas são comumente identificados por professores em suas salas de aula e por pesquisadores em relatos de pesquisas na literatura. Em Frota (2006, p. 2), há o relato de que “a sala de aula de Cálculo tem sido afetada por fatores decorrentes, em parte, de um ensino universitário de massa: excessivo número de alunos, grande parte desmotivada, ou apresentando lacunas na formação Matemática básica”, o que interfere nos processos dentro de sala de aula e dificulta aos professores adotarem estratégias para motivar e buscar solucionar as faltas na formação desses alunos, juntamente com o conteúdo que deve ser apresentado na disciplina.

Todas essas questões devem ser objeto de reflexão por parte de todos os responsáveis, sejam alunos ou professores, nos processos de ensino e aprendizagem. Como professor, é preciso refletir o papel da disciplina na formação Matemática dos alunos; e os alunos devem reconhecer a importância da construção dos conceitos para a sua formação.

No que diz respeito às pesquisas sobre os processos de ensino e aprendizagem, Alves (2021) afirma que:

As pesquisas acerca dos processos de ensino e de aprendizagem no âmbito do CDI, bem como metodologias e/ou estratégias de ensino diferenciadas da prática tradicional, como a resolução de problemas, a modelagem matemática ou o uso de tecnologias digitais de informação e comunicação, buscam compreender e minimizar dificuldades que culminam em altos índices de reprovação nessa disciplina. De modo geral, “reverter” a situação dos altos índices de reprovação implica a adoção de propostas pedagógicas nas quais os estudantes tenham um papel ativo e trabalhem, quando possível, em grupos, em tarefas não precedidas de exemplos, que sejam desencadeadoras de discussões e que contribuam para elaborações conceituais (ALVES, 2021, p. 24-25).

Embora a pesquisa de Alves (2021) traga a problemática que busca minimizar as dificuldades encontradas, estratégias de ensino, aliadas ao uso de tecnologias digitais, são fatores importantes a se considerar. Um movimento intitulado *Calculus Reform*, da década de 1980, mostrou uma preocupação mundial com o fracasso em Cálculo e também com a dificuldade de fazer com que os alunos compreendam os

procedimentos e conceitos dessa disciplina. Esse movimento procurou reformar o ensino, principalmente em direção ao uso de tecnologias nos processos de ensino e aprendizagem (COMETTI, 2018).

Resumidamente, as pesquisas sobre o ensino de Cálculo, na visão dos pesquisadores da área de Educação Matemática, requerem cuidados referentes aos agentes envolvidos – professor, aluno e instituição de ensino – para propor soluções que atendam às demandas de sala de aula, observando metodologias e tecnologias que possam contribuir para o processo de ensino e aprendizagem.

## **2.2 Ensino de Cálculo nos cursos de Engenharia**

Buscando em termos históricos, pode-se dizer que o Cálculo foi introduzido nos estudos da Educação Brasileira:

Com a chegada de D. João VI ao Brasil, várias mudanças surgiram ligadas à educação e a cultura. [...] Essas mudanças ocasionaram pela primeira vez no Brasil, no curso Mathematico, sediado na academia Real Militar, a disciplina de Cálculo Diferencial e Integral, não especificamente com esse título. Todo conteúdo ali ensinado baseava-se nas obras do francês Sylvestre François Lacroix (1765 – 1843) (LIMA, 2017, p. 53).

Em meio a isso, iniciam-se as primeiras escolas politécnicas no Brasil, com cursos de Engenharia. A Real Academia de Artilharia, Fortificação e Desenho, instalada na cidade do Rio de Janeiro, em 17 de dezembro de 1792, é considerada a primeira escola de Engenharia do Brasil. Nessas primeiras escolas, os candidatos deveriam mostrar conhecimento das quatro operações da aritmética para ingresso. No início, o curso tinha duração de sete anos, sendo que, nos primeiros quatro, o aluno dedicava-se ao conhecimento de Matemática e Física; nos demais, aos conhecimentos específicos técnicos da área (OLIVEIRA, 2019).

Com o passar do tempo, os cursos de Engenharia foram ofertados pelas demais instituições de ensino do país e a Matemática continuou como uma das disciplinas básicas para ingresso no curso e formação do engenheiro. Foi preciso reestruturar a organização curricular, tendo em vista as atualizações nas matrizes e aprovação de diferentes leis sobre o ensino no Brasil, de forma que, ao ingressarem

na graduação em Engenharia, os candidatos tivessem capacidade para acompanhar a formação, tendo, para isso, uma base forte (principalmente da Matemática) para prosseguir no curso (OLIVEIRA, 2019).

O Cálculo foi introduzido nos cursos superiores do Brasil como uma disciplina que deveria prover aos futuros engenheiros o subsídio matemático necessário para que pudessem solucionar problemas de suas áreas de atuação. Desde a sua introdução nas universidades brasileiras, essa disciplina passou por grandes transformações e teve como uma de suas características mais marcantes a valorização do rigor simbólico-formal na apresentação dos conteúdos. Já a partir de meados da década de 1950, os ingressantes no Ensino Superior, que cursavam a disciplina, enfrentavam dificuldades, o que levou as instituições a introduzirem uma matéria de pré-cálculo como pré-requisito (OLIVEIRA, 2019).

Em pesquisas, como a de Barros e Meloni (2006), é apontado que o Cálculo é uma das disciplinas básicas dos cursos de Engenharia que auxilia os alunos na resolução de problemas ligados à Física e a problemas reais do cotidiano do futuro engenheiro. Seus conceitos permitem tratar de fenômenos, como um corpo em queda, crescimento populacional, propagação de calor, entre outros. Utilizando as definições de modelagem, essa se mostra como um instrumento eficaz para a resolução de situações concretas que envolvem a ideia de taxa de variação.

O trabalho de Barros e Meloni (2006) apresenta resultados que enfatizam a metodologia usada pela maioria dos professores, que priorizam a aula expositiva, a qual é centrada em falas e os conceitos são apresentados como algo pronto e acabado. Os alunos, por sua vez, acabam resolvendo mecanicamente os exercícios propostos, sem que se exija criatividade e reflexão frente aos problemas, o que os leva a questionar, muitas vezes, a razão dessa matéria dentro de sua grade curricular, ou seja, os cursos de Cálculo, em geral, ainda priorizam mais as operações e técnicas do que a significação para o aluno (BARROS; MELONI, 2006).

Na tese de Menoncini (2018), é apontado que os processos de ensino e aprendizagem ganham atenção de pesquisadores a partir da década de 90. Os grandes índices de não aprovação e desistências fazem alguns estudiosos discutirem para buscar elementos que contribuam a fim de diminuir essas duas constatações, ainda que possam estar interrelacionadas.

Em geral, nos cursos de Engenharia, verifica-se ainda a predominância do

mesmo modelo das escolas antigas. A divisão dos currículos entre disciplinas “básicas” e “profissionalizantes”, em que o Cálculo é considerado como disciplina básica, dificulta o entendimento do aluno na prática das disciplinas, ou seja, não consegue colocar em prática projetos e situações problemas, de forma a trabalhar o que aprendeu durante a graduação. Quando refletido sobre os aspectos didáticos, é possível verificar um problema na aprendizagem, que merece especial atenção em relação às metodologias de ensino adotadas (MENONCINI, 2018).

Trevisan e Mendes (2018) defendem a organização de ambientes de ensino e aprendizagem pautados em resolução de tarefas – atividades em que os alunos precisam resolver algum problema – e apontam características que os estudantes apresentam ao ingressarem nos cursos de Engenharia, entre elas: falta de experiência com tarefas de caráter investigativo; concepções equivocadas sobre alguns conceitos matemáticos; hábitos de trabalhar individualmente; dificuldade em expor e discutir suas ideias. Também, as experiências trazidas pelos autores (GUIMARÃES, 2018, AMARAL, GONÇALVES JÚNIOR, 2018 e SILVA, JARDIM, 2018) mostram que a preocupação com o Cálculo nos cursos de Engenharia atravessa décadas, de maneira que buscaram minimizar o número de repetições e estratégias de ensino que propusessem, aos alunos, desafios para aplicar a teoria aprendida em sala de aula.

Especificamente sobre os cursos de Engenharia no Brasil, as Diretrizes Curriculares Nacionais (DCN) de 2002 (BRASIL, 2002) colocaram em foco o desenvolvimento de competências e a abordagem dos conteúdos necessários à formação do engenheiro, com um novo estímulo à diversidade das formas de aprendizado, priorizando a interação com metodologias e experiências em sala de aula. Na última atualização, em abril de 2019, as atuais DCN relacionam diretamente as metodologias ativas em seu processo de ensino e aprendizagem.

Passando por diversas transformações, ao longo dos anos, não houve uma preocupação em discutir quais deveriam ser os objetivos específicos da disciplina de Cálculo e, principalmente, o seu papel, em um curso de Engenharia. Assim, os problemas, envolvendo o ensino e aprendizagem, continuam como temas recorrentes de pesquisas. No Capítulo 3, são apresentados trabalhos que identificam possibilidades de contribuições, como a adoção de metodologias e estratégias aliadas ao uso de tecnologias.

## CAPÍTULO 3

### REVISÃO SISTEMÁTICA DA LITERATURA

Tendo em vista que existem já muitas pesquisas que versam sobre a temática, faz-se necessário um olhar integrativo, que permita avançar a partir do que já está posto na literatura. Dessa forma, este Capítulo tratará das pesquisas já publicadas, a partir de um protocolo de busca, com um revisão sistemática da literatura<sup>5</sup>. Uma RSL é uma metodologia de pesquisa que utiliza como fonte de dados a bibliografia sobre algum tema ou assunto de interesse. Na RSL, é disponibilizado um resumo das principais evidências relacionadas a estudos específicos, mediante a utilização de métodos explícitos e sistematizados de busca, leitura crítica e síntese da informação selecionada. Sua importância efetiva-se pela integração de um conjunto de estudos realizados separadamente sobre determinado tema ou assunto, que podem apresentar resultados conflitantes e/ou coincidentes, bem como identificar temas que necessitam de novas evidências, auxiliando a investigação da pesquisa (SAMPAIO, MANCINI, 2007).

Conforme Demerval *et al.* (2016), RSL são caracterizadas por serem estudos secundários, pois revisam os estudos primários referentes a uma ou mais questões de pesquisa específica com o objetivo de sintetizar as evidências relacionadas à questão, cujo método foi considerado para responder à problemática proposta. A RSL proporciona clareza quanto ao procedimento adotado para a condução do levantamento dos dados, a qual deve ser executada de acordo com uma estratégia previamente definida e que permita ser auditada.

#### 3.1 Planejamento e protocolo de busca

O primeiro passo, ao iniciar a RSL, foi pesquisar em plataformas de busca por trabalhos semelhantes, que tratassem do mesmo tema proposto nesta pesquisa.

---

<sup>5</sup> A RSL deste Capítulo foi publicada no vol. 41 da Revista de Ensino de Engenharia, sob o título: Metodologias ativas e o ensino de Cálculo Diferencial e Integral I em cursos de Engenharia – Uma revisão da literatura, acessível pelo endereço eletrônico <http://revista.educacao.ws/revista/index.php/abenge/article/view/1952>.

Dentre as principais atividades relacionadas ao planejamento de uma RSL, estão as especificações das questões de interesse, das *strings*<sup>6</sup> de busca e da estratégia de busca. Para a RSL desta investigação, consideraram-se as seguintes questões:

1. Quais metodologias de ensino e tecnologias digitais têm sido aplicadas para quais conteúdos, no ensino de Cálculo, para os cursos de Engenharia?
2. Quais métodos avaliativos foram aplicados? Houve diferença no engajamento dos alunos, quando utilizadas metodologias ativas alinhadas às tecnologias digitais?
3. Quais as principais dificuldades encontradas nessas práticas (metodologias de ensino), na visão dos professores e dos alunos?

Para a definição das *strings* de busca, foi selecionado um conjunto de palavras-chave sobre metodologias ativas, Cálculo, cursos de Engenharia e tecnologias na educação, fazendo correspondência com as questões de investigação, e foram verificadas as palavras sinônimas e grafias alternativas para otimização da busca. O conjunto de palavras-chave foi testado em diferentes bancos de dados e, a partir desses resultados, foram refinadas; junto a operadores *booleanos* para conexão, ficou definida a *string* de busca exibida no Quadro 1.

***Metodologia de ensino OR Método de ensino OR Metodologias ativas OR Ensino e aprendizagem OR Jogos digitais OR Software educacional OR Ferramentas de ensino-aprendizagem OR Gamificação OR Engenharia AND Cálculo Diferencial e Integral OR Cálculo Diferencial OR Cálculo Integral***

**Quadro 1:** *String* de busca  
**Fonte:** Autor (2021).

Como não é possível utilizar a *string* no mesmo formato para todas as bases de dados, que possuem mecanismo de busca avançada com características específicas, no Quadro 2, é apresentada uma *string* adaptada para cada base de dados selecionada, nos idiomas inglês e português.

---

<sup>6</sup> Em tradução livre, significa “fragmento”. Define-se como sendo um trecho de texto geralmente curto, que consiste em letras, números ou símbolos. Utilizado em pesquisas com grandes quantidades de informações.

A lista de fontes incluiu artigos, teses e dissertações disponíveis nas seguintes bibliotecas digitais: *Scopus*<sup>7</sup>, *IEEE explorer*<sup>8</sup>, *Web of Science*<sup>9</sup>, *Scielo*<sup>10</sup>, *Science direct*<sup>11</sup>, *Engineering Village*<sup>12</sup>, *Capes*<sup>13</sup> e *BDTD*<sup>14</sup>. Para os critérios de inclusão (Quadro 3), foram considerados os estudos que tratam da disciplina de Cálculo em cursos de Engenharia, utilizando metodologias de ensino, especificamente metodologias ativas, e os recursos utilizados em sala de aula.

Os critérios de exclusão, no Quadro 4, abrangeram estudos que descreveram apenas metodologias que não fossem utilizadas na disciplina de Cálculo, publicações não acessíveis gratuitamente na íntegra (ou indisponíveis), estudos que não tratassem do ensino superior, fora dos idiomas previamente selecionados e, também, fora do período estabelecido.

Base de Dados	String de busca
BDTD	<p>(Metodologia de ensino OR Método de ensino OR Metodologias ativas OR Ensino e aprendizagem OR Jogos digitais OR Software educacional OR Ferramentas de ensino-aprendizagem OR Gamificação) AND (Cálculo Diferencial e Integral OR Cálculo Diferencial OR Cálculo Integral OR Engenharia)</p> <p><i>(Teaching methodology OR Active methodologies OR Teaching and Learning OR Digital Games OR Teaching method OR Gamification OR Engineering Educational Software OR Teaching-Learning Tools) AND (Differential and Integral calculus OR Integral Calculus OR Differential Calculus)</i></p>

(Continua)

<sup>7</sup> <https://www.elsevier.com/pt-br/solutions/scopus> - Banco de dados de resumos e citações de artigos para jornais/revistas acadêmicos.

<sup>8</sup> <https://ieeexplore.ieee.org/Xplore/home.jsp> - Banco de dados de pesquisa para descoberta e acesso a artigos de periódicos, anais de conferências, normas técnicas e materiais

<sup>9</sup> <https://webofknowledge.com> - Site que fornece acesso baseado em assinatura a vários bancos de dados que fornecem dados abrangentes de citações para muitas disciplinas acadêmicas diferentes.

<sup>10</sup> <https://www.scielo.org/> - É um site para a publicação eletrônica cooperativa de periódicos científicos na internet.

<sup>11</sup> <https://www.sciencedirect.com/> - É uma plataforma para acesso de aproximadamente 2500 revistas científicas e mais de 26000 e-books.

<sup>12</sup> <https://www.engineeringvillage.com/home.url> - É uma plataforma de busca de informações relacionadas à engenharia, que inclui publicações, conferências, dissertações e patentes.

<sup>13</sup> <https://www.periodicos.capes.gov.br/> - Fornece, por meio do site mantido pela Capes (Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior), acesso a diversos conteúdos em formato eletrônico.

<sup>14</sup> <https://bdtd.ibict.br/> - Biblioteca Digital Brasileira de Teses e Dissertações (BDTD), que integra os sistemas de informação de teses e dissertações existentes nas instituições de ensino e pesquisa.

(Continuação do Quadro 2)

<b>Base de Dados</b>	<b>String de busca</b>
Capes – Repositórios de teses e dissertações	<p>Metodologia de ensino OR Método de ensino OR Metodologias ativas OR Ensino e aprendizagem OR Jogos digitais OR Software educacional OR Ferramentas de ensino-aprendizagem OR Gamificação OR Engenharia AND Cálculo Diferencial e Integral OR Cálculo Diferencial OR Cálculo Integral</p> <p><i>Teaching methodology OR Active methodologies OR Teaching and Learning OR Digital Games OR Teaching method OR Gamification OR Engineering Educational Software OR Teaching-Learning Tools AND Differential and Integral Calculus OR Integral Calculus OR Differential Calculus</i></p>
<i>Engineering Village</i>	<p><i>((Teaching methodology OR Active methodologies OR Teaching method OR Teaching and Learning OR Digital Games OR Educational Software OR Gamification OR Engineering OR Teaching-Learning Tools) AND (Differential and Integral Calculus OR Differential Calculus OR Integral Calculus))</i></p>
<i>IEEE Xplore</i>	<p><i>ALL ("Teaching methodology*" OR "Teaching method*" OR "Active methodologies*" OR "Teaching and Learning" OR "Engineering" OR "gamification" OR "Digital Games" OR "Educational Software" OR "Teaching-Learning Tools") AND ("Differential and Integral Calculus" OR "Differential Calculus" OR "Integral Calculus")</i></p>
<i>Science Direct</i>	<p><i>TITLE-ABS-KEY ((Teaching methodology OR Teaching method OR Active methodologies OR Teaching and Learning OR Engineering OR Digital Games OR gamification OR Educational Software Teaching-Learning Tools) AND (Differential and integral calculus OR Differential calculus OR integral calculus))</i></p>

(Continua)

(Continuação do Quadro 2)

Base de Dados	String de busca
Scielo	<p>Metodologia de ensino OR Método de ensino OR Metodologias ativas OR Ensino e aprendizagem OR Jogos digitais OR Software educacional OR Ferramentas de ensino-aprendizagem OR Gamificação AND Cálculo Diferencial e Integral AND Cálculo Diferencial AND Cálculo Integral AND Engenharia</p> <p><i>Teaching methodology OR Active methodologies OR Teaching and Learning OR Digital Games OR Teaching method OR Gamification OR Engineering Educational Software OR Teaching-Learning Tools AND Differential and Integral Calculus OR Integral Calculus OR Differential Calculus</i></p>
Scopus	<p><i>TITLE-ABS-KEY ("Teaching methodology*" OR "Teaching method*" OR "Active methodologies*" OR "Teaching and Learning" OR "Engineering" OR "gamification" OR "Digital Games" OR "Educational Software" OR "Teaching-Learning Tools") AND ("Differential and integral calculus" OR "Differential calculus" OR "integral calculus") AND (LIMIT-TO (PUBYEAR, 2019) OR LIMIT-TO (PUBYEAR, 2018) OR LIMIT-TO (PUBYEAR, 2017) OR LIMIT-TO (PUBYEAR, 2016) OR LIMIT-TO (PUBYEAR, 2015) OR LIMIT-TO (PUBYEAR, 2014) OR LIMIT-TO (PUBYEAR, 2013) OR LIMIT-TO (PUBYEAR, 2012) OR LIMIT-TO (PUBYEAR, 2011) OR LIMIT-TO (PUBYEAR, 2010) OR LIMIT-TO (PUBYEAR, 2009)) AND (LIMIT-TO (LANGUAGE, "English") OR LIMIT-TO (LANGUAGE, "Portuguese"))</i></p>
Web of Science	<p><i>ALL = ("Teaching methodology*" OR "Teaching method*" OR "Active methodologies*" OR "Teaching and Learning Tools" OR "Engineering" OR "gamification" OR "Digital Games" OR "Educational Software" OR "Teaching-Learning Tools") AND ("Differential and Integral Calculus" OR "Differential Calculus" OR "Integral Calculus")</i></p>

**Quadro 2:** String de busca utilizada em cada repositório de dados

**Fonte:** Autor (2021).

Para a busca, foram utilizados os seguintes procedimentos:

- I. Pesquisar os estudos utilizando a *string* de busca para o período de 2009-2019 (período pré-pandemia);

- II. Excluir os estudos duplicados;
- III. Filtrar publicações por título, palavras-chave e resumo utilizando os critérios de inclusão e exclusão;
- IV. Leitura dos estudos selecionados;
- V. Extração dos dados;
- VI. Síntese dos resultados.

<b>Critérios de inclusão</b>	
I1	Disciplina de Cálculo
I2	Cursos de Engenharia e Ciências Exatas
I3	Metodologias de ensino utilizadas nas disciplinas de Cálculo
I4	Recursos tecnológicos em sala de aula
I5	Metodologias ativas no ensino de Cálculo

**Quadro 3:** Critérios de inclusão  
**Fonte:** Autor (2021).

<b>Critérios de exclusão</b>	
E1	Repetição
E2	Em diferentes idiomas (português e inglês)
E3	Texto na íntegra não disponível gratuitamente
E4	Não relacionado ao ensino superior de matemática
E5	Não relacionado a metodologias de ensino

**Quadro 4:** Critérios de exclusão  
**Fonte:** Autor (2021).

### 3.2 Conduzindo a RSL

As buscas foram realizadas nas fontes durante o período de 01 a 05 de fevereiro de 2021, resultando em 1182 publicações. Em primeiro lugar, os arquivos duplicados foram eliminados; os critérios de inclusão e exclusão foram aplicados. Então, foram obtidas 94 publicações, cujos resumos completos foram lidos. A verificação da qualidade dos estudos primários foi realizada da seguinte forma: após a leitura dos artigos, que passaram pelos critérios de inclusão/exclusão pré-estabelecidos, foram considerados quais estudos responderam ao menos uma das

questões propostas por essa RSL. Na sequência, foram excluídos estudos duplicados, identificados após leitura completa das pesquisas. Dos 44 trabalhos inclusos, após esse filtro e leitura na íntegra, finalmente, chegou-se a 33 publicações. A partir de então, foi realizado o fichamento e a extração de dados (Tabela 1).

**Tabela 1:** Estudos primários selecionados

<b>Base de dados</b>	<b>Candidatos a estudos primários</b>	<b>Estudos primários identificados</b>	<b>Resultado após avaliação de qualidade</b>
<b>Scopus</b>	147	7	7
<b>IEEE explorer</b>	11	3	0
<b>Web Of Science</b>	191	3	3
<b>Scielo</b>	1	0	0
<b>Engineering Village</b>	530	14	11
<b>Capes</b>	151	5	3
<b>BDTD</b>	141	12	9
<b>Science Direct</b>	10	0	0
<b>Totais</b>	<b>1182</b>	<b>44</b>	<b>33</b>

Fonte: Autor (2021).

Para condução dessa RSL, foi utilizado o *software Microsoft Excel*, em conjunto com gerenciadores de referências bibliográficas (*JabRef*<sup>15</sup>, *Mendeley*<sup>16</sup> e *Zotero*<sup>17</sup>). O *Microsoft Excel* foi utilizado para criar as planilhas, com os critérios de inclusão e exclusão, e também para quantificar os trabalhos; para importação dos dados de pesquisa de cada base consultada, foi utilizado o *JabRef* e *Zotero*, de forma a obter os títulos e resumos das pesquisas. Com o *Mendeley*, foi possível obter os artigos completos no formato PDF. O objetivo do uso desses sistemas foi o de criar uma estratégia para extração dos dados que facilitasse a análise dos resultados obtidos.

### 3.3 Extração e análise dos dados

Ao término das etapas anteriores, foi realizada a leitura completa das 33

<sup>15</sup> [www.jabref.org](http://www.jabref.org)

<sup>16</sup> [www.mendeley.com](http://www.mendeley.com)

<sup>17</sup> [www.zotero.org](http://www.zotero.org)

publicações e feito um fichamento extraindo as informações relevantes para as questões dessa RSL, de cada estudo, para as respostas das perguntas da RSL. Para cada questão, foi adotada uma estratégia para atingir os objetivos propostos: na Questão 1, foram listadas as metodologias de ensino de cada pesquisa, juntamente com as tecnologias utilizadas e para quais conteúdos; na Questão 2, foram observados os métodos avaliativos e o engajamento dos alunos; para a Questão 3, verificaram-se as principais dificuldades. Ao listar cada pergunta, foram extraídos os dados fazendo a síntese das informações para análise. O Quadro 5 traz as publicações selecionadas assim identificadas: A01, A02, ... para os artigos; D01, D02, ... para as dissertações; T01, T02, para as teses.

A partir da identificação, os trabalhos foram classificados segundo as questões de pesquisa e agrupados por questão.

<b>ID</b>	<b>Referência</b>
<b>A01</b>	Silva-Garcia; Fernández-Samacá (2011)
<b>A02</b>	Kinnari-Korpela (2015)
<b>A03</b>	Bigotte <i>et al.</i> (2016)
<b>A04</b>	Mahayukti (2018)
<b>A05</b>	Tasman; Ahmad (2018)
<b>A06</b>	Abadi; Fiangga (2018)
<b>A07</b>	Wiryanto (2018)
<b>A08</b>	Mendezabal; Tindowen (2018)
<b>A09</b>	Martin-Vaquero <i>et al.</i> (2018)
<b>A10</b>	Flores <i>et al.</i> (2018)
<b>A11</b>	Zehra; Abbasi (2019)
<b>A12</b>	Pramuditya <i>et al.</i> (2019)
<b>A13</b>	Machromah <i>et al.</i> (2019)
<b>A14</b>	Rojas Suárez <i>et al.</i> (2019)
<b>A15</b>	Montoya; Prada (2019)
<b>A16</b>	Saraza <i>et al.</i> (2019)
<b>A17</b>	Aréchiga Maravillas <i>et al.</i> (2019)
<b>A18</b>	Zabala-Vargas <i>et al.</i> (2019)
<b>A19</b>	Rosas <i>et al.</i> (2019)
<b>A20</b>	Ting <i>et al.</i> (2019)

(Continua)

(Continuação do Quadro 5)

<b>ID</b>	<b>Referência</b>
<b>A21</b>	Pereira <i>et al.</i> (2019)
<b>D01</b>	Garcia; Oliveira (2010)
<b>D02</b>	Costa (2013)
<b>D03</b>	Monção (2015)
<b>D04</b>	Carvalho (2016)
<b>D05</b>	Pires (2016)
<b>D06</b>	Cordeiro Rafael (2017)
<b>D07</b>	Arias (2017)
<b>T01</b>	Cat (2009)
<b>T02</b>	Escher (2011)
<b>T03</b>	Vieira (2013)
<b>T04</b>	Vogado (2014)
<b>T05</b>	Menoncini (2018)

**Quadro 5:** Publicações selecionadas

**Fonte:** Autor (2021).

Quando abordada a análise dos dados referente à Questão 1, “Quais metodologias de ensino e tecnologias têm sido aplicadas no ensino de Cálculo, abordando quais conteúdos, para os cursos de Engenharia?”, é possível identificar, na Figura 1, que 72% das pesquisas não tratam de uma metodologia em específico, ficando os 28% restantes como referências a outras metodologias utilizadas para o ensino de Cálculo. Para os autores que não definiram a metodologia utilizada em sala, foram consideradas como “Não especificada”. O objeto de estudo desses trabalhos não era a metodologia em sala de aula e, sim, outros aspectos envolvidos no processo de ensino, como atividades, avaliações e participação dos alunos.



**Figura 1:** Metodologias utilizadas para o ensino de Cálculo  
**Fonte:** Autor (2021).

Ainda sobre essa questão, as pesquisas encontradas nessa RSL não utilizam o termo “metodologias ativas”, porém, nos estudos A13, A15 e A17, são apresentadas metodologias classificadas como ativas, que, segundo Filatro, Cavalcanti (2018, p. 58), apontam três princípios essenciais das metodologias ativas: protagonismo do aluno, ação-reflexão e colaboração. Embora todos tragam a pesquisa abordando sobre o ensino de Cálculo, as metodologias empregadas diferem, mas apresentam uma preocupação em comum, que é a alta evasão e reprovação dos alunos.

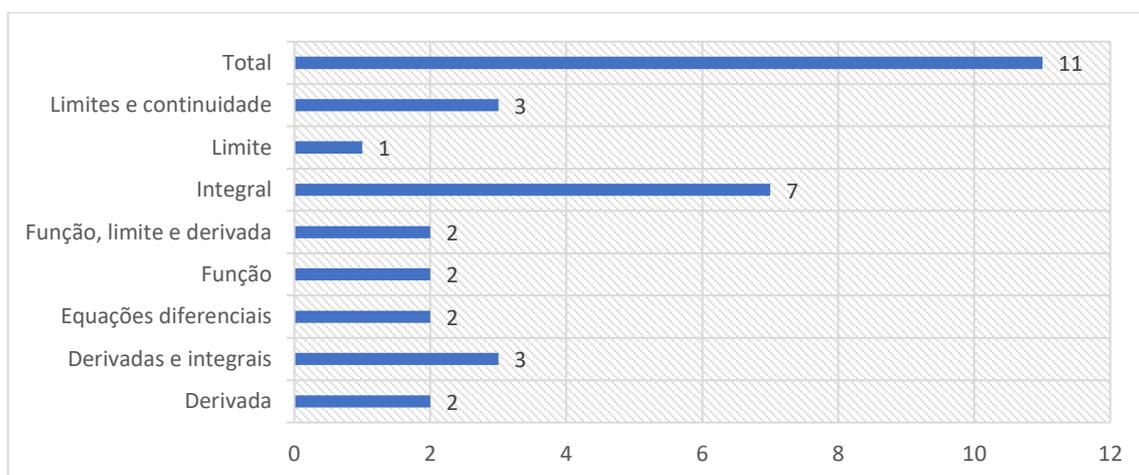
Analisando as metodologias em sala de aula, o método tradicional de ensino, de acordo com Talbert (2019), a aula é usada principalmente para apresentar aos alunos um novo material pela primeira vez, frequentemente na forma de uma aula expositiva. O trabalho que foca na aplicação, resumo, avaliação e criatividade é realizado posteriormente pelos alunos, individualmente, sem a supervisão de um professor nessa fase. Isso foi tido como um método “mais eficiente”, no qual o professor era o detentor de todo o conhecimento e o aluno era tratado como um sujeito passivo, pois apenas recebia informações e reproduzia, para obter aprovação em disciplinas. Isso justifica a quantidade de trabalhos que não especificam ou abordam diretamente sobre a metodologia de sala de aula.

Os conteúdos de Cálculo presentes nas pesquisas abrangem, em grande parte dos currículos, conteúdos de funções, limites, continuidade, derivadas e integrais. Alguns estudos trazem a aplicação de metodologias e/ou utilização de recursos em apenas parte desses conteúdos (T02, T03, T06, D01, D09, A01, A03, A04, A05, A06,

A07, A08, A09, A10, A11, A13, A15, A16, A17, A18, A19, A20, A21); os demais abordam todo o conteúdo.

Ainda, em relação aos conteúdos explorados na disciplina de Cálculo, na Figura 2, verifica-se que 33% dos estudos relacionam a adoção de metodologias ativas para todos os conteúdos abordados; em outros casos, são utilizadas essas metodologias apenas para uma parte da disciplina. Destaque-se o ensino de Integrais, em que cerca de 21% relatam a utilização de metodologias ativas para esse conteúdo, alinhado com a utilização de *software*, a exemplo do *GeoGebra*.

Em sua maioria, os estudos não reportam a utilização de alguma tecnologia digital ou *software* em específico; porém, nota-se que o *GeoGebra* é um *software* que se destaca na utilização em sala de aula. Por ser um *software* livre e gratuito, sua utilização em sala de aula é facilitada. O *GeoGebra* potencializou a aprendizagem à medida que agilizou os cálculos, as construções gráficas, evitando trabalhos tediosos e, conseqüentemente, possibilitando maior tempo aos alunos para análises e interpretações (MENONCINI, 2018).

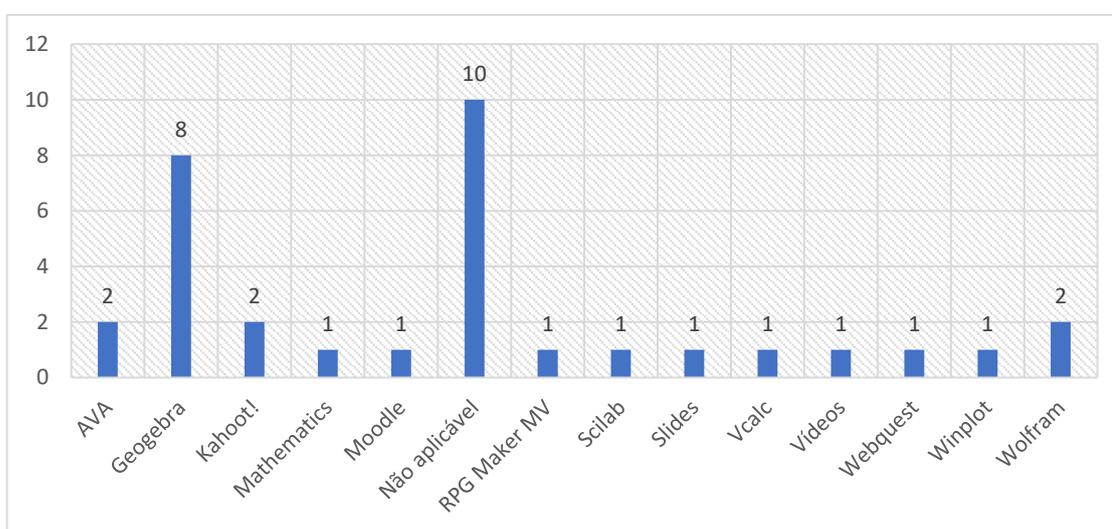


**Figura 2:** Relação dos conteúdos com o uso de metodologias ativas  
**Fonte:** Autor (2021).

Ao se deparar com metodologias ativas e a forma como são utilizadas para o ensino de Cálculo, é possível verificar que esse tipo de metodologia ainda não é muito usado para a disciplina e as ferramentas consideradas para auxiliar professores apontam, como destaque, *software* que facilitam a interpretação de conceitos no dia a dia, conforme demonstrado na Figura 3, com destaque à utilização do *GeoGebra*. Essa ferramenta gráfica permite ao usuário uma dinâmica de atividades que combina

conceitos de geometria e álgebra, de forma gratuita. Para Menoncini (2018, p. 177), o *GeoGebra* potencializa a aprendizagem, conforme agiliza os cálculos e os gráficos, o que fornece ao aluno um maior tempo para suas análises.

Percebe-se, assim, que a utilização de tecnologias aliadas com metodologias de ensino mostra-se cada vez mais necessária para um ambiente de aprendizagem de Cálculo. É preciso que professores enfrentem essa atualização tecnológica, pesquisando também processos metodológicos que utilizem esses recursos para adaptação a um novo contexto de sala de aula.



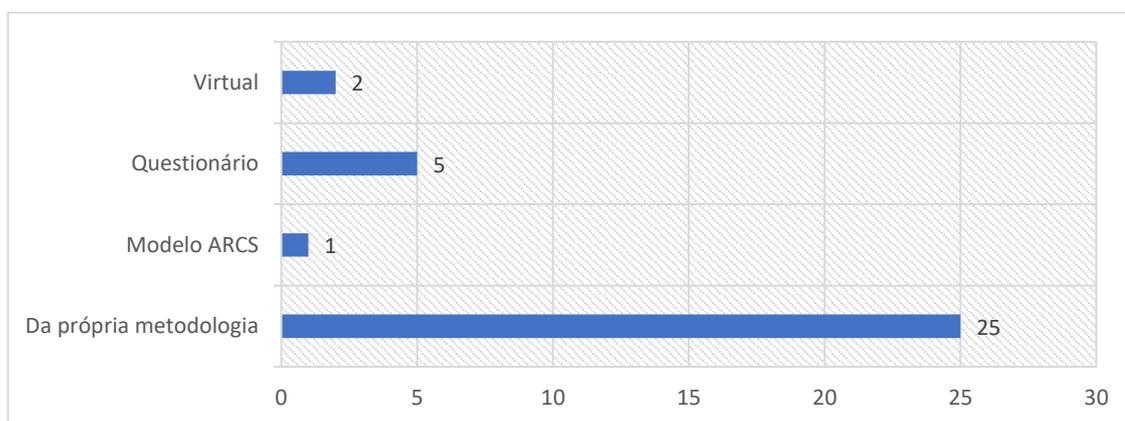
**Figura 3:** Recursos tecnológicos aliados às metodologias  
**Fonte:** Autor (2021).

Ao estabelecer uma análise entre as Figuras 1, 2 e 3, é possível observar que a utilização de metodologias ativas, aliada às tecnologias digitais para o ensino de Cálculo, ocorre praticamente para todo o conteúdo da disciplina, ou seja, funções, limites, derivadas e integrais. Os recursos tecnológicos que apresentam uma maior demanda são os recursos gráficos, que auxiliam o entendimento e aprofundamento dos conceitos vistos em sala de aula e que ajudam os alunos na resolução de atividades fora de sala de aula. Percebe-se, assim, que ainda há uma lacuna a explorar, aliando o ensino de Cálculo com metodologias ativas e utilização de recursos tecnológicos para o auxílio de professores e alunos.

Vale, ademais, destacar, em Kinnari-Koperla (2015), que os métodos de ensino que utilizam vídeos curtos, no contexto da Matemática, são significativos e necessários para uma melhoria do engajamento dos alunos nas atividades fora de

sala de aula. A comparação feita por esses autores, na experiência dos alunos pesquisados, mostra que o resultado foi como se o professor estivesse ensinando fisicamente o conteúdo. Com base nos *feedbacks* dos alunos, usar vídeos é um método adequado para apresentar conteúdos matemáticos, o que torna, então, a utilização de vídeos mais uma tecnologia digital a ser explorada no ambiente da sala de aula.

Acerca da Questão 2, “Quais métodos avaliativos foram aplicados e houve diferença no engajamento dos alunos, quando utilizadas metodologias ativas alinhadas às tecnologias digitais?”, em 75% dos estudos, os métodos de avaliação referem-se à própria metodologia, ou seja, a metodologia utilizada em sala de aula já contemplava as formas de avaliar os alunos (Figura 4). Os métodos virtuais, aqui descritos, referem-se a questionários aplicados aos alunos para sua avaliação. Ambientes Virtuais de Aprendizagem (AVA), como *Moodle*, possuem ferramentas próprias de avaliação e, assim, permitem a aplicação de testes e tarefas, nos quais os alunos interagem diretamente no ambiente virtual para resolução dos exercícios propostos. O modelo ARCS – Atenção, Relevância, Confiança e Satisfação – aparece relatado em um estudo (A18).



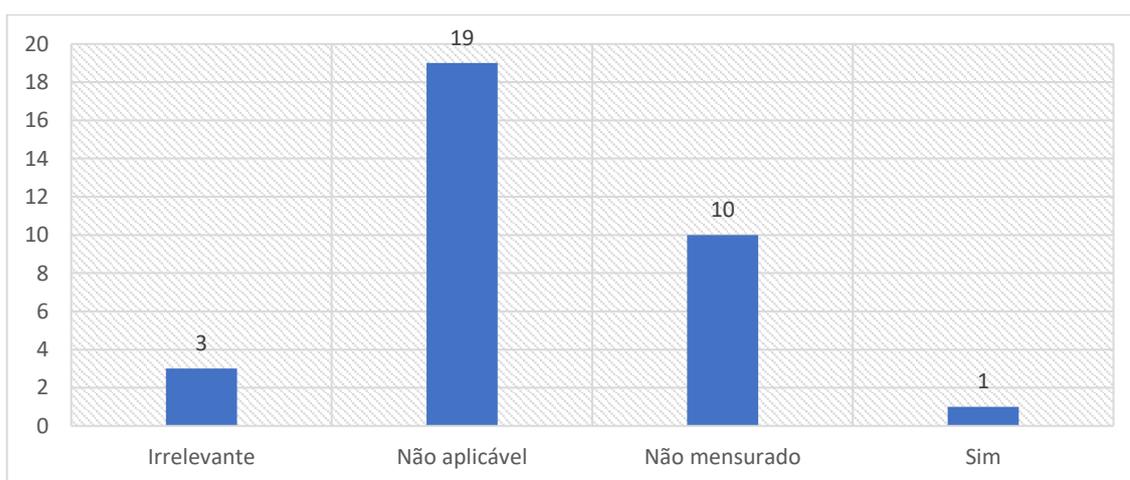
**Figura 4:** Métodos avaliativos aplicados na disciplina de Cálculo  
**Fonte:** Autor (2021).

As avaliações adotadas por cada estudo abordam as estratégias específicas de cada metodologia utilizada. As estratégias podem ser modificadas pelo estudante com o intuito de aumentar a efetividade da aprendizagem em uma atividade ou ambiente específico. Isso significa dizer que não há estratégias melhores ou piores, mas sim mais ou menos adequadas ao tipo de atividade a ser aprendida (PIRES,

2016). Para que a avaliação da aprendizagem Matemática seja significativa e contribua para a aprendizagem do aluno, há que se optar por uma forma assentada na teoria dialético-crítica, de carácter formativo, contínuo e processual, ainda que essa opção exija dos profissionais envolvidos uma reanálise de suas concepções e práticas em educação, ensino e aprendizagem, fundamentalmente em avaliação educacional (COSTA, 2013).

Ao tratar sobre o engajamento de alunos, apontado na Figura 5, quando aplicadas as metodologias ativas, entende-se por engajamento uma ligação estabelecida entre o aluno e a atividade a ser realizada, de forma que essas atividades contribuam para a participação ativa dos alunos dentro de um contexto escolar Kinnari-Korpela (2015). Em 57% dos estudos, não são relatadas informações sobre engajamento dos alunos, o que foi classificado como “Não aplicável”. “Não mensurado” e “Irrelevante” abordam aspectos que não tornaram possível investigar se as diferentes metodologias utilizadas tiveram impacto no engajamento dos alunos. Por fim, apenas um estudo aponta que houve interesse maior dos alunos.

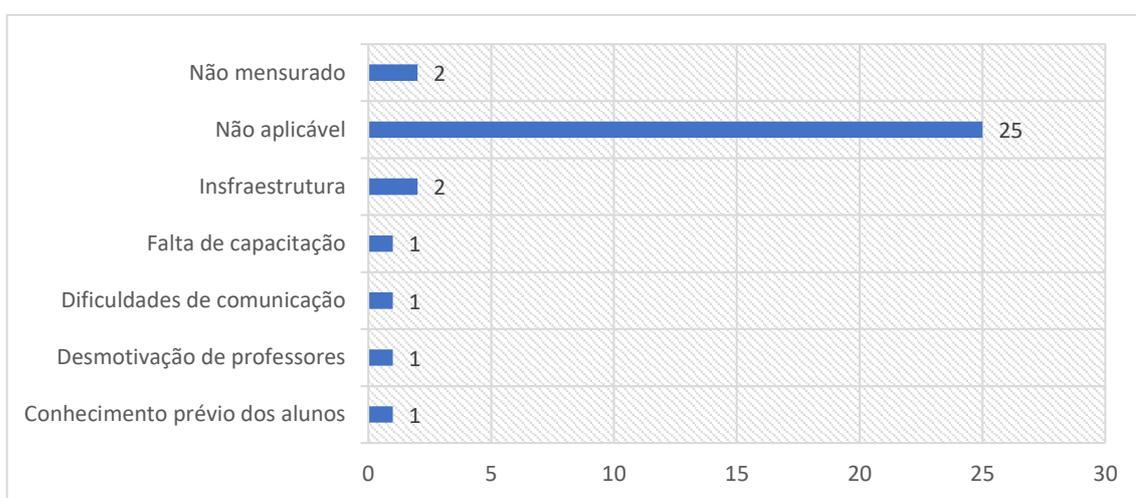
Quando mencionado sobre engajamento dos alunos, são evitadas as comparações de relação de engajamento. Não é possível afirmar que as novas maneiras de representar os conceitos de Cálculo e a utilização de projetores em aula favorecem o entendimento do conceito em relação ao modo tradicional (ESCHER, 2011).



**Figura 5:** Percepção sobre o engajamento dos alunos  
**Fonte:** Autor (2021).

As respostas à Questão 3, sobre quais as principais dificuldades encontradas

nessas práticas (metodologias de ensino), na visão dos professores e dos alunos, podem ser visualizadas na Figura 6, em que “Não mensurado” traz a quantidade de trabalhos que não relatam qual o tipo de dificuldade encontrada; “Não aplicável” aborda os estudos que não relatam sobre dificuldades. Segundo Escher (2011, p. 120), de acordo com o que foi constatado no depoimento dos professores, o computador tem sido utilizado e problemas nas instituições têm se resolvido. Instalações inadequadas, a falta de técnicos presentes na escola, inexistência de *software* especializados e outras críticas vão se esvaindo com o passar do tempo.



**Figura 6:** Dificuldades relatadas para aplicação das metodologias ativas  
**Fonte:** Autor (2021).

As interações em AVA, conforme relata a pesquisa de Oliveira (2010, p. 95), foram escassas, mas há indícios de participação crescente dos alunos, sinalizando a importância da intermediação do tutor e do professor. Dessa relação entre alunos, professor e tutor no ambiente virtual, emerge uma forma de se comunicar matematicamente que não se restringe a cálculos e registros simbólicos, superando adversidades de comunicação durante o processo.

Da pesquisa de Santos (2009), que traz a articulação das disciplinas por intermédio do Cálculo, o resultado do trabalho evidencia, de todas as respostas dadas por alunos e professores, que houve uma clara diferença entre essas respostas, quando indagados sobre a motivação para o ensino de Cálculo, utilizando a interdisciplinaridade. A postura dos professores foi menos motivadora às mudanças. Já os alunos, em sua maioria, mostraram-se motivados. Uma das conclusões é que, para trabalhar de forma diferente, é preciso aprender outras formas, de outras

maneiras, abrindo-se para novas experiências. Por esse motivo, há necessidade de mudança na postura do professor, para que se torne mais flexível e aberto a mudanças.

Assim, a disciplina de Cálculo deve estar sempre sendo investigada e analisada para sugestões de mudanças. Os professores devem pesquisar processos metodológicos, a fim de conseguir se adaptar às novas situações e, assim, auxiliar alunos no entendimento dos conceitos da disciplina de Cálculo.

De fato, as pesquisas ainda devem avançar muito em relação a metodologias de ensino aliadas a tecnologias. Isso é evidenciado por Vieira (2013, p. 25):

O chamado ensino tradicional caracteriza-se pela memorização e mecanização de estruturas de resolução de problemas. Não é possível imaginar hoje o ensino da matemática pautado por estas duas características. Não se trata do descarte do processo de memorização, visto que o utilizamos, por exemplo, para a lembrança de regras ortográficas e gramaticais, dos elementos da tabela periódica, ou mesmo, da tabuada de multiplicação. Além disso, a mecanização de certos algoritmos não é inteiramente ruim, e pode ser aplicada ao se deparar com a divisão entre dois inteiros, ou ainda, frente a uma equação do 2º grau. Contudo existem outras ferramentas e metodologias utilizadas atualmente para somar-se àquelas utilizadas há 50 anos e que, por parecerem as únicas satisfatórias, continuam a reinar soberanas nas salas de aula. [...] No entanto, as experiências metodológicas não devem ser ditadas por modismos, mas precisam estar ancoradas em estudos didático-pedagógicos que as justifiquem. Não se deve levar alunos para uma sala com computadores apenas pela existência desta, ou ainda, pela disponibilidade de verbas voltadas à criação de novos e modernos espaços pedagógicos.

A aula expositiva é importante e necessária, tanto na metodologia tradicional quanto nas demais metodologias, porém, a educação não deve ficar atrás da evolução tecnológica pela qual a sociedade passa. Alinhar novas metodologias de ensino e, principalmente, metodologias ativas faz com que o aluno busque o conhecimento por meio de diversas fontes disponíveis; assim, o professor ganha o espaço como aquele que irá direcionar para o que é correto e certo. É preciso saber filtrar as informações e utilizá-las para um aprofundamento dos conceitos vistos em sala de aula.

Ao verificar todas as questões de pesquisa, é possível afirmar que a utilização das metodologias ativas, principalmente para os cursos de Engenharia, necessita de um maior número de pesquisas e aplicações, em especial, considerando o ensino de Cálculo. Ainda assim, as aplicações em diferentes conteúdos são mais produtivas e facilitadas quando utilizados recursos tecnológicos. A interação com outras disciplinas também se mostrou como uma parte importante para o entendimento dos alunos.

Na sequência, é apresentada uma síntese de cada estudo apontado por essa RSL, trazendo seus aspectos gerais, além de indicar metodologias e tecnologias utilizadas para o ensino de Cálculo.

### **3.4 Discussão dos estudos**

A pesquisa de Cat *et al.* (2009) buscou verificar a articulação das disciplinas básicas de formação nos cursos de Engenharia por intermédio do Cálculo. Além da proposta metodológica de articulação entre as demais disciplinas, os autores também verificaram a postura do professor de forma que a aprendizagem fosse construída junto ao aluno. Em sua conclusão, é possível afirmar que a utilização de atividades integrativas é viável, de maneira que os alunos adquiriram conhecimento científico, desenvolveram a criatividade e os conceitos básicos para a resolução de problemas.

Em Garcia e Oliveira (2010), o Cálculo é explorado a partir de uma perspectiva no processo de oferta dessa disciplina na modalidade a distância, intermediada pelo Hipertexto. Os programas utilizados para aplicar a metodologia foram *VCalc* e *CamStudio*, juntamente integrados com o AVA da Instituição. Embora as interações no ambiente virtual sejam escassas, apontaram os dados da pesquisa para um aumento da participação dos alunos, sinalizando a importância da intermediação do tutor e do professor. Na conclusão, os autores destacam que a Instituição não explora a disponibilização do AVA com toda a sua potencialidade, o que impede uma ampla utilização por parte dos alunos.

Em Escher (2011), a pesquisa busca investigar algumas dimensões teórico-metodológicas, sob duas perspectivas: histórica e uma perspectiva de ensino e de aprendizagem. A pesquisa transcorre ao verificar as dimensões teórico-metodológicas presentes da relação do Cálculo e as Tecnologias da Informação e Comunicação (TIC). Em sua conclusão, o pesquisador encontra que as TIC adquirem uma característica forte o bastante para alterar todas as dimensões, justificando sua característica revolucionária.

Silva-Garcia, Fernández-Samacá (2011) apresentam a metodologia da aprendizagem baseada em investigação, para melhorar a habilidade de leitura, nos cursos de matemática de Engenharia Eletrônica. Apresentando exemplos de

atividades, os autores abordam cinco fases, chamadas de motivação, investigação, interpretação, revisão teórica e argumentação. Concluem os pesquisadores que o acompanhamento pelo professor é importante e requer desenvolvimento de competências que fazem do professor um facilitador do processo de aprendizagem. Os alunos acham que a nova abordagem fortalece a maneira como eles aprendem; da mesma forma, o professor considera que os alunos estão mais comprometidos com o processo de aprendizagem.

No trabalho de Vieira (2013), o ensino de Cálculo, além das dificuldades epistemológicas e metodológicas, apresenta-se perante um cenário de rápida evolução tecnológica e um avanço do ensino a distância. Diante disso, a pesquisa traz o conceito de *humans-with-media* (humanos midiáticos), que articula estudos sob as análises das dificuldades na construção de significados no estudo do Cálculo, sua natureza epistemológica, metodologias na educação a distância com as tecnologias e suas mediações. O decorrer da pesquisa apresenta uma expectativa de uma nova “fase” da técnica, na qual não há mais a separação do homem e técnica. Explora-se o humano midiático. Tanto o humano quanto a técnica são atores no processo de construção do conhecimento. A partir disso, o coletivo *humans-with-media* é explorado, na pesquisa, com as reflexões teóricas e as dificuldades de natureza epistemológicas existentes no ensino de Cálculo.

No trabalho de Costa (2013), foi realizada a análise do processo de avaliação da aprendizagem, num curso de licenciatura em Matemática a distância. A discussão da pesquisa fomenta a reflexão sobre as avaliações, que ainda são voltadas a resultados obtidos pelos alunos, numa perspectiva somativa, de base racionalista e tradicional. Esse processo de avaliação é passível de discussão e aprimoramento, pois há um valor social relevante na oferta de cursos a distância, com o objetivo de formar profissionais qualificados, em locais desprovidos de instituições de Ensino Superior.

Em Vogado (2014), desenvolve-se, a partir da verificação de como se efetiva o processo de introdução ao conceito de integral, utilizando-se a metodologia de resolução de problemas. Foi utilizado o *software GeoGebra* para os procedimentos metodológicos utilizados com os alunos, juntamente com a discussão entre os grupos formados pelos alunos. Os pesquisadores perceberam um avanço nas reflexões dos grupos, nos quais a maioria dos alunos mostrou-se motivada e participante durante a

aplicação da atividade. A metodologia de ensino utilizada (resolução de problemas) contribuiu para a criação de um ambiente de aprendizagem, favorecendo que os alunos usassem as suas próprias ideias e não, simplesmente, seguissem diretrizes.

A pesquisa de Kinnari-Korpela (2015) explorou como os alunos vivenciaram o estudo de matemática a partir de vídeos. Foi investigado se as videoaulas influenciam a motivação dos alunos para a aprendizagem de matemática. Em sua conclusão, os autores apresentam resultados encorajadores com o uso de vídeos e sugerem considerar o desenvolvimento de métodos para a aprendizagem de matemática por meio de vídeos.

Pires (2016) apresenta, como questionamento de pesquisa, “Quais as influências das Tecnologias da Informação e Comunicação nas estratégias de Ensino e aprendizagem de Cálculo?”. A partir dessa questão, os pesquisadores abordaram com professores o que esses sabem, pensam e acham sobre sua prática e a técnica de realizar operações matemáticas por meio das influências das TIC; e, num segundo momento, partiram para a análise das influências das TIC nas estratégias de aprendizagem dos estudantes, por meio de um questionário *online*. Em sua conclusão, a pesquisa traz a reflexão sobre o esforço material e mental para a transferência às máquinas, bem como retrata uma situação esperançosa para o ensino e aprendizagem de matemática. Contudo, a preocupação está no modo a gerar aprendizagens significativas, além das atividades procedimentais do somente calcular.

Em Carvalho (2016), a pesquisa analisou os principais erros cometidos pelos alunos na disciplina de Cálculo; assim, propôs mudanças em metodologias e abordagens para o ensino da disciplina. Semelhante análise foi realizada por Monção (2015), que identificou, categorizou e analisou os procedimentos e possíveis erros cometidos pelos alunos. Em sua conclusão, ficou evidenciado que as dificuldades na disciplina de Cálculo se devem à deficiência de aprendizagem de conceitos matemáticos da educação básica, com maior ênfase à noção de função e às operações com números reais.

Bigotte *et al.* (2016) exploram a introdução de um curso pré-cálculo, juntamente com a disciplina de Cálculo, para dispor de novos conhecimentos por meio de atividades, para os alunos com preparação insuficiente em matemática. Com essa estratégia, os autores analisam um melhor desenvolvimento de um conjunto de

estratégias adequadas, para a superação das dificuldades dos alunos.

O estudo de Cordeiro (2017) investigou as intervenções metodológicas, em universidades públicas e privadas, verificando as estratégias para redução do percentual de não aprovados e evadidos da disciplina de Cálculo. Explorando os fatores junto a professores e alunos, os pesquisadores verificaram o que influencia o baixo rendimento da disciplina. Com os dados coletados e analisados, constatou-se que, nas instituições privadas, a quantidade de intervenções realizadas foi superior às instituições públicas. Isso, relatam os autores, seria uma possível justificativa para que a redução no percentual de não aprovados das instituições privadas fosse menor que as instituições públicas. Por fim, a pesquisa não conseguiu constatar significativa melhora na aprendizagem, podendo-se considerar, assim, como paliativas as intervenções realizadas.

Arias (2017) utilizam o *Scilab* e o *Matlab* como recursos tecnológicos (*software*) para aplicação de conceitos do Cálculo, num problema aplicado de vibração mecânica, de maneira que foi levantado o modelo massa-mola, para estudo. A pesquisa buscou comparar o histórico das avaliações dos alunos, quando utilizados os recursos tecnológicos propostos na pesquisa. Foram registradas evidências estatísticas significativas, em que a utilização da simulação computacional, apoiada no *Scilab/Matlab*, produziu uma melhora no desempenho acadêmico dos alunos.

Na pesquisa de Flores *et al.* (2018), o objetivo é compreender como ocorre o uso das tecnologias digitais no ensino de Cálculo e seus impactos nas práticas pedagógicas. A partir das análises de estudos, os autores afirmam que a inclusão de tecnologias digitais no ensino de Cálculo não é tarefa simples e que é necessário maior investimento na formação de professores, apontando a necessidade de avançar nas pesquisas relacionadas ao ensino de Cálculo no contexto das tecnologias digitais.

Menoncini (2018) traz, em sua pesquisa, a utilização de operações semióticas na aprendizagem da integral no cálculo de área. Com elementos da Engenharia Didática, foi organizada uma sequência didática composta por 5 blocos de atividades. Foi utilizado o *software GeoGebra* para esboço de curvas das representações algébricas. Os resultados dessa pesquisa apontam que a sequência didática possibilita a compreensão da integral no cálculo de área, visto que os alunos desenvolveram com autonomia as atividades propostas em cada bloco da sequência didática.

Martin-Vaquero *et al.* (2018) destacam as mudanças produzidas no ensino de Matemática dos cursos de Engenharia na Europa. A utilização de ferramentas tecnológicas para o ensino permitiu uma mudança nos objetivos e formas de ensino. No entanto, essas mudanças nem sempre são visíveis nos instrumentos avaliativos, portanto, os autores concluem que existe uma necessidade de aprofundar as diversas formas e instrumentos de avaliação, para os diversos países europeus.

Os efeitos do estudo com o uso do *Microsoft Mathematics* foram objeto de estudo da pesquisa de Mendezabal, Tindowen (2018). Os pesquisadores analisaram conceitos, compreensão e habilidades de procedimentos em grupos de alunos de um curso de Engenharia Elétrica, matriculados na disciplina de Cálculo. Divididos em grupos, os alunos foram submetidos à abordagem tradicional e outra com o uso do *software*, para comparação de desempenho, compreensão de conceitos e processos de cálculo. Uma melhoria significativa em seus desempenhos foi observada após a experimentação, sugerindo os autores que o uso do *Microsoft Mathematics* melhora a compreensão conceitual e habilidades procedimentais dos alunos.

A utilização da integral definida é considerada como básica no estudo de matemática, conforme aponta a pesquisa de Wiryanto (2018). A metodologia da pesquisa utiliza a integral definida como uma ferramenta de cálculo da integral de linha. A conclusão apresenta que a experiência de ensinar, introduzindo a relação entre integral por meio do modo como o pensar de engenharia, pode motivar e melhorar a compreensão dos alunos.

Na pesquisa de Mahayukti (2018), o objetivo foi determinar a eficiência do uso de ferramentas de aprendizagem auxiliadas por *software* no ensino de cálculo integral definido. Com base em questionários de aprendizagem, os pesquisadores realizaram a coleta e análise dos dados. Os resultados mostraram que o uso de *softwares* de Matemática na aprendizagem melhora a independência dos alunos, mas não significativamente os resultados.

No artigo de Tasman, Ahmad (2018) é projetada uma atividade de sala de aula para auxiliar os alunos a compreenderem o conceito de integrais, no cálculo de volumes rotativos, utilizando o método do disco. Considerando o *GeoGebra*, foi possível estabelecer as atividades e uma metodologia para que os alunos implementassem e entendessem o método. Os resultados da análise mostraram que visualizar o volume dos objetos rotativos pode ajudar o aluno a compreender o método

e a forma de calcular.

Abadi e Fiangga (2018) realizam a discussão de pesquisa, com as atividades projetadas com base no método da exaustão e indivisibilidade, fornecendo materiais de descoberta para os alunos no projeto de uso de integrais definidas. A pesquisa é concluída, sugerindo que o método proposto permite que os alunos reinventem a ideia da integral usando o conceito de derivada.

O estudo de Zehra e Abbasi (2019) identifica os problemas encontrados por alunos do curso de Engenharia, na disciplina de Cálculo. Foram analisados os dados de 250 estudantes, quando expostos à aprendizagem de derivadas e técnicas de integração. Nos resultados obtidos, os autores mostram que os alunos apresentavam “confusão” em técnicas de integrais por substituição e derivadas com a regra do quociente.

Pramuditya *et al.* (2019) relatam, em sua pesquisa, as dificuldades dos alunos com os problemas que envolvem derivadas e suas soluções. A pesquisa desenvolve um jogo educativo de Cálculo, que pode ser usado como complemento de aprendizagem para os alunos. Utilizando o *software RPG*, é elaborado o jogo, observando as dificuldades dos alunos e desenvolvendo a metodologia. O resultado aponta que o jogo se tornou uma ferramenta válida, para a praticidade do ensino.

O uso do *software GeoGebra* aparece em várias pesquisas. Em Machromah *et al.* (2019), o *GeoGebra* é utilizado para o aprendizado de Cálculo, com o objetivo de analisar como aprender cálculo integral utilizando-o e seu impacto. O resultado dessa pesquisa mostrou que mais de 50% dos alunos responderam positivamente sobre o uso do *GeoGebra* na aprendizagem do cálculo. O *software* foi útil para ajudar os alunos a compreenderem a matéria e os motivou mais para a representação gráfica dos problemas propostos.

Rojas Suárez *et al.* (2019) projetam, em sua pesquisa, uma estratégia de ensino, com o uso do *GeoGebra*. Foi verificado, na pesquisa, que a estratégia adotada influencia positivamente a aprendizagem, melhorando o nível de compreensão do conceito de derivada, quando comparado com a metodologia tradicional.

Montoya, Prada (2019) abordam sobre o avanço das tecnologias que também são utilizadas no meio acadêmico. Com o uso do *software Wolfram Mathematica 10*, os pesquisadores socializam uma experiência de sala de aula, abordando funções inversas no Cálculo Diferencial. A conclusão mostra que o *software* utilizado

apresenta algumas limitações, o que pode levar a interpretações errôneas sobre o comportamento desse tipo de função.

Com o objetivo de promover uma correta compreensão conceitual sobre limites e continuidades, a pesquisa de Saraza *et al.* (2019) apresenta um estudo implementando sequências didáticas baseadas na Engenharia Didática, de forma a melhorar a compreensão dos alunos sobre conceitos de infinitesimal e uma melhor compreensão gráfica sobre limites e continuidades. O estudo conclui que a sequência didática adotada auxiliou os alunos na forma de visualizar o objeto de estudo.

Em Aréchiga Maravillas *et al.* (2019), foi utilizado o *GeoGebra* no ensino do conceito de limite. Os pesquisadores compararam dois grupos de alunos (um utilizando o *software* e o outro não). O objetivo de ensinar o conceito de limites utilizando o *GeoGebra* foi alcançado, para a assimilação do conceito de limites, pelo grupo que utilizou o *software*.

A pesquisa de Zabala-Vargas *et al.* (2019) propõe estratégias pedagógicas inovadoras e mediações, visando aos índices de motivação de alunos matriculados em Engenharia. A aprendizagem baseada em jogos e métodos mistos foi empregada para projetar um conjunto de estratégias didáticas. Entre essas estratégias, foram utilizadas as ferramentas *Kahoot!* e palavras cruzadas *online*. Com a aplicação de um teste diagnóstico de cálculo, foi possível coletar os dados para análise. Os resultados demonstraram que a inovação pedagógica positivamente impactou a motivação dos alunos.

A pesquisa de Rosas *et al.* (2019) aborda sobre a metodologia da sala de aula invertida. Foram comparados dois grupos de alunos, matriculados na disciplina de Matemática II do curso de Engenharia. Na sala de aula invertida, foram utilizados vídeos dirigidos como uma estratégia tecnológica para apresentação do conteúdo aos alunos. A sala de aula invertida despertou o interesse dos alunos porque concentra-se neles e aproveita as vantagens das TIC para mover o aprender fora da sala de aula, dando a vantagem de mais tempo para maximizar as interações entre professor e aluno.

A pesquisa de Ting *et al.* (2019) explora o impacto da aprendizagem ativa por meio de jogos colaborativos baseados em problemas, no ensino de Matemática no contexto do Ensino Superior asiático. Os efeitos da aprendizagem ativa são avaliados mediante o uso de notas de testes de classe e o conceito de cálculo inventário, para

testar a compreensão dos princípios básicos do cálculo diferencial. A aprendizagem colaborativa baseada em problemas foi empregada, usando *Kahoot!*. Os resultados demonstraram um aumento na compreensão conceitual dos alunos e melhor desempenho nos exames, com base nas percepções individuais de engajamento ativo e tempos gasto na aprendizagem. Os resultados da pesquisa indicaram que a aprendizagem ativa "nivela o campo de jogo", no sentido de que os alunos com menos pré-requisitos de conhecimento prévio, usando uma metodologia de aprendizagem colaborativa baseada em problemas, foram relativamente mais inclinados a alcançar ou mesmo exceder o desempenho dos alunos com um pré-requisito mais forte de conhecimentos prévios, ao final do curso.

Em Pereira *et al.* (2019), os autores determinam o efeito do fórum virtual como uma estratégia de mediação sobre a aprendizagem dos conteúdos de limites e continuidades de funções, na disciplina de Cálculo. Foram utilizados pré e pós-testes para verificação das estratégias adotadas, em dois grupos distintos. A análise revelou que a estratégia do fórum teve efeito na aprendizagem do grupo experimental, quando comparado com o grupo abordado com a estratégia tradicional. No entanto, a análise intergrupo não revelou diferenças significativas na comparação pós-teste de ambos os grupos, indicando a necessidade de revisar o modo de utilizar os fóruns para melhorar os resultados de aprendizagem em matemática em experiências futuras.

### **3.5 Considerações sobre a RSL**

A partir dos resultados encontrados nessa RSL, foi possível constatar que a utilização de metodologias ativas carece ainda de mais estudos e aplicações na disciplina de Cálculo, abordando especificamente para os cursos de Engenharias. Com as metodologias de ensino e aprendizagem, espera-se a demonstração de como acontecerá a construção do conhecimento, o processo de aprendizagem de conteúdos, explicitando estratégias de articulação dos conteúdos e modos de integração entre a teoria e a prática, com o uso das metodologias ativas, para o processo de formação.

Quanto aos processos utilizados, as metodologias ativas não são apresentadas como estratégias na maioria dos estudos. Acredita-se que o modelo

tradicional ainda prevaleça, pois é a forma como muitos professores aprenderam e acabam por ensinar assim, replicando a mesma metodologia em sala de aula com seus alunos. Dos conteúdos abordados, aplicar métodos diferenciados é, em alguns casos, visto como mais apropriado para determinados conteúdos da disciplina de Cálculo, pois permite um melhor entendimento aos alunos.

O destaque para as tecnologias digitais apontadas nos estudos demonstra que, cada vez mais, *software* são integrados ao dia a dia da sala de aula, não somente como uma ferramenta de estudo, mas como um recurso para aprimorar o entendimento e facilitar a explicação do conteúdo pelo professor. Foi possível perceber também que os recursos tecnológicos, aliados a metodologias ativas, auxiliam o professor e os alunos.

Ao concluir esta etapa de pesquisa, a sensação é de que mais portas para outras pesquisas são abertas, bem como aprofundamentos sobre metodologias ativas e recursos para as salas de aulas são ampliados para adentrar numa discussão cada vez maior. A problemática do ensino e aprendizagem de Cálculo mostra que essa disciplina deve estar sempre sendo investigada e analisada para sugestões de mudanças ao currículo. Logo, verifica-se a importância da busca por novos recursos e metodologias que possam apoiar o estudo.

Foi possível ainda identificar que, no cenário atual, as pesquisas apontam para um processo de reformulação metodológica, sendo praticamente impossível continuar a reproduzir métodos antigos se, por meio de novas tecnologias (como a informática), cria-se uma nova forma de ensinar e aprender. O professor precisa pesquisar processos metodológicos que utilizem recursos digitais para que seja possível a adaptação a essa nova situação.

Após esta análise da literatura, sobre o ensino de Cálculo em específico para os cursos de Engenharia, a proposta da investigação da própria prática abordada nesta pesquisa, aliada com o uso da sala de aula invertida, mostra-se como uma alternativa a ser explorada, pois não foram encontrados trabalhos que abordassem essa metodologia para o ensino de Cálculo. Outra motivação para a escolha da sala de aula invertida efetiva-se pela característica de atividades pré-aula e a possibilidade de exploração de outros métodos no momento da aula. Os resultados dessa RSL são relacionados, no Capítulo 6, com os dados da investigação da própria prática desta pesquisa.

## CAPÍTULO 4

### A SALA DE AULA INVERTIDA

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 debates aprofundados, mais complexos, com trocas de posições, pontos de vista, tendo como resultado um aprendizado mais aprofundado e amplo por parte do aluno (PONTES, 2018).

Como afirmam Bergmann e Sams (2018), a sala de aula invertida basicamente é a troca da ordem da realização das atividades, que passam, agora, a serem executadas em sala de aula e o contato com o conteúdo em casa. Dessa forma, ao disponibilizar ao aluno o material a ser debatido em sala de aula, o professor deixa espaço para problematizações, debates, exercícios que farão o aluno pensar criticamente no conteúdo apresentado.

O conceito de sala de aula invertida é também apresentado em Talbert (2019):

O primeiro contato dos alunos com material novo na disciplina e seus primeiros passos na cognição básica usando esse material ocorreriam fora da sala de aula, porque eles poderiam se beneficiar se tivessem um tempo não estruturado para interagir com esse material no seu próprio ritmo e também porque as tarefas cognitivas básicas não requerem o tipo de orientação intensiva de um especialista que as de nível superior demandam. Tendo deslocado as primeiras experiências de contato para fora da classe, toda a aula agora está aberta para perguntas específicas e para tarefas de nível superior – o tipo de trabalho árduo e exigente que os alunos precisam fazer para assimilar as informações que receberam, e serão ainda mais beneficiados com interações sociais com seus colegas e com a orientação próxima do professor (TALBERT, 2019, p. 8).

Dessa forma, o conhecimento construído pelo estudante pode ter mais significado do que quando uma informação lhe é transmitida de forma passiva. Oliveira (2019, p. 164) afirma que:

Com efeito, a abordagem da sala de aula invertida pode fazer a diferença nos processos de ensino e de aprendizagem, pois destinar mais tempo em sala de aula para aplicação dos conceitos estudados fora da sala de aula proporciona aos professores melhores oportunidades de colaborar na construção do conhecimento de seus estudantes e de promover melhores condições para o desenvolvimento de habilidades de pensamento de ordem superior. A sala de aula invertida quebra o paradigma do ensino tradicional, enfatizando a parcela de responsabilidade do próprio estudante por sua aprendizagem e, ao mesmo tempo, promovendo a conscientização dos professores quanto à permanente necessidade de formação continuada. Além disso, à medida que a sala de aula invertida se torna mais popular, novos recursos surgem para dar apoio às atividades fora da sala de aula e mais estratégias e métodos de aprendizagem ativa podem ser empregados, nos momentos de sala de aula (OLIVEIRA, 2019, p. 164).

A metodologia da sala de aula invertida busca enfatizar a responsabilidade do estudante sobre os conteúdos a serem debatidos e estudados 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. Para Bacich e Moran (2018), a sala de aula invertida é uma estratégia de ensino ativa e híbrida:

A sala de aula invertida é uma estratégia ativa e um modelo híbrido, que otimiza o tempo da aprendizagem e do professor. O conhecimento básico fica a cargo do aluno – com curadoria do professor – e os estágios mais avançados tem interferência do professor e também um forte componente grupal (BACICH E MORAN, 2018, p. 13).

A proposta de inverter as atividades, antecipando os conteúdos a serem trabalhados presencialmente com os alunos não é uma novidade, reforça Mattar (2017); pelo contrário, essa prática é amplamente utilizada na área de ciências humanas e cursos de pós-graduação, porém, “nas disciplinas da área de exatas essa metodologia não é tão comum assim” (MATTAR, 2017, p. 31).

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.

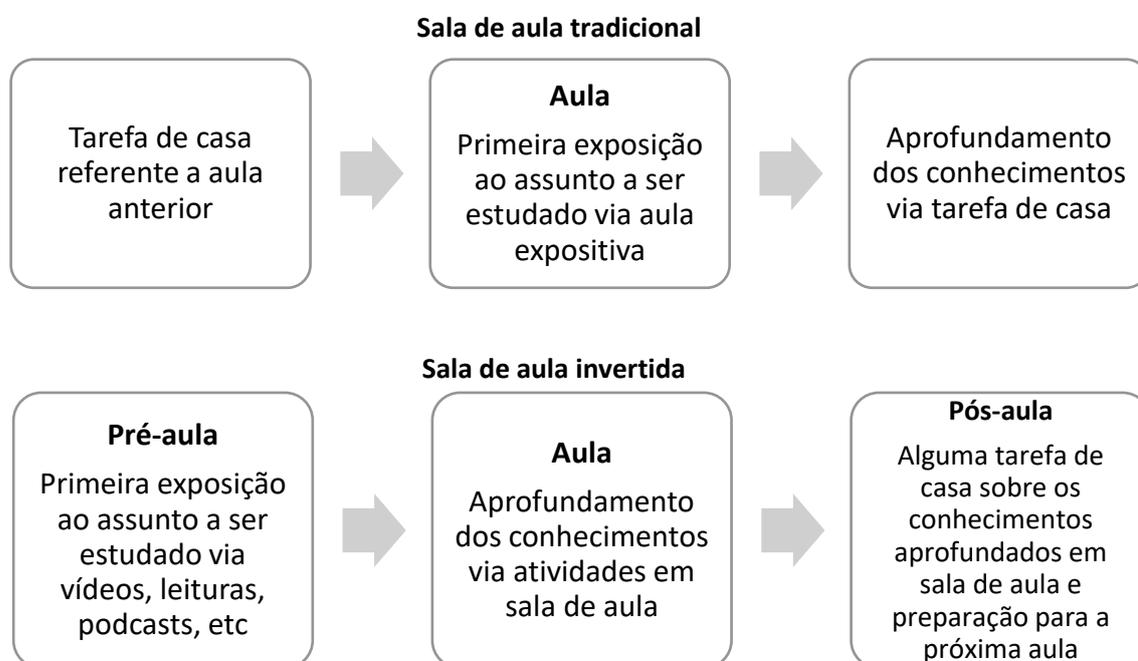
Na pré-aula, o professor é responsável por orientar e disponibilizar o material a ser trabalhado pelos estudantes. É possível utilizar das ferramentas *online* disponíveis, a exemplo de *Youtube*, *Khan Academy* e *Coursera*, e também listas de exercícios. O objetivo desses recursos é auxiliar os alunos no entendimento do

conteúdo e dispor de alguma atividade para que possam interagir.

Durante a aula, o professor desenvolve com o grupo as atividades de sala, 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.

No momento pós-aula, os estudantes irão revisar os conteúdos trabalhados, ampliando o conhecimento por meio de atividades disponibilizadas pelo professor. Dessa forma, o conhecimento construído pelo estudante pode ter mais significado do que quando uma informação lhe é transmitida de forma passiva.

A Figura 7 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, prontidão para o trabalho profissional, relações pessoais com os professores e disposição para que os alunos se tornem aprendizes permanentes, de forma autônoma.



**Figura 7:** Comparação entre sala de aula tradicional e sala de aula invertida  
**Fonte:** Adaptada de Oliveira (2019).

#### 4.1 A sala de aula invertida e o Cálculo

Foi realizado um levantamento no Portal de Periódicos da Capes e na BDTD, buscando pelas palavras-chaves sala de aula invertida e Cálculo, Quadro 6, e não foram encontradas dissertações e/ou teses que abordassem essa temática, especificamente para o ensino de Cálculo nos cursos de Engenharia. 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.

	<b>Título</b>	<b>Autor</b>	<b>Instituição</b>	<b>Ano</b>
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 Machado      Renata	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 Nogueira Tobias      Rúbria Avelar	Universidade Federal de Minas Gerais	2018
4	Ensino da matemática na perspectiva das metodologias ativas: um estudo sobre a “sala de aula invertida”	Rosilei Moreira      Cardozo	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 Damiano Freire      Valdemar	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

**Quadro 6:** Pesquisas sobre sala de aula invertida e ensino de Cálculo

**Fonte:** Autor (2021).

Matos (2018) desenvolve 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) insere 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 conclui, a partir dos resultados obtidos, 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 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.

A pesquisa de Freire (2019) trata da combinação de duas metodologias ativas: a sala de aula invertida e o *Peer Instruction*<sup>18</sup>. 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

---

<sup>18</sup> *Peer Instruction*, em português, Instrução por Pares, é uma metodologia de ensino interativo que proporciona estímulos à interação social em sala de aula, incentivando o estudo, criada pelo Professor Eric Mazur, na Universidade de Harvard, na década de 90.

aulas, além de citar como um facilitador as novas tecnologias de informação que auxiliam o 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 maior aprendizagem.

Ao observar as pesquisas supracitadas, as aplicações feitas para os conteúdos de Matemática apresentaram, como resultado, um maior dinamismo às aulas, melhor interação entre alunos e professor; ademais, destaca-se o uso das tecnologias digitais, entre elas, as videoaulas, como recursos que auxiliam o desenvolvimento de sua metodologia. Das sete pesquisas encontradas, quatro tratam da aplicação da metodologia da sala de aula invertida no Ensino Fundamental e no Ensino Médio. Outras duas evidenciam a aplicação em um curso de curta duração e a formação de professores de licenciatura em Matemática; uma discute sobre as mudanças ao longo do tempo no ensino de Matemática, citando a metodologia da sala de aula invertida.

Outro ponto das análises desses textos é que a sala de aula invertida proporciona mais uma forma de interação entre professores e alunos e, em geral, os alunos aprovam esse tipo de metodologia, pois garante a eles uma autonomia para seus estudos que, conseqüentemente, reflete uma maior aprendizagem e também proporciona aos professores a integração com outras metodologias (TALBERT, 2019).

As tecnologias digitais abordadas auxiliaram a aplicação da metodologia e também para que os alunos tivessem o acesso prévio ao conteúdo trabalhado em sala de aula, destacando, aqui, o uso de videoaulas preparadas pelos professores, assim como tecnologias digitais que facilitam o dia a dia do professor, como é o caso do Google *Forms* e AVA.

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. Esses resultados são apontados nas pesquisas de Bergman e Sams (2018), que enfatizam a importância de adotar a sala

de aula invertida e os benefícios que o professor poderá obter em suas aulas, relacionado ao desempenho dos alunos, resolução de atividades e discussão dos conteúdos previamente estudados.

Como limitações apontadas no uso da sala de aula invertida, 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.

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. A presente pesquisa propôs, então, aplicar a metodologia no ensino de Cálculo em específico para cursos de Engenharia, verificando se os resultados dessa prática corroboram as pesquisas já publicadas, identificando, a partir da investigação da própria prática, possíveis potencialidades e fragilidades do método.

A importância de investigar a própria prática auxilia o esclarecimento e resolução de problemas que o professor enfrenta no processo de ensino e aprendizagem em seu cotidiano. Além disso, proporciona o desenvolvimento profissional e, conseqüentemente, torna-se um instrumento que auxilia a melhora das instituições nas quais o professor se insere. A principal característica é a contribuição para encontrar as dificuldades da prática e buscar as soluções adequadas (PONTE, 2002).

Para tanto, essa modalidade de pesquisa proporciona reflexões constantes ao professor sobre suas aulas e métodos, seus saberes e sua gestão da aula. Tais experiências, quando registradas e sistematizadas, podem contribuir para que o docente se torne o investigador da sua própria prática. Quando a pesquisa é socializada e compartilhada com outros professores, possibilita que formadores de professores tenham acesso aos resultados da ação pedagógica (GAUTHIER *et al.*, 1998, p. 33), que são tornados públicos e testados por meio das pesquisas realizadas em sala de aula.

Fazer uma pesquisa da própria prática é investigar o processo de construção do conhecimento. Ponte (2002, p. 3) evidencia que:

A investigação é um processo privilegiado de construção do conhecimento.  
A investigação sobre a sua prática é, por consequência, um processo

fundamental de construção do conhecimento sobre essa mesma prática e, portanto, uma atividade de grande valor para o desenvolvimento profissional dos professores envolvidos, também as instituições educativas a que eles pertencem podem beneficiar fortemente pelo fato dos seus membros se envolverem neste tipo de atividade, reformulando as suas formas de trabalho, a sua cultura institucional, o seu relacionamento com o exterior e até os seus próprios objetivos.

Sendo assim, ao observar a utilização da sala de aula invertida, na prática docente, além de contribuir para esclarecimentos e resolução de problemas, proporciona-se o desenvolvimento profissional dos seus respectivos atores, seguindo numa lógica de intervir e transformar, ou numa lógica de compreender primeiro os problemas para, num segundo momento, adotar as estratégias de ação mais adequadas (PONTE, 2002).

Assim, nesta pesquisa, a investigação da própria prática surge da necessidade de se verificar o dia a dia de sala de aula do professor, utilizando, em específico, uma metodologia com os alunos, de forma a responder ao questionamento e problema propostos. Na sequência, o Capítulo 5 aborda o percurso metodológico adotado para a investigação da própria prática na utilização da sala de aula invertida no ensino e aprendizagem de Cálculo.

## CAPÍTULO 5

### O PERCURSO METODOLÓGICO

Esta pesquisa é caracterizada como sendo uma investigação da própria prática, que, por consequência, é “um processo fundamental de construção do conhecimento sobre essa mesma prática e, portanto, uma atividade de grande valor para o desenvolvimento profissional dos professores” (PONTE, 2002, p. 3). Nesse contexto, para que a investigação da própria prática possa ser considerada uma investigação, Ponte (2002) indica que deverá satisfazer três condições: primeiro, produzir conhecimentos científicos novos; segundo, ter uma metodologia rigorosa e, por fim, ser pública. Essa modalidade de pesquisa proporciona reflexões constantes do professor sobre sua prática, seus saberes e gestão de aula. Essas experiências podem contribuir para que o professor se torne investigador de sua própria prática, quando registradas e sistematizadas (LIMA, NACARATO, 2009).

Foi realizada a análise das aulas que ministrei, em duas turmas: Turma A: alunos de Engenharia Civil e Turma B: 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, busquei, ao fazer uma pesquisa da própria prática, analisar a utilização da sala de aula invertida na disciplina de Cálculo.

A partir de Silva e 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”. Esta pesquisa é caracterizada por sua abordagem qualitativa, pois estudou os aspectos subjetivos das relações e comportamentos dos alunos em sala de aula, por meio de questionários e avaliações, como também foi baseada no diário de anotações do professor sobre suas percepções durante as aulas.

## 5.1 Caracterização

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, conforme consta no Anexo B, e todos os alunos concordaram com a participação na pesquisa, assinando um Termo de Consentimento Livre e Esclarecido (TCLE), de modelo exibido no Apêndice A.

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.

Turma A		Turma B	
Curso	Quantidade	Curso	Quantidade
Engenharia Civil	24	Engenharia Elétrica	21
		Engenharia Mecânica	18

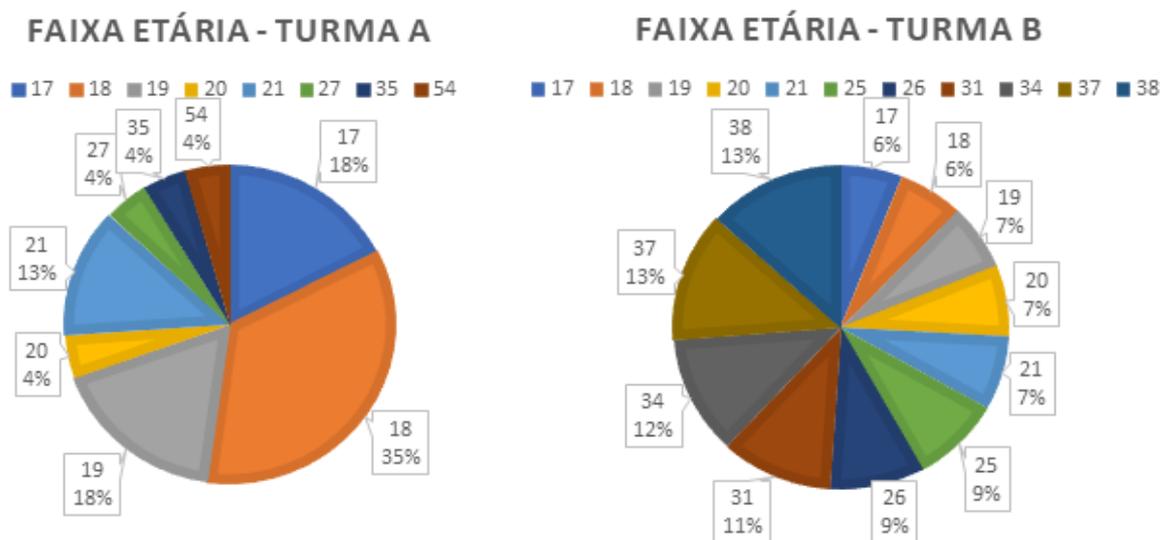
**Quadro 7:** Quantidade de alunos por turma  
**Fonte:** Autor (2021).

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, conforme demonstrado no Quadro 8.

Primeira vez que cursa esta disciplina?			
Turma A		Turma B	
Sim: 91%	Não: 9%	Sim: 87%	Não: 13%

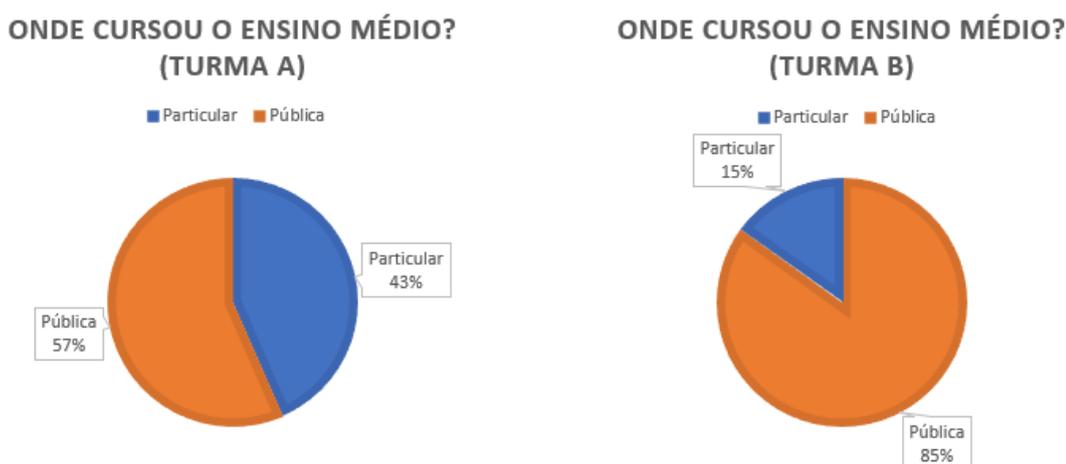
**Quadro 8:** Quantidade de alunos novos ou já repetentes, por turma  
**Fonte:** Autor (2021).

Ainda sobre a composição das turmas, na Figura 8, é apresentada a faixa etária dos alunos, sendo possível perceber que, enquanto, na Turma A, 52% têm faixa etária igual ou inferior a 20 anos, na Turma B, 49% têm idade superior ou igual a 31 anos.



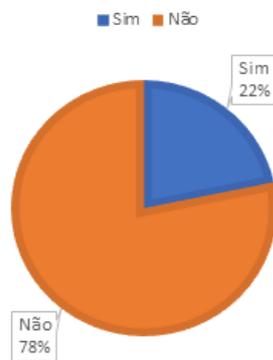
**Figura 8:** Faixa etária dos alunos das turmas participantes da pesquisa  
**Fonte:** Autor (2021).

Em relação ao sistema educacional (público ou privado) no qual os alunos realizaram o Ensino Médio, são apresentados, na Figura 9, os percentuais de alunos provenientes do sistema educacional público e do sistema educacional privado. Também, foram questionados se realizaram algum curso pré-vestibular, demonstrado na Figura 10. O objetivo, aqui, foi o de verificar o perfil dos alunos em relação aos seus estudos prévios.

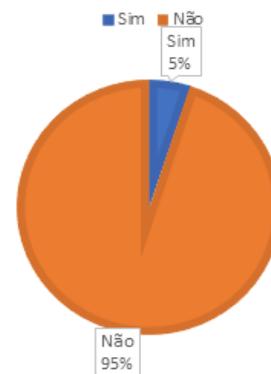


**Figura 9:** Sistema educacional realizado no Ensino Médio  
**Fonte:** Autor (2021).

FEZ CURSO PRÉ-VESTIBULAR? (TURMA A)



FEZ CURSO PRÉ-VESTIBULAR? (TURMA B)



**Figura 10:** Realização de curso pré-vestibular  
**Fonte:** Autor (2021).

## 5.2 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 (o conteúdo de integrais não foi desenvolvido ao longo dessa disciplina, ficando, para a continuação, no próximo período na disciplina de Cálculo II), de maneira que utilizou, como recursos: vídeos (*Youtube*), formulário *online* (*Google Forms*), AVA *Google Sala de aula* e listas de exercícios, juntamente com a metodologia da sala de aula invertida (Figura 11).



**Figura 11:** Principais recursos digitais utilizados durante as aulas  
**Fonte:** Autor (2021).

Durante o primeiro bimestre, foram desenvolvidos vídeos de minha autoria, envolvendo os conteúdos de operações básicas e funções de uma variável, disponibilizados no *Youtube*, pelo endereço eletrônico (<https://www.youtube.com/channel/UCBEcTNEsSmxaBp86wNgCRgw>). No segundo bimestre, utilizei 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, registrei, em um diário (Apêndice E), as percepções de cada aula, para análise dos resultados desta pesquisa. Logo, o registro nesse diário foi realizado de forma que as práticas aqui realizadas possam ser reproduzidas.

### 5.3 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 12).



**Figura 12:** Tela do *PowerPoint* com indicação dos comandos para gravação.  
**Fonte:** Autor (2021).

As atividades de pré-aula foram disponibilizadas via *Google Forms* (Figura 13), tal que os alunos deveriam realizar a tarefa solicitada e responder a algumas questões referentes ao conteúdo posteriormente desenvolvido em sala de aula. (Apêndice B).

**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 13:** Exemplo de atividades elaboradas no Google Forms

**Fonte:** Autor (2021).

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.

#### 5.4 Etapas da sala de aula invertida

Como apresentado no Capítulo 3, a sala de aula invertida é composta por três etapas, demonstradas conforme Figura 14: pré-aula, aula e o pós-aula, a saber:

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.

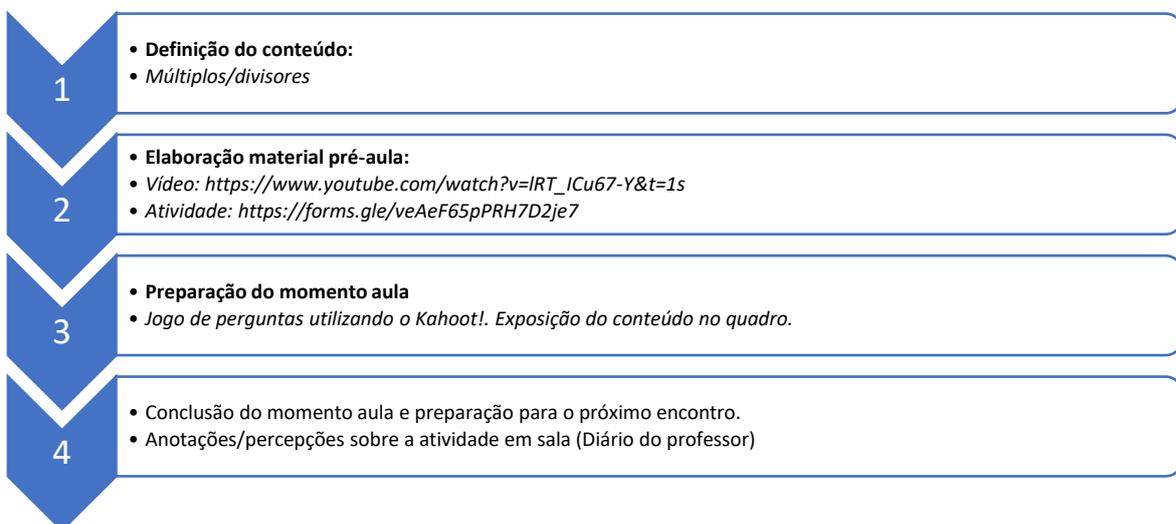


**Figura 14:** Ilustração das etapas da sala de aula invertida  
**Fonte:** Autor (2021).

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.

### 5.5 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 15.



**Figura 15:** Exemplo de execução e aplicação da metodologia  
**Fonte:** Autor (2021).

Para cada conteúdo de aula, foi feito o planejamento, conforme descrito no exemplo da Figura 15. No Quadro 9, 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 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.

<b>Tema</b>	<b>Atividade pré-aula</b>	<b>Atividade de início de aula</b>	<b>Metodologia em sala de aula</b>
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.

(Continua)

(Continuação do Quadro 9)

<b>Tema</b>	<b>Atividade pré-aula</b>	<b>Atividade de início de aula</b>	<b>Metodologia em sala de aula</b>
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 9:** Planejamento das aulas com a Sala de Aula Invertida

**Fonte:** Autor (2021).

## 5.6 Procedimentos de produção de dados

A produção de dados para a investigação da própria prática foi realizada com os instrumentos: observação participante, questionários, notas de campo (diário) e análise das atividades.

Segundo Marconi e Lakatos (2011, p. 277), a observação participante implica a interação entre investigador e grupos sociais, visando coletar modos de vida sistemáticos, diretamente do contexto ou situação específica do grupo. Desse modo, o observador deve manter a objetividade, pelo fato de exercer influência sobre o grupo ou ser influenciado pelas atitudes ou comportamentos pessoais. Assim, realizei a observação da própria prática, juntamente com os alunos, durante as aulas.

Ainda, juntamente com a observação participante, realizei o registro de notas de campo das aulas ministradas, utilizando a metodologia da sala de aula invertida. Segundo Gibbs (2008, p. 46), as notas de campos são “anotações contemporâneas realizadas no ambiente da pesquisa, [...] que podem ser produzidas enquanto ainda

se está em campo ou imediatamente após sair dele, para registrar a investigação”. Foram também utilizados questionários para os alunos, no intuito de obter informações sobre sua percepção a respeito das aulas e a metodologia utilizada, com questões fechadas e abertas. Esses questionários foram aplicados juntamente com a avaliação, ao término de cada bimestre, conforme Apêndices C e D. 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 proposta.

## CAPÍTULO 6

### RESULTADOS E DISCUSSÕES

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

Os alunos responderam a dois questionários (Apêndices C e D): um, ao término do primeiro bimestre, e outro, ao final do semestre. As questões abertas foram submetidas à análise de conteúdo, que, conforme Bardin (1977, p. 39), são “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). Nesse sentido, foram analisadas todas as questões dos dois questionários aplicados. Na sequência, na etapa de exploração do material, foi dado todo encaminhamento 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.

Neste Capítulo, são apresentadas as análises feitas a partir da construção dos dados. Como investigação da própria prática, utilizando a sala de aula invertida,

apresento a análise dividida em dois grupos: a avaliação da metodologia, segundo a percepção dos alunos, e, no segundo grupo, a relação aluno-professor, observando a própria prática com a metodologia da sala de aula invertida.

## **6.1 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, em relação às suas respostas aos questionários. As questões tinham por objetivo verificar a participação durante as atividades e como eles entendiam a utilização da metodologia. Também, foi fruto desses aspectos a experiência do professor e suas observações.

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

### **6.1.1 Metodologia de ensino**

A realização das atividades e dos estudos prévios era sempre incentivada em sala de aula. Os alunos citam que a metodologia utilizada facilitou a aprendizagem, como relata o aluno (P33) *“Ótimo o método de aprendizagem, facilita o entendimento da matéria.”* Uma das sugestões é 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).

A sala de aula invertida é elemento importante de um processo no qual se visa à aprendizagem autônoma. Os alunos assumem seu papel de 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.

Os alunos concluíram 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.”* – 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”*.

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* (2020) 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, que os auxiliam durante toda a disciplina.

### **6.1.2 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 relata o 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 se adaptar a uma nova metodologia de ensino. Talbert (2019) 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”*. Isso faz com que o processo em sala de aula, no início, torne-se 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 apresentam menor dificuldade, como se verifica 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 discente (P44), que relata: *“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”* – Aluno (P43); e também citaram a importância durante todo o curso – *“Muito importante pois utilizamos o cálculo para praticamente todas as matérias.”* – 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 esperança de que, na disciplina de Cálculo, não teriam dificuldades para 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 sentiram falta de mais exemplos – *“Mais exemplos e exercícios”* – aluno (P56). O tempo e recursos a utilizar para estudar também foram citados como dificuldades para

adaptação. Além desses argumentos que os alunos relataram, Bergmann (2012) também citou 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.

## **6.2 Aspectos da metodologia na relação aluno-professor**

Nesta categoria, apresento os aspectos nos quais os alunos relatam a importância do professor e da metodologia, explorando também a investigação da própria prática com o uso da sala de aula invertida. Para apresentar, divido-a em dois subgrupos: potencialidades do método e desafios/adesão dos alunos.

### **6.2.1 Potencialidades do método**

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.”* Aluno (P61) e *“Sim, o método facilita a aprendizagem e atinge a todos os alunos.”* 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 para 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.”* – Aluno (P34). O professor é quem fará com que a

metodologia possa atingir os objetivos propostos no início do semestre, sempre resgatando os tópicos e as atividades elaboradas pelos alunos. Na minha visão 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 com base 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 Tabelas 2 e 3.

**Tabela 2:** Notas sobre as aulas – 1º Bimestre

<b>PERCENTUAL (%)</b>	<b>NOTA</b>
1,5	6
6,2	7
12,3	8
24,6	9
50,8	10
4,6	Não responderam

**Fonte:** Autor (2021).

**Tabela 3:** Notas sobre as aulas – 2º Bimestre

<b>PERCENTUAL (%)</b>	<b>NOTA</b>
3,1	6
3,1	7
12,3	8
18,5	9
33,8	10
29,2	Não responderam

**Fonte:** Autor (2021).

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 do que no 1º bimestre, provavelmente por motivos de exaustão ou término do período letivo.

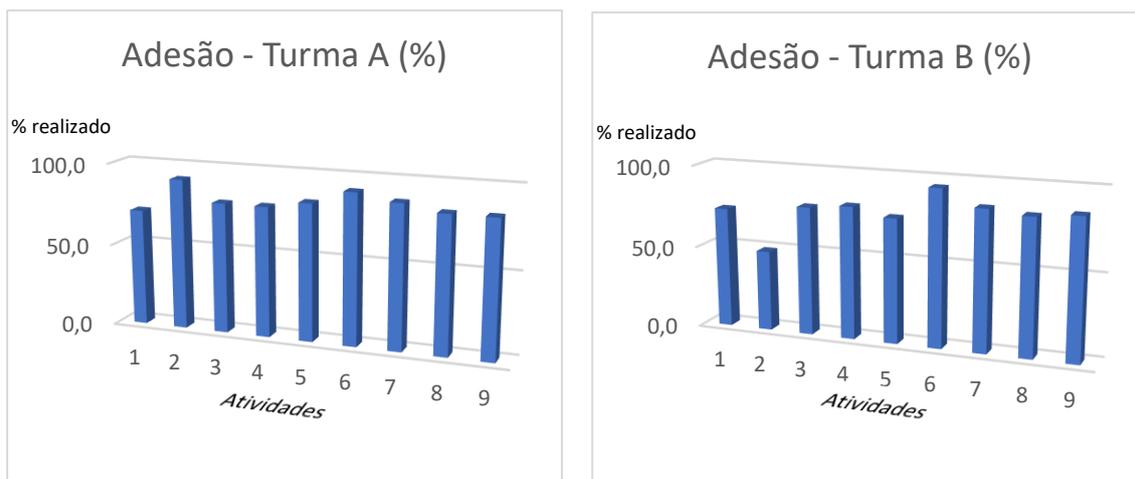
Foi possível observar que um grande número de alunos (75,4%) deu notas 9 e 10 para as aulas no 1º bimestre. Aqui, percebe-se que esse resultado reflete a primeira percepção dos alunos em relação à metodologia da sala de aula invertida. O maior número de videoaulas, disponibilizado durante esse 1º bimestre, pode ter contribuído com a elevada nota apontada no primeiro questionário. No trabalho de Pereira (2020), as autoras concluem 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 apresentou-se 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.

### **6.2.2 Desafios/Adesão dos alunos e ao professor**

Os alunos deveriam acessar o ambiente virtual Google Sala de Aula para ter acesso às atividades. Como professor, sempre 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 os temas e atividades propostas com a sala de aula invertida, a participação foi positiva. O acompanhamento das atividades foi realizado por meio do Google *Forms* (Apêndice B), 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 16 apresenta, em porcentagem, a adesão dos alunos para cada atividade ao longo do semestre.



**Figura 16:** Adesão dos alunos às atividades propostas  
**Fonte:** Autor (2021).

Pela análise da Figura 16, 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, o comentário do aluno (P8): *“Continua com os vídeos, ajuda bastante”*. Pavanelo e Lima (2017) 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.

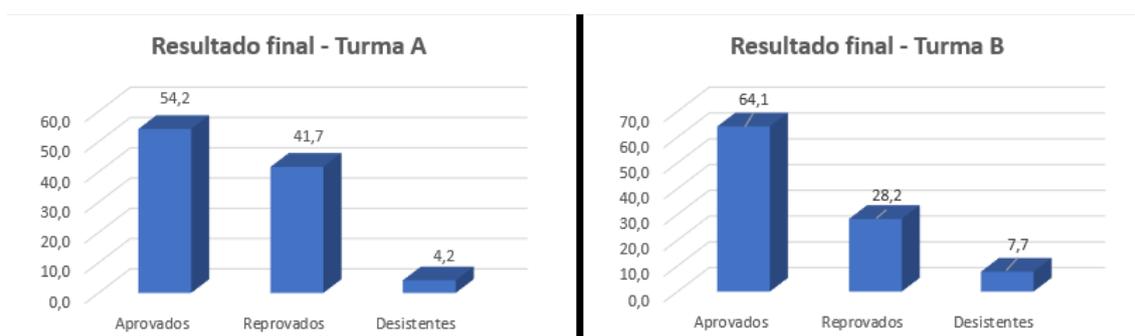
Analisando as respostas dos alunos às questões abertas, o tempo para estudo fora da sala de aula também surgiu em seus relatos: *“Sim, porém acho que o trabalho pode ser dado em aula para praticar mais, já que muitas vezes não temos tempo de fazer atividades em casa”* – aluno (P55) e também o aluno (P42) *“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 ter 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 os vídeos 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.

### 6.3 A percepção do professor sobre o resultado das avaliações

Como professor, ao investigar a própria prática em sala de aula, o diário foi o instrumento utilizado para registrar as percepções durante o processo, aula a aula, a fim de que possibilitasse a análise dos resultados alcançados. As primeiras análises versam sobre o resultado dos alunos, a partir das notas finais do período letivo, conforme demonstrado na Figura 17.



**Figura 17:** Resultado final das turmas  
**Fonte:** Autor (2021).

É perceptível verificar que prevalece uma quantidade significativa de reprovados e desistentes, que, juntos, na Turma A, totalizam 45,9% e, na Turma B, 35,9%. Os elevados índices de reprovação e evasão são também apontados em outras pesquisas, como em Barufi (1999), Rezende (2003) e Vieira (2013). As causas identificadas nessa pesquisa foram: falta de compreensão conceitual; deficiência na formação básica; não comprometimento dos alunos com as atividades propostas, falta de tempo para desenvolver as atividades e a falta de interesse nos conteúdos da disciplina.

As atividades para o momento pré-aula eram realizadas pelos alunos, porém, foi possível verificar que muitos deixavam para responder quando a aula estava prestes a iniciar, fato identificado quando o professor questionava sobre o

conteúdo e poucos respondiam pronta ou corretamente.

Sobre a metodologia da sala de aula invertida, o que facilitou tanto para os alunos quanto para mim, como professor, foi o material em forma de vídeos que auxiliou a revisão dos conteúdos e propostas de atividades exploratórias. Os alunos recorriam ao material disponível para compreender o conteúdo e, permanecendo dúvidas, durante o momento da aula, eram sanadas.

#### **6.4 Análise dos resultados da RSL e das práticas com a sala de aula invertida**

Fazendo uma análise a partir dos dados obtidos da RSL com os resultados da aplicação da sala de aula invertida, foi possível estabelecer relações, destacando os seguintes pontos: a metodologia de ensino, recursos tecnológicos digitais e a participação dos alunos.

A metodologia de ensino, adotada nesta pesquisa, para investigação da própria prática, foi observada entre os trabalhos encontrados na RSL, em apenas um deles – em Rosas *et al.* (2019), que pesquisou sobre o impacto da sala de aula invertida usando vídeos – e despertou a atenção à sua utilização nesta pesquisa. O uso da sala de aula invertida, com as ferramentas tecnológicas para a sala de aula, provou ser de grande ajuda no fortalecimento do processo de ensino e aprendizagem, conforme pode ser observado pela própria prática, pela preparação dos alunos e pela busca recorrente dos vídeos para entendimento do conteúdo.

Os recursos tecnológicos para aplicação da sala de aula invertida, nesta pesquisa, foram o AVA, vídeos e Google *Forms*. Na RSL, 24% dos trabalhos encontrados usaram o *GeoGebra*; na sequência dos mais utilizados, foram os AVA, *Kahoot!* e *Wolfram*. Para abordar os conteúdos explorados nesta prática, optou-se pelo AVA e vídeos, visto que a sala de aula invertida foi aplicada com a utilização de vídeos e o AVA para acompanhamento das atividades dos alunos. O Google *Forms* também auxiliou na avaliação.

Na participação dos alunos, verificou-se que realizaram as atividades, porém, não foi mensurado o engajamento, assim como 30% dos trabalhos na RSL apontam que não foram avaliados esses resultados.

Os resultados da aplicação da sala da aula invertida e o levantamento das

pesquisas, que abordam metodologias para o ensino de Cálculo em cursos de Engenharia, demonstram que o uso de tecnologias digitais em sala de aula, aliadas a diferentes métodos, pode significar um aprimoramento gradual do ensino e aprendizagem, potencializando resultados positivos para alunos e professores. Ainda assim, cabe ressaltar que a utilização de metodologias ativas não está diretamente ligada às tecnologias digitais, como explora a pesquisa de Ferrarini *et al.* (2019), destacando “para a existência das metodologias ativas nos séculos XIX e XX antes mesmo da criação das tecnologias digitais”, ou seja, as tecnologias digitais podem potencializar as metodologias, sejam elas ativas ou não.

## CAPÍTULO 7

### CONSIDERAÇÕES FINAIS

Da minha inquietação inicial até a ação docente, foi um processo importante em busca de respostas que nortearam esta pesquisa. Lecionar durante anos e ficar inquieto perante as situações que surgiam dentro da sala de aula, durante o processo de ensinar, fez com que este estudo ganhasse corpo e estrutura para se tornar uma reflexão daquilo que se pode explorar pelas diferentes metodologias. Não deve ser considerado normal o aluno repetir várias vezes a mesma disciplina; é preciso que ele possa desenvolver o pensamento e aprender o significado de teorias para que as utilize da melhor maneira possível à solução de problemas práticos do dia a dia.

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 não utilizar o tempo em sala com aulas exclusivamente para explicações expositivas. A escolha, em especial, pela disciplina de Cálculo para desenvolver esta pesquisa, efetivou-se por ser de entendimento que é uma disciplina base para os cursos de Engenharia e, também, pelo meu próprio interesse em inovar a minha prática pedagógica, principalmente dentro das graduações de Engenharia.

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, 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 durante as aulas, alguns não se sentiam confortáveis no início, principalmente quando não realizavam o estudo prévio. Em geral, esse desconforto era logo superado, pois, como professor, procurava fazer a interação entre a turma de modo que o aluno conseguisse acompanhar as atividades propostas no momento da aula. Destaco, aqui, 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 proposta. As atividades, conforme verificado nos resultados desta pesquisa, foram sempre realizadas por grande parte dos alunos. Isso também foi resultado dos incentivos que, como professor, eu dava em sala de aula, falando da importância de estudar previamente os conteúdos e, em algumas situações, da recompensa com notas para aqueles que respondessem aos exercícios propostos. Em vista da participação dos alunos ao longo do período, verifiquei 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 aula, o que é proposto pela própria metodologia, foi alcançado.

Constatei inúmeros benefícios utilizando a sala de aula invertida, dos quais destaco: 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. Isso 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, optei por desenvolver 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. Agora, 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 prática docente, utilizando novas metodologias, foi desafiadora. Como professor, foi notável o desconforto ao preparar todo o material para que os alunos tivessem acesso prévio e, em alguns casos, muitos não aproveitaram dessa oportunidade. Apesar disso, nesta experiência, foi possível utilizar grande parte do tempo em sala de aula para debater os assuntos relacionados ao conteúdo e discutir resoluções de exercícios, o que, a meu ver, gerou bem mais conhecimento e impacto na vida acadêmica dos alunos. Além disso, 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 enriquecia 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, mudanças na postura dos alunos.

Respondendo à questão proposta por esta pesquisa: *Quais são as contribuições da sala de aula invertida para o ensino de Cálculo em cursos de Engenharia?* – aponto como sendo a integração da metodologia com outros métodos de ensino; o maior tempo para discussão de atividades em sala de aula; a interação facilitada entre alunos e professor por meio das tecnologias digitais; a disponibilização do material para os alunos reverem quantas vezes julgarem necessário e o maior tempo dedicado à resolução de exercícios.

Dos objetivos propostos, foi possível verificar que a sala de aula invertida pôde contribuir 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. Quanto aos objetivos específicos, todos foram alcançados, de uma forma que possibilitou compreender as contribuições que a sala de aula invertida trouxe para o ensino de Cálculo.

Independentemente das dificuldades enfrentadas no decorrer do período, utilizando a metodologia da sala de aula invertida e observando a minha própria prática, 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.

Apesar dos resultados apontarem, ainda, para um percentual elevado de não aprovações na disciplina, a utilização da sala de aula invertida proporcionou explorar o Cálculo de uma forma diferente da usualmente realizada, o que, a longo prazo, pode contribuir para uma maior autonomia dos alunos em seus próprios estudos e, também, auxiliar outros professores em suas aulas.

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.

Para trabalhos futuros, deixo, como sugestão, pesquisas que tratem da influência da tecnologia digital na sala de aula, a integração de duas ou mais disciplinas ao longo de um período com diferentes metodologias e a formação de professores para o uso de metodologias ativas, bem como de tecnologias digitais no Ensino Superior.

## REFERÊNCIAS

ABADI; FIANGGA, S. **Using historical perspective in designing discovery learning on Integral for undergraduate students.** IOP Conference Series: Materials Science and Engineering, v. 296, n. 1, p. 012042, 2018.

ABENGE (Brasília). Ministério da Educação. **Associação Brasileira de Ensino de Engenharia.** 1973. Disponível em: <http://www.abenge.org.br/index.php>. Acesso em: 31 out. 2021.

ABREU, O. H. de; REIS, F. da S. Uma discussão sobre o papel das definições formais no ensino e aprendizagem de limites e continuidade em Cálculo I. **Educ. Matem. Pesq.**, São Paulo, v. 13, n. 3, p. 439-459, 01 jan. 2011. Mensal. Disponível em: <https://revistas.pucsp.br/index.php/emp/article/view/7098/5999>. Acesso em: 17 dez. 2021.

ALVES, R. M. de A. **Análise de um processo avaliativo alinhado a um ambiente de ensino e de aprendizagem de Cálculo pautado em episódios de resolução de tarefas.** 2021. 147 f. Dissertação (Mestrado) - Curso de Ensino de Matemática, Universidade Tecnológica Federal do Paraná, Londrina, 2021.

AMARAL, C. A. do N.; GONÇALVES JÚNIOR, E. Projeto de nivelamento em matemática: Uma proposta para diminuir o índice de reprovação em Cálculo 1 nas engenharias. **Revista de Ensino de Engenharia**, [S.l.], v. 37, n. 3, p. 9-17, ago. 2018. Quadrimestral.

ARÉCHIGA MARAVILLAS, J. C.; DÍAZ, S. A.; SALAZAR-TORRES, J.; ANDRADE, D. A. S. **Testing GeoGebra as an effective tool to improve the understanding of the concept of limit on engineering students.** Journal of Physics: Conference Series, v. 1408, n. 1, p. 012008, 2019.

ARIAS, R. **Ensino de conceitos de vibrações mecânicas utilizando a simulação computacional apoiada na plataforma Scilab/Matlab:** uma aplicação no curso de engenharia mecânica. 2017. 130 f. Dissertação (Mestrado) - Curso de Pós Graduação em Computação Aplicada, Universidade do Vale do Itajaí, Itajaí, 2017.

BACICH, L.; MORAN, J. **Metodologias ativas para uma educação inovadora:** uma abordagem teórico-prático. Porto Alegre: Penso, 2018.

BARROS, R. M.; MELONI, L. G. P. **O processo de ensino e aprendizagem de cálculo diferencial e integral por meio de metáforas e recursos multimídia.** Anais do XXXIV COBENGE. Passo Fundo: Ed. Universidade de Passo Fundo, Setembro de 2006. Disponível em: [http://www.abenge.org.br/cobenge/arquivos/13/artigos/1\\_263\\_374.pdf](http://www.abenge.org.br/cobenge/arquivos/13/artigos/1_263_374.pdf) Acesso em: 10 out. 2020.

BARDIN, L. **Análise de conteúdo.** São Paulo: Edições 70, 1977.

BARUFI, M. C. B. **A construção/negociação de significados no curso**

**universitário inicial de Cálculo Diferencial e Integral.** 1999. 195 f. Tese (Doutorado) - Curso de Programa de Pós-Graduação em Educação, Faculdade de Educação, Universidade de São Paulo, São Paulo, 1999.

BERGMANN, J.; SAMS, A. **Flip Your Classroom: Reach Every Student in Every Class Every Day.** Washington, DC: International Society for Technology in Education, 2012. 124 p.

BIGOTTE, M. E.; GOMES, A.; BRANCO, J. R.; PESSOA, T. **The influence of educational learning paths in academic success of mathematics in engineering undergraduate. Proceedings - Frontiers in Education Conference, FIE,** v. 2016-Nov, 2016.

BRASIL. Conselho Nacional de Educação (2002). Resolução nº 11, de 11 de março de 2002. **Institui Diretrizes Curriculares Nacionais do Curso de Graduação em Engenharia.** Brasília, DF: Diário Oficial da União, 09 abr. 2002. Seção 1, p. 32. Disponível em: <http://portal.mec.gov.br/cne/arquivos/pdf/CES112002.pdf>. Acesso em: 20 jul. 2002.

CARVALHO, H. de A. **A análise dos erros dos alunos em Cálculo I como estratégia de ensino.** 2016. 75 f. Dissertação (Mestrado) - Curso de Pós-Graduação em Matemática, Matemática, Pontifícia Universidade Católica do Rio de Janeiro, Rio de Janeiro, 2016.

COMETTI, M. A. **Discutindo o ensino de integrais múltiplas no cálculo de várias variáveis: Contribuições do Geogebra 3D para a aprendizagem.** 2018. 193 f. Dissertação (Mestrado) - Curso de Pós-Graduação em Educação Matemática, Matemática, Universidade Federal de Ouro Preto, Ouro Preto, 2018.

COSTA, P. K. A. da. **Avaliação da aprendizagem na Licenciatura em Matemática a Distância.** 2013. 197 f. Dissertação (Mestrado) - Curso de Pós-Graduação em Educação, Educação, Universidade Estadual de Ponta Grossa, Ponta Grossa, 2013.

DERMEVAL, D.; COELHO, J.; BITTENCOURT, I. I.; **Applications of ontologies in requirements engineering: a systematic review of the literature.** Requirements Engineering, 21(4), 405-437, 2016.

ESCHER, M. A. **Dimensões teórico-metodológicas do cálculo diferencial e integral: perspectivas histórica e de ensino e aprendizagem.** 2011. 222 f. Tese (Doutorado) - Curso de Pós-Graduação em Educação Matemática, Instituto de Geociências e Ciências Exatas, Universidade Estadual Paulista, Rio Claro, 2011.

FERRARINI, R. *et al.* Metodologias ativas e tecnologias digitais. **Revista Educação em Questão**, Natal, v. 57, n. 52, p. 1-30, 18 mar. 2019. Trimestral. Universidade Federal do Rio Grande do Norte - UFRN. <http://dx.doi.org/10.21680/1981-1802.2019v57n52id15762>.

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

FLORES, J. B.; LIMA, V. M. DO R.; MÜLLER, T. J. **O uso das Tecnologias da Informação e Comunicação no ensino de Cálculo Diferencial e Integral: reflexões a partir de uma metanálise.** *Abakós*, v. 6, n. 2, p. 21–35, 2018.

FROTA, M. C. R. **Investigações na sala de aula de cálculo.** In: 29ª Reunião Nacional da AMPEd, 2006, Caxambu. Educação, Cultura e Conhecimento a Contemporaneidade: Desafios e compromissos. Caxambu, 2006, V. 1. p. 1-14.

GAUTHIER, C. *et al.* **Por uma teoria da pedagogia: pesquisas contemporâneas sobre o saber docente.** Ijuí: Unijuí, 182 p. 1998.

GIBBS, G **Análise de dados qualitativos.** Porto Alegre: Artmed, 195 p. 2008.

GUIMARÃES, G. LEARNING DIFFERENTIAL AND INTEGRAL CALCULUS IN CIVIL ENGINEERING: and interdisciplinary proposal between theory and practice. **Revista de Ensino de Engenharia**, [S.L.], v. 37, n. 1, p. 66-75, jan. 2018. Quadrimestral. *Revista de Ensino em Engenharia*. <http://dx.doi.org/10.5935/2236-0158.20180007>.

KINNARI-KORPELA, H. **Using short video lectures to enhance mathematics learning - experiences on differential and integral calculus course for engineering students.** *Informatics in Education*, v. 14, n. 1, p. 69–83, 2015.

LIMA, G. de S. B. **Explorando noções elementares do Cálculo em sala de aula, a partir de suas aplicações sob uma perspectiva histórica.** 2017. 191 f. Dissertação (Mestrado) - Curso de Pós Graduação em Ensino de Matemática, Instituto de Matemática, Universidade Federal do Rio de Janeiro, Rio de Janeiro, 2017.

LIMA, C. do M. F. de; NACARATO, A. M. **A Investigação da própria prática: mobilização e apropriação de saberes profissionais em Matemática.** *Educação em Revista*, Belo Horizonte, v. 25, n. 2, p. 241-266, ago. 2009. Disponível em: <https://www.scielo.br/j/edur/a/3GtWTMrHnk5mnVg5KvWJpLk/?format=pdf&lang=pt>. Acesso em: 20 jul. 2022.

MACHROMAH, I. U.; PURNOMO, M. E. R.; SARI, C. K. **Learning calculus with geogebra at college.** *Journal of Physics: Conference Series*, v. 1180, n. 1, 2019.

MAHAYUKTI, G. A. **The effectiveness of mathematics AVA aided learning tool with performance assessment on student independence and student learning outcomes.** *Journal of Physics: Conference Series*, v. 1040, n. 1, p. 012029, 2018.

MARCONI, M. de A.; LAKATOS, Eva Maria. **Metodologia Científica.** 6. ed. São Paulo: Atlas, 176 p. 2011.

MARTIN-VAQUERO, J.; CACERES, M. J.; RODRIGUEZ, G.; QUEIRUGA-DIOS, A.; YILMAZ, F. **Basic mathematics assessment in engineering degrees: Case study.** *IEEE Global Engineering Education Conference, EDUCON*, v. 2018-April, p. 1639–1644, 2018.

MATTAR, J. **Metodologias Ativas para educação presencial, blended e a**

**distância.** São Paulo: Artesanato Educacional, 2017.

MENDEZABAL, M. J. N.; TINDOWEN, D. J. C. **Improving students' attitude, conceptual understanding and procedural skills in differential Calculus through Microsoft Mathematics.** Journal of Technology and Science Education, v. 8, n. 4, p. 385-397, 2018.

MENONCINI, L. **O jogo das operações semióticas na aprendizagem da integral definida no cálculo de área.** 2018. 228 f. Tese (Doutorado) - Curso de Pós-Graduação em Educação Científica e Tecnológica, Universidade Federal de Santa Catarina, Florianópolis, 2018.

MEYER, C. **Derivada/Reta Tangente: Imagem Conceitual e Definição Conceitual.** 2003. 159 f. Dissertação (Mestrado em Educação Matemática). Pontifícia Universidade Católica de São Paulo, São Paulo, 2003.

MILMAN, N. B. **The flipped classroom strategy: What is it and how can it best be used? Distance Learning,** v. 9, n. 3, p. 85-87, 2012.

MONÇÃO, F. F. **Uma leitura dos erros cometidos por estudantes na resolução de questões do Cálculo Diferencial e Integral.** 2015. 76 f. Dissertação (Mestrado) - Curso de Pós-Graduação *Stricto Sensu* Mestrado Profissional em Matemática, Universidade Estadual do Sudoeste da Bahia, Vitória da Conquista, 2015.

MONTOYA, S. A.; PRADA, D. A. **The importance of conceptualization in the use of Wolfram Mathematica 10 for a course in differential calculus.** Journal of Physics: Conference Series, v. 1161, n. 1, p. 012012, 2019.

MOREIRA, R. C. **Ensino da Matemática na perspectiva das metodologias ativas: Um estudo sobre a "Sala de aula invertida".** 2018. 50 f. Dissertação (Mestrado) - Curso de Pós-Graduação em Matemática, Universidade Federal do Amazonas, Manaus, 2018.

OLIVEIRA, G. G. N. de. **O uso do hipertexto na aprendizagem de cálculo em um ambiente virtual.** 2010. 207 f. Dissertação (Mestrado) - Curso de Pós-Graduação em Educação Matemática, Universidade Federal de Minas Gerais, Belo Horizonte, 2010.

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

PEREIRA, Z. y Pereira, L. C., Caseres, E. A., **Efecto del foro virtual sobre el aprendizaje de Cálculo Diferencial.** Revista Electrónica de Investigación Educativa, v. 21, n. 30, p. 1-11, 2019

PINTO, M. M. F. **Discutindo a transição dos Cálculos para a Análise.** In: LACHINI, J.; LAUDARES, J.B. (Orgs.). Educação Matemática: a prática educativa sob o olhar de professores de Cálculo. Belo Horizonte: FUMARC, p. 123-145, 2001

PIRES, L. F. R. **As Influências das Tecnologias da Informação e Comunicação nas Estratégias de Ensino e Aprendizagem de Cálculo Diferencial e Integral.**

2016. 241 f. Dissertação (Mestrado) - Curso de Programa de Pós-Graduação em Educação Matemática, Instituto de Ciências Exatas, Universidade Federal de Juiz de Fora, Juiz de Fora, 2016

PRAMUDITYA, S. A.; SULAIMAN, H.; WAHYUDIN. **Development of instructional media game education on integral and differential calculus.** Journal of Physics: Conference Series, v. 1280, n. 4, p. 042049, 2019.

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

POZO, J. I. **Aprendizes e Mestres. A nova cultura da aprendizagem.** Porto Alegre: Artmed, 2002.

RAFAEL, R. C. **Cálculo Diferencial e Integral: um estudo sobre estratégias para redução do percentual de não aprovação.** 2017. 103 f. Dissertação (Mestrado) - Curso de Pós-Graduação em Educação Matemática, Instituto de Ciências Exatas, Universidade Federal de Juiz de Fora, Juiz de Fora, 2017.

REZENDE, W. M. **O Ensino de Cálculo: Dificuldades de natureza epistemológica.** 2003. 468 f. Tese (Doutorado) - Curso de Pós-Graduação em Educação, Faculdade de Educação, Universidade de São Paulo, São Paulo, 2003. Disponível em: [https://www.teses.usp.br/teses/disponiveis/48/48134/tde-27022014-121106/publico/WANDERLEY\\_REZENDE.pdf](https://www.teses.usp.br/teses/disponiveis/48/48134/tde-27022014-121106/publico/WANDERLEY_REZENDE.pdf). Acesso em: 20 jul. 2022.  
ROJAS SUÁREZ, J. P.; VERGEL-ORTEGA, M.; PABÓN GÓMEZ, J. A. **Understanding of derivative as an essential part of the study of differential calculus.** Journal of Physics: Conference Series, v. 1329, n. 1, p. 012014, 2019.

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.

SAMPAIO, R. F.; MANCINI, M. C. **Estudos de revisão sistemática: um guia para síntese criteriosa da evidência científica.** Revista Brasileira de fisioterapia, São Carlos, v. 11, n. 1, p. 83-89, fev. 2007. Disponível em <[http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci\\_arttext&pid=S1413-3552007000100013&lng=pt&nrm=iso](http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1413-3552007000100013&lng=pt&nrm=iso)> Acesso em 14 jun. 2020.

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.

SARAZA, D.; VERA, C.; TRUJILLO, J.; PRADA, R. **Educational engineering as research methodology in learning the concepts of limit and continuity.** Journal of Physics: Conference Series, v. 1329, n. 1, p. 012021, 2019.

SILVA-GARCIA, V.; FERNÁNDEZ-SAMACÁ, L. **An approach to improve reading skills from mathematics courses in an engineering curriculum.** 2011 IEEE

Global Engineering Education Conference, EDUCON 2011, p. 853-858, 2011.

SILVA, J. M. da; JARDIM, D. F.; CARIUS, A. C. O ensino e a aprendizagem de conceitos de Cálculo usando modelos matemáticos e ferramentas tecnológicas. **Revista de Ensino de Engenharia**, [S.l.], v. 35, n. 2, p. 70-80, maio 2016. Quadrimestral.

SILVA, E. L.; MENEZES, E. M. **Metodologia da pesquisa e elaboração de dissertação**. 3. Ed. rev. atual. - Florianópolis: Laboratório de Ensino a Distância da UFSC, 121 p. 2001.

TALBERT, R *et al.* **Guia para utilização da aprendizagem invertida no ensino superior**. Porto Alegre: Penso, 2019. 246 p. Tradução: Sandra Maria Mallmann da Rosa.

TASMAN, F.; AHMAD, D. **Visualizing Volume to Help Students Understand the Disk Method on Calculus Integral Course**. **IOP Conference Series: Materials Science and Engineering**, v. 335, n. 1, p. 012112, 2018.

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 Sciences**, v. 9, n. 3, p. 1-22, 2019.

TREVISAN, A. L.; MENDES, M. T. **Ambientes de ensino e aprendizagem de Cálculo Diferencial e Integral organizados a partir de episódios de resolução de tarefas: uma proposta**. **Revista Brasileira de Ensino de Ciência e Tecnologia**, Ponta Grossa, v. 11, n. 1, p.209-227, jan./abr. 2018.

VIEIRA, A. F. **Ensino de cálculo diferencial e integral: das técnicas ao humans-with-media**. 2013. 204 f. Tese (Doutorado) - Curso de Pós-Graduação em Educação, Faculdade de Educação, Universidade de São Paulo, São Paulo, 2013.

WIRYANTO, L. H. **Line integral on engineering mathematics**. **IOP Conference Series: Materials Science and Engineering**, v. 296, n. 1, p. 0–4, 2018.

ZABALA-VARGAS, S. A.; GARCIA-MORA, L. H.; ARDILA-SEGOVIA, D. A.; DE BENITO-CROSETTI, B. L. **Motivation increase of mathematics students in Engineering-A proposal from Game Based Learning**. **Proceedings of the 2019 International Symposium on Engineering Accreditation and Education, ICACIT 2019**, 2019.

ZEHRA, A.; ABBASI, S. J. **Misconceptions of Derivative and Integration Techniques among Engineering Students: A Case Study**. **Journal of Physics: Conference Series**, v. 1320, n. 1, 2019.

## APÊNDICE A – TCLE

### TERMO DE CONSENTIMENTO LIVRE E ESCLARECIDO (TCLE)

Você \_\_\_\_\_

está sendo convidado (a) a participar de uma pesquisa intitulada: **“SALA DE AULA INVERTIDA NO ENSINO DE CÁLCULO DIFERENCIAL E INTEGRAL I: UMA PROPOSTA PARA OS CURSOS DE ENGENHARIA”**, desenvolvida pelo pesquisador responsável **GEOVANE DUARTE PINHEIRO**.

Esta pesquisa irá investigar a utilização de metodologias ativas no ensino de Cálculo Diferencial e Integral I e se as mesmas promovem um maior engajamento dos alunos nos cursos de Engenharia.

Nós estamos desenvolvendo esta pesquisa porque queremos saber **se as metodologias ativas contribuem para a aprendizagem dos alunos e de que forma isso ocorre**.

O convite para a sua participação se deve à **sua matrícula na disciplina de Cálculo Diferencial e Integral I, no curso de engenharia**.

Caso você decida aceitar nosso convite para participar desta pesquisa, você será submetido(a) ao(s) seguinte(s) procedimento(s): responder um questionário diagnóstico, com questões objetivas, sobre as metodologias utilizadas em sala de aula.

O tempo previsto para a sua participação é de aproximadamente 1 hora.

Os riscos relacionados com sua participação são desconforto moral e serão reduzidos pelos seguintes procedimentos: através do atendimento pelo pesquisador principal e se necessário encaminhados ao serviço especializado da instituição.

Estão previstos como forma de acompanhamento e assistência serviço especializado da instituição.

Os benefícios relacionados com a sua participação serão o aprendizado voltado a área de cálculo aplicado para a engenharia, a possibilidade de entender a aplicação prática do cálculo nos problemas que envolvem engenharia e o desenvolvimento cognitivo e de habilidades/competências voltadas para a resolução de problemas.

Todos os dados e informações que você nos fornecer serão guardados de forma sigilosa. Garantimos a confidencialidade e a privacidade dos seus dados e das suas informações. Todas as informações que você nos fornecer ou que sejam conseguidas por esta pesquisa, serão utilizadas somente para esta finalidade.

O material da pesquisa com os seus dados e informações será armazenado em local seguro e guardados em arquivo, por pelo menos 5 anos após o término da pesquisa. Qualquer dado que possa identificá-lo ou constrange-lo, será omitido na divulgação dos resultados da pesquisa.

A sua participação não é obrigatória sendo que, a qualquer momento da pesquisa, você poderá desistir e retirar seu consentimento. Contudo, ela é muito importante para a execução da pesquisa. Se você decidir recusar ou desistir de participar, você não terá nenhum prejuízo para sua relação com o pesquisador, com o Centro Universitário FAG. Em caso de recusa, você não será penalizado.

A sua participação nesta pesquisa bem como a de todas as partes envolvidas será voluntária, não havendo remuneração/pagamento. No caso de algum gasto resultante da sua participação na

pesquisa e dela decorrentes, você será ressarcido, ou seja, o pesquisador responsável cobrirá todas as suas despesas e de seus acompanhantes, quando for o caso.

Se você sofrer qualquer dano resultante da sua participação neste estudo, sendo ele imediato ou tardio, previsto ou não, você tem direito a assistência imediata, integral e gratuita, pelo tempo que for necessário.

Ao assinar este termo de consentimento, você não estará abrindo mão de nenhum direito legal, incluindo o direito de buscar indenização por danos e assistência completa por lesões resultantes de sua participação neste estudo.

Os resultados que nós obtivermos com esta pesquisa serão transformados em informações científicas. Portanto, há a possibilidade de eles serem apresentados em seminários, congressos e similares, entretanto, os dados/informações obtidos por meio da sua participação serão confidenciais e sigilosos, não possibilitando sua identificação.

Também é um direito seu receber o retorno sobre sua participação. Então, se você tiver interesse, preencha o seu telefone e/ou e-mail no campo “**CONSENTIMENTO DE PARTICIPAÇÃO**”. Assim, quando este estudo terminar, você receberá informações sobre os resultados obtidos.

A qualquer momento, você poderá entrar em contato com o pesquisador responsável, podendo tirar suas dúvidas sobre o projeto e sobre sua participação.

**Pesquisador Responsável:** Geovane Duarte Pinheiro

**Endereço:** Rua Alberi Antonio Richard, 190

**Telefone:** 45999678419

**E-mail:** [dgeovane@gmail.com](mailto:dgeovane@gmail.com)

Você também pode entrar em contato com o Comitê de Ética em Pesquisa com Seres Humanos do Centro Universitário Assis Gurgacz (CEP-FAG), responsável por avaliar este estudo.

Este Comitê é composto por um grupo de pessoas que atuam para garantir que seus direitos como participante de pesquisa sejam respeitados. Ele tem a função de avaliar se a pesquisa foi planejada e se está sendo executada de forma ética.

Se você achar que a pesquisa não está sendo realizada da forma como você imaginou ou que está sendo prejudicado de alguma forma, você pode entrar em contato com CEP-FAG através das informações abaixo:

**Endereço:** Avenida das Torres 500 – Bairro FAG – Cascavel, Paraná - Prédio da Reitoria – 1º Andar.

**Telefone:** (45) 3321-3791

**E-mail:** [comitedeetica@fag.edu.br](mailto:comitedeetica@fag.edu.br)

**Site:** <https://www.fag.edu.br/cep>

**Horários de atendimento:** Segunda, Quarta e Quinta-feira: 13h30 às 17h00

Terça e Sexta-feira: 19h às 22h30

Após ser esclarecido(a) sobre as informações do projeto, se você aceitar em participar desta pesquisa deve preencher e assinar este documento que está elaborado em duas vias; uma via deste

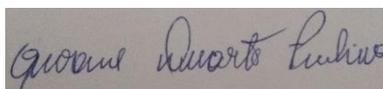
Termo de Consentimento ficará com você e a outra ficará com o pesquisador. Este consentimento possui mais de uma página, portanto, solicitamos sua assinatura (rubrica) em todas elas.

### CONSENTIMENTO DE PARTICIPAÇÃO

Eu \_\_\_\_\_,  
abaixo assinado, concordo em participar do presente estudo como participante e declaro que fui devidamente informado e esclarecido sobre a pesquisa e os procedimentos nela envolvidos, bem como os riscos e benefícios da mesma e aceito o convite para participar. Autorizo a publicação dos resultados da pesquisa, a qual garante o anonimato e o sigilo referente à minha participação.

\_\_\_\_\_  
**Assinatura do participante**

\_\_\_\_\_  
**Telefone e e-mail de contato do participante**



\_\_\_\_\_  
**Assinatura do pesquisador responsável**

## APÊNDICE B – Lista de atividades

### ATIVIDADES

#### Atividade: 01

(Link: <https://forms.gle/vT6QuJ9jf3GVTqE48>)

<b>Assunto:</b>	Múltiplos / divisores e frações
<b>Material:</b>	Vídeo e atividade no Google Forms

Vídeo: [https://www.youtube.com/watch?v=IRT\\_ICu67-Y&t=1s](https://www.youtube.com/watch?v=IRT_ICu67-Y&t=1s)

**Instruções:** Acessar o material previamente disponibilizado. Ler e/ou assistir, fazendo as devidas anotações. Ao término, responder as questões propostas. Verificar o prazo de entrega!

#### Questões

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

02) Assinale a verdadeira:

- a) Se somarmos (ou subtrairmos) um número inteiro  $m \neq 0$  ao numerador e denominador de uma fração, esta não se altera.
- b) Se multiplicarmos ou dividirmos uma fração por um número inteiro  $m \neq 0$ , esta não se altera.
- c) Se multiplicarmos e dividirmos uma fração por um número inteiro  $m \neq 0$ , esta não se altera.
- d) Se multiplicarmos ou dividirmos o numerador de uma fração por um número inteiro  $m \neq 0$ , esta não se altera.
- e) Se multiplicarmos ou dividirmos o denominador de uma fração por um número inteiro  $m \neq 0$ , esta não se altera.

### ATIVIDADES

#### Atividade: 02

(Link: <https://forms.gle/qPhAYzmAwEPy9fot8>)

<b>Assunto:</b>	Potenciação / Notação científica
<b>Material:</b>	Vídeo e atividade no Google Forms

Vídeo: <https://www.youtube.com/watch?v=D432hSncf2o&t=2s>

**Instruções:** Acessar o material previamente disponibilizado. Ler e/ou assistir, fazendo as devidas anotações. Ao término, responder as questões propostas. Verificar o prazo de entrega!

#### Questões

01) Na multiplicação de bases iguais, devemos conservar a base e somar os expoentes.

Certo

Errado

02) A notação científica não facilita a manipulação de números muito grandes ou muito pequenos.

Certo

Errado

## ATIVIDADES

### Atividade: 03

(Link: <https://forms.gle/puQVnMTzToPbKAho9>)

<b>Assunto:</b>	Radiciação / Produtos notáveis
<b>Material:</b>	Vídeo e atividade no Google Forms

Vídeo: <https://www.youtube.com/watch?v=234TZP6uYVk>

**Instruções:** Acessar o material previamente disponibilizado. Ler e/ou assistir, fazendo as devidas anotações. Ao término, responder as questões propostas. Verificar o prazo de entrega!

Questões

01) Raízes de índice par admitem apenas radicando positivo (no conjunto dos reais).

Certo

Errado

02) O produto da soma de dois termos pela sua diferença é igual ao quadrado do primeiro termo, menos o quadrado do segundo termo.

Certo

Errado

## ATIVIDADES

### Atividade: 04

(Link: <https://forms.gle/Cp7wRuX9pq1amPEM7>)

<b>Assunto:</b>	Função Linear
<b>Material:</b>	Vídeo e atividade no Google Forms

Vídeo:

<https://drive.google.com/file/d/1tAWMgsqy4jEKuMSKQBSCxa6slfhrJiNn/view?usp=sharing>

**Instruções:** Acessar o material previamente disponibilizado. Ler e/ou assistir, fazendo as devidas anotações. Ao término, responder as questões propostas. Verificar o prazo de entrega!

Questões

01) É chamada de função linear ou função de 1º grau, toda equação cujo maior grau da variável independente seja 1.

Certo

Errado

## ATIVIDADES

### Atividade: 05

(Link: <https://forms.gle/gv2FX1KzMDD13VkS8>)

<b>Assunto:</b>	Função Quadrática
<b>Material:</b>	Vídeo e atividade no Google Forms

Vídeo: [https://drive.google.com/file/d/1MwVmZw5OgZN955\\_8hvx2XSo5LL9vOi-N/view?usp=sharing](https://drive.google.com/file/d/1MwVmZw5OgZN955_8hvx2XSo5LL9vOi-N/view?usp=sharing)

**Instruções:** Acessar o material previamente disponibilizado. Ler e/ou assistir, fazendo as devidas anotações. Ao término, responder as questões propostas. Verificar o prazo de entrega!

Questões

01) O gráfico de uma função quadrática é uma parábola, podendo ser essa com sua concavidade voltada para cima ou para baixo.

Certo  
Errado

## ATIVIDADES

### Atividade: 06

(Link: <https://forms.gle/kpLEcUpMxhC77RUM8>)

<b>Assunto:</b>	Funções logarítmicas e trigonométricas
<b>Material:</b>	Slides (Aula _ Funções)

Material: <https://drive.google.com/file/d/1RJBUfMsHO98TtypmJvzR-NQPydSipSCiv/view?usp=sharing>

**Instruções:** Acessar o material previamente disponibilizado. Ler e/ou assistir, fazendo as devidas anotações. Ao término, responder as questões propostas. Verificar o prazo de entrega!

Questões

01) Funções caracterizadas por seu comportamento periódico, definida em todo seu domínio é uma função do tipo:

- a) Logarítmica
- b) Exponencial
- c) Trigonométrica
- d) Nenhuma das alternativas

## ATIVIDADES

### Atividade: 07

(Link: <https://forms.gle/TRaxxbtFkvPAavQp7>)

<b>Assunto:</b>	Limites – introdução
<b>Material:</b>	Vídeo

Vídeo: <https://www.youtube.com/watch?v=DkCHV5Kbx4o>

**Instruções:** Acessar o material previamente disponibilizado. Ler e/ou assistir, fazendo as devidas anotações. Ao término, responder as questões propostas. Verificar o prazo de entrega!

Questões

Podemos afirmar que o limite da função  $f(x) = 2x$ , para  $x$  tendendo a zero resulta em zero?

- a) Sim
- b) Não

## ATIVIDADES

### Atividade: 08

(Link: <https://forms.gle/D5d2r1a1FRK3D7aj6>)

<b>Assunto:</b>	Cálculo de limites
<b>Material:</b>	Vídeo

Vídeo: <https://www.youtube.com/watch?v=zPqqLqtpblU>

**Instruções:** Acessar o material previamente disponibilizado. Ler e/ou assistir, fazendo as devidas anotações. Ao término, responder as questões propostas. Verificar o prazo de entrega!

Questões

Calcule o limite de  $f(x) = 3x - 1$ .

Resultado:

## ATIVIDADES

### Atividade: 09

(Link: <https://forms.gle/gC59VsvwFB3sJivv7>)

<b>Assunto:</b>	Derivadas – definição
<b>Material:</b>	Slides e atividades

Slides:

<https://drive.google.com/file/d/1t2EbUwxg8WMIJnmjHCcH1SRKCgzU8zDr/view?usp=sharing>

**Instruções:** Acessar o material previamente disponibilizado. Ler e/ou assistir, fazendo as devidas anotações. Ao término, responder as questões propostas. Verificar o prazo de entrega!

Questões

A derivada de  $f(x) = 3x$ , vale:

- a)  $x$
- b) 3
- c) 0

## APÊNDICE C – Questionário 01 e respostas

- 1- Idade: \_\_\_\_\_
- 2-Curso: (Civil/Mecânica/Elétrica): \_\_\_\_\_
- 3- Primeira vez que cursa esta disciplina? ( ) Sim / ( ) Não  
 Se não, quantas vezes já cursou? \_\_\_\_\_
- 4- Onde cursou o ensino médio? ( ) Pública / ( ) Particular
- 5- Fez cursinho pré-vestibular? ( ) Sim / ( ) Não
- 6- Numa escala de 0 a 10, o que você achou das aulas desse bimestre? \_\_\_\_\_
- 7- Qual sua expectativa para esta disciplina?
- 8- Segundo seu parecer, qual o grau de dificuldade da disciplina?
- 9- Na sua opinião, gostou do método de aprendizagem aplicado na disciplina? Por que?

### Respostas:

P	1	2	3	3.1	4	5	6
1	20	Elétrica	Sim	0	Pública	Não	10
2	25	Elétrica	Sim	0	Pública	Não	8
3	19	Elétrica	Sim	0	Pública	Sim	10
4	38	Mecânica	Sim	0	Pública	Não	10
5	19	Mecânica	Sim	0	Pública	Não	8
6	18	Mecânica	Sim	0	Pública	Não	7
7	19	Elétrica	Sim	0	Pública	Não	8
8	19	Elétrica	Sim	0	Pública	Não	10
9	25	Elétrica	Sim	0	Particular	Não	9
10	18	Mecânica	Sim	0	Pública	Não	10
11	19	Elétrica	Sim	0	Pública	Não	10
12	19	Mecânica	Sim	0	Pública	Não	8,75
13	19	Mecânica	Sim	0	Particular	Não	10
14	25	Elétrica	Não	2	Pública	Não	10
15	21	Elétrica	Não	1	Pública	Não	10
16	18	Mecânica	Sim	0	Pública	Não	10
17	31	Mecânica	Não	3	Pública	Sim	9
18	31	Elétrica	Sim	0	Pública	Não	7
19	19	Mecânica	Sim	0	Pública	Não	10
20	17	Elétrica	Sim	0	Particular	Não	10
21	18	Elétrica	Sim	0	Pública	Não	9
22	26	Elétrica	Sim	0	Pública	Não	9

23	21	Elétrica	Não	1	Pública	Não	10
24	18	Mecânica	Sim	0	Pública	Não	10
25	20	Elétrica	Sim	0	Pública	Não	10
26	37	Civil	Não	2	Pública	Não	9
27	20	Mecânica	Sim	0	Pública	Não	10
28	18	Mecânica	Sim	0	Pública	Não	9
29	18	Elétrica	Sim	0	Pública	Não	9
30	25	Elétrica	Sim	0	Pública	Não	9
31	21	Elétrica	Sim	0	Pública	Não	9
32	17	Elétrica	Sim	0	Particular	Não	10
33	18	Mecânica	Sim	0	Pública	Não	10
34	18	Mecânica	Sim	0	Particular	Não	10
35	20	Mecânica	Sim	0	Pública	Não	9
36	20	Elétrica	Sim	0	Pública	Não	10
37	17	Elétrica	Sim	0	Particular	Não	10
38	34	Mecânica	Sim	0	Pública	Não	9
39	18	Mecânica	Sim	0	Pública	Não	6
40	18	Mecânica	Sim	0	Pública	Não	10
41	18	Civil	Sim	0	Particular	Sim	10
42	20	Civil	Sim	0	Pública	Não	9,5
43	19	Civil	Sim	0	Pública	Não	10
44	54	Civil	Sim	0	Pública	Não	8
45	18	Civil	Sim	0	Particular	Não	10
46	21	Civil	Sim	0	Pública	Não	10
47	17	Civil	Sim	0	Particular	Não	9
48	19	Civil	Sim	0	Particular	Sim	10
49	17	Civil	Sim	0	Pública	Não	9
50	18	Civil	Sim	0	Pública	Sim	7
51	19	Civil	Sim	0	Pública	Não	9
52	18	Civil	Sim	0	Particular	Não	10
53	19	Civil	Sim	0	Pública	Não	8
54	18	Civil	Sim	0	Particular	Não	10
55	17	Civil	Sim	0	Particular	Sim	8
56	35	Civil	Sim	0	Pública	Não	10
57	18	Civil	Sim	0	Particular	Não	8
58	21	Civil	Não	1	Pública	Não	10
59	17	Civil	Sim	0	Pública	Não	8
60	18	Civil	Sim	0	Particular	Sim	7
61	18	Civil	Sim	0	Particular	Não	10
62	21	Civil	Sim	0	Pública	Não	
63	27	Civil	Não	2	Pública	Não	10

Questões abertas:

P	7	8	9
1	Aprender o conteúdo passado, aproveitar ao máximo as explicações.	7	Sim, método dinâmico, de fácil entendimento, os vídeos extras ajudaram muito.
2	Ficar difícil.	Médio.	Sim, pois é expositiva.
3	Boa	Médio.	Sim. Bem explicado.
4	Que me dê bastante conhecimento.	8	Sim, explica com calma e clareza.
5	Evolução no aprendizado, novos conhecimentos.	Médio alto.	Sim, pois o professor tem mantido bom e calmo ritmo de ensino.
6	Bom desempenho.	8	Sim, claro e direto.
7		Difícil.	Sim, vídeo com explicações.
8	Boa	(0-10)=5	Sim, foi bem didático e muito auto explicativo.
9		Médio	Sim! Explica bem e resolve exercício durante a explicação para melhor fixação!
10	Desenvolver meus conhecimentos matemáticos.	Médio	Sim, bem didático!
11	Não reprovar.	8	Sim, pois o professor é muito atencioso e explica bem o conteúdo.
12	Passar, e o grau de dificuldade aumentar.	No momento 9,5.	Sim, bastante didático.
13	A base para todo o resto.	Até então médio, podendo ficar alto.	Sim, até o momento atendeu a necessidade.
14	Compreender o conteúdo.	10	Sim, fácil aprendizagem pelo método de ensino.
15	Boa!	Médio!	Sim, explicação muito boa!
16	A base da matemática para o curso inteiro.	6	Sim, paciência e o método de ensino do professor.
17	Adquirir conhecimento.	Difícil.	Sim, melhora aprendizagem.
18	Tenho muita dificuldade, mas vou passar.	Não é uma matéria difícil. No meu caso falta muita base, conclui o segundo grau com supletivo. É oito anos sem estudar.	Posso falar por que está muito bom, devido a paciência e revisão de toda matéria.
19	Boa, aula bem complexa, e a explicação boa.	7 a 8	Sim, pois a aula foi dada com bastante exemplo para tirar as dúvidas e bem explicados.
20	Que piore.	Antes de receber a prova, 4	Sim, achei bem explicativo, por abordar matemática básica.

21	Pouco de medo por fazer muito tempo que não faço prova presencial	8	Sim, o professor explicou muito bem desde a matemática básica o que facilitou para o conteúdo mais complexo.
22	Achei que eu seria melhor nela!	Tem um grau médio.	Sim
23	Conseguir entender melhor a disciplina com os métodos aplicados.	De 0 a 10, o grau de dificuldade seria um 6.	Sim, pois foram passados não só a ajuda em sala, mas vídeo, slide, trabalhos.
24	Boa	Médio.	Sim, simplificado.
25		Mediano	Sim, explicação bem clara e objetiva.
26	Adquiri base.	Nessa estada até agora 6 dificuldades.	Sim, há clareza no entendimento
27	Ser aprovado com 10	Moderado	Gostei pois o professor não pulou etapas.
28	Pretendo estudar bastante para que não reprove e a matéria não se torne tão complicada como as pessoas dizem.	Até agora a meu ver essa é a segunda matéria mais difícil, porém, o professor está explicando bem o conteúdo.	Sim. Porque a cada conteúdo estudado o professor dava vários exemplos e respondia exercícios no quadro.
29	Melhorar meu conhecimento matemático.	Mediano	Sim, muito didático e de fácil absorção.
30		Em relação ao conteúdo difícil, por problemas de saúde e pessoais não consegui estudar as matérias em geral.	Sim, matéria bem explicativa e super atenção do professor.
31	Boa	Dificuldade grande, pois tem bastante detalhes para decorar.	Sim
32	Evoluir em conhecimento.	Relembrar tudo.	Sim, porque vai indo pouco a pouco, auxiliando quem está há muito tempo sem praticar o básico.
33	Obter toda a informação necessária para o curso.	O conteúdo aumenta o grau de dificuldade, porém o método adotado ajuda	Ótimo, o método de aprendizagem facilita o entendimento da matéria.

		no entendimento.	
34	Muito boa explicação e atenção a dúvida do aluno e as listas que não ótimas para tirar as dúvidas.	Por enquanto está muito tranquilo.	Sim, ensina a matéria nas listas, método que eu acho mais correto, pois aprende fazendo um estudo ativo.
35	Cada vez ficar mais difícil.	Pra mim bem difícil, pois larguei o ensino médio faz tempo.	Sim, bem variado.
36		Médio/alto	Sim, método com ritmo dentro do padrão, sem ser acelerado.
37	Esperança e receio.	Médio alta.	Gostei, muito prestativo e calmo.
38	Revisar o básico, agora no cálculo I e seguir aprendendo.	Médio	Sim, ajuda a lembrar tudo do início.
39		50%	Passo a passo e dificuldade de exercício gradual.
40	Absorver ao máximo os conteúdos, para futuros outros conteúdos.	8	Sim, ensino do conteúdo seguido de exercícios para compreensão do mesmo.
41	Que eu possa aprender o conteúdo, em que áreas ele será aplicado, e que eu possa crescer acadêmica e intelectualmente	Matéria tranquila, acredito que o conteúdo mais complexo ainda está por vir.	Sim, bastante. O professor torna o entendimento do conteúdo mais fácil através de vários exemplos e explicação detalhada, e ainda sana as dúvidas de exercícios explicando de forma clara.
42	Aprender e não decorar.	Por hora tranquilo.	Sim. Didática boa, pouco lento, mas dá para aprender bem demais.
43	Conseguir aprender de maneira definitiva todos os conteúdos trabalhados	Médio.	Sim, achei a didática ótima e os métodos também.
44	Esta disciplina é muito importante para o desenvolvimento e entendimento de todo o curso.	Como fiz o 2º grau a muito tempo e trabalho na área comercial, estou com bastante dificuldade.	Acho o método bom, explicação com paciência e busca saber se estamos entendendo o conteúdo.
45	Aprender mais futuramente.	Por enquanto não muito difícil.	Sim, pois foi uma boa explicação do conteúdo, tirando as dúvidas.
46		Difícil, mas da minha parte o professor é muito bom.	Sim
47	Ficar mais divertida.	Médio.	Sim, porém o conteúdo deixou muito "técnico".

48	Continuar aprendendo e estudando mais.	Por enquanto sim.	Sim, conteúdo muito bem explicado, só acho que alguns pontos poderiam ser explicados de forma mais direta.
49		7/10	Sim, consegui entender com facilidade.
50	Mais difícil ao decorrer do curso.	Neste bimestre, 7.	Bom, porém estimular mais as aulas (ânimo).
51		Médio.	
52	Aprender mais no próximo bimestre.	Encontrei bastante dificuldade.	Sim, professor é calmo para explicar.
53	Não pegar exame.	8,5/10	Sim
54	Desenvolver meu raciocínio lógico.	7 ou 6	Sim, porém acho que o trabalho pode ser dado em aula para praticar mais, já que muitas das vezes não temos tempo de fazer atividades em casa.
55	Ótima	8	Sim
56			Sim, devido a clareza nas explicações.
57	Encaminhar os próximos cálculos com mais facilidade.	Dificuldade média, só não tenho tempo quase pra deixa-la fácil	Sim, o professor explica bem detalhadamente e de uma forma clara e objetiva.
58	Que seria uma disciplina difícil.	Médio para difícil.	Sim, pois é passado os conteúdos aos alunos de forma com que entendam.
59	Que flua melhor.	Média/alta.	Padrão. Poderia ser melhor, sendo mais dinâmico e com menos pressa em ensinar. A maneira como o conteúdo é dado, é de forma brusca e apressado.
60	Acredito que vou me sair bem e fixar bem o conteúdo.	Para mim, a disciplina tem grau de dificuldade alto.	Sim, pois realizamos muitos exercícios que fixam o aprendizado.
61		Com uma dificuldade alta.	Sim, é um método bom, mas deveria ter mais exemplos e possibilidade de resolução.
62	Passar pra me formar logo.	8,5, mas pra mim é 10.	Gosto bastante, você é um professor que explica muito bem e consegue passar para a turma de uma forma bem "nítida".

63 – Não respondeu

## APÊNDICE D – Questionário 02 e respostas

1-Curso: (Civil/Mecânica/Elétrica): \_\_\_\_\_

2- Numa escala de 0 a 10, o que você achou das aulas desse bimestre? \_\_\_\_\_

3- Qual o grau de importância desta disciplina no curso?

4- Segundo seu parecer, qual o grau de dificuldade da disciplina?

5- Na sua opinião, gostou do método de aprendizagem aplicado na disciplina? Por que?

6- Deixe aqui seus comentários (sugestões, críticas, opiniões):

### RESPOSTAS

P	1	2	3	4	5	6
1	Mecânica		10	7	Sim. Professor Geovane tem uma ótima didática, particularmente nada a reclamar.	Resolver mais exercícios da lista com os alunos.
2	Mecânica	10	A disciplina mais importante.	9	Sim, explica muito bem.	
3	Elétrica	8	Grande	Grande	Sim. Bem explicativo.	
4	Mecânica	9	100%	80%	Sim	
5	Mecânica	6	Não acho muito importante pois é introdução possuindo muito teoria.	70%	Sim	Resolução da lista, menor números de questões, porém com explicação mais aprofundada.
6	Mecânica	8	Altíssimo	Médio tendendo a alto.	Ótimo método, porém devia resolver mais exercícios em sala.	Não há comentários.
7	Elétrica	10	Muito importante para o entendimento de diversas outras disciplinas.	Neste bimestre complicado para o entendimento muitos detalhes.	Sim, resumido e dinâmico.	
8	Elétrica	10	Importante para o raciocínio, sendo base para matérias específicas.		5 Sim, é um método bom e explicativo.	Continua com os vídeos, ajuda bastante.
9	Mecânica	10	Relembrar matérias do terceiro ano, e conseguir dar continuidade nos cálculos avançados.	Grau elevado, para mim, devido ao tempo, que fiquei sem ver esta matéria.	Sim. A calma na hora de explicar. Ajuda muito. Passo a passo em cada exercício.	Poderia melhorar na instituição usar este método de ensino aplicado pelo professor, igualar para os outros professores.
10	Elétrica	9	Muito importante.	Difícil.	Não me adaptei - porém busquei método para entender a matéria. A nota 9 se refere os conhecimentos do professor entre do assunto só não consegui captar a tempo da prova.	
11	Elétrica	10	Muito importante.	Bem elevado.	Gostei, muito dinâmico e explicativo.	Tá ótimo assim!

12	Mecânica	10	A disciplina é de suma importância para a continuação do curso.	A dificuldade é em certo ponto elevado, devido diversos fatores que devem ser utilizados.	Sim, o método facilita a aprendizagem e atinge a todos os alunos.	Muito boa a forma de condução das aulas e o tempo para cada conteúdo.
13	Mecânica	10	Elevado	Moderado para alto.	Sim, bem explicado.	Nada a declarar.
14	Mecânica	10	Muito importante, é a base.	Médio.	Sim, bem didático e intuitivo.	Aula muito boa, sem críticas.
15	Mecânica	10	Muito importante.	Difícil.	Sim, simplificado.	
16	Civil		Base da engenharia ou uma das bases.	Médio.	Sim, sem atropelar processos.	Tá certo professor só agradecer.
17	Mecânica	8		8 Muito alto	O método em si é bom a matéria é difícil.	
18	Elétrica	8	Muito importante para o curso todo.		8 Sim, achei que o professor foi bem paciente e explicou com calma.	
19	Elétrica	8	Muito importante.	Difícil.	Bom.	
20	Elétrica	9	Grande importância devido ser a base para as demais.	Médio.	Sim, método expositivo com resolução de problemas.	
21	Elétrica	10	Terminar curso moderado	Médio	Sim, exemplos fáceis e objetivos	Devo estudar um pouco mais prova está amigável.
22	Elétrica	8		7	8	
23	Mecânica	9	Alto	Médio	Sim, fácil entendimento.	
24	Elétrica	9	Extrema importância		8 Sim, aulas bem explicativas e conclusivas	Professor domina o conteúdo, faltou eu me dedicar mais na matéria.
25	Elétrica	9	Elevado	Colocar em prática.	Sim	
26	Elétrica	10		10	10 Sim	
27	Elétrica	10	Alto	Alto	Sim, fácil entendimento.	
28	Elétrica	9,5		10	10 Sim, pois o professor é muito atencioso.	
29	Elétrica	10	É base para todo curso	Não é uma matéria difícil.	Sim! Pois o professor além de explicar a teoria passa vários exercícios para entendermos a prática também.	
30	Civil	7		7	9 sim, muita resolução de exercícios.	
31	Civil	10	Importante devido a questão do raciocínio lógico	A matéria pode ser dominada depois da resolução de exercícios, porém cabe o aluno fazer a sequência lógica em sua cabeça;	Sim	Trabalho presencial com a nota por tentativa, simulando uma prova faria com que os alunos mostrassem seus desempenhos durante o andamento da matéria o que ajudaria tanto o aluno quanto o professor.
32	Civil	10	Muito importante pois utilizamos o cálculo para praticamente todas as matérias.		9 Sim, o professor é muito bom e entende muito da disciplina total domínio.	
33	Civil	10	Alto grau	Difícil em minha opinião.	Gostei, bem aplicado e detalhado.	Professor bom, aluno que é ruim.
34	Civil	8	Extremamente necessária.		9	

35	Civil	10	Muito importante.	Médio a difícil.	Gostei bastante. Bem detalhado, clamo e explicado.	10/10, sensacional, só faltou uma parte do conteúdo, mas tudo muito bom mesmo.
36	Civil	9	É muito importante, pois relembramos conceitos básicos com partes aprofundadas.	Para mim, o grau de dificuldade da disciplina é elevado.	Sim, devido às várias exemplificações e listas.	Uma sugestão seria ir resolvendo ao decorrer dos conteúdos os exercícios das listas.
37	Civil	6	Alto.	Alto.	Sim	
38	Civil	10	Importantíssima.	Média.	Sim, bem simples e fácil de entender.	Não tenho muito o que muda a disciplina está sendo bem lecionada.
39	Civil	10	Alta, fundamental.	Médio.	Sim.	Ótimas aulas e didáticas.
40	Civil	9,5	É de alta importância.	Um pouco alto.	Gostei. Porém poderia ser mais rápida, dinâmica ou pode ser pelo fato de ser sexta 2 últimas.	Aula bem explicada, mas é um ritmo meio lento, depende o dia dá mais sono.
41	Civil	8	Muito importante.	Difícil.	Sim, ótimo professor.	
42	Civil	9	10/10	9/10	Sim, pois fez com que eu entendesse.	Gostei do bimestre apesar de ser difícil.
43	Civil	7	Essencial	Enorme.	Não, o professor não mostra o passo a passo, pelo contrário, ele pula etapas esperando que a turma entenda as coisas de alto grau de estudo que o professor faz.	Ser mais didático e mostrar detalhadamente o que é feito durante as resoluções de cálculo.
44	Civil	9	Extremamente alto.	Alto.	Sim, consegui entender o conteúdo.	
45	Civil	10	Muito importante, quando aprendemos a calcular.	6/10. Dificuldade em saber como e o que fazer.	Sim! Facilitou o aprendizado, sei de onde vem o conceito, só na hora de aplicar que travo.	Mais exemplos e exercícios.
46	Civil	10	10	7	Sim, explicação muito boa.	
47	Civil	9	10	7	Sim.	Professor vai muito rápido em sala.

## APÊNDICE E – Diário do professor

### Diário de aulas – Relatos Turma 1: Engenharia Civil

<b>Data:</b>	27/07	<b>Assunto:</b>	Apresentação inicial
--------------	-------	-----------------	----------------------

Nesta primeira aula, apresentei o plano de ensino aos alunos, explicando como se daria a dinâmica da disciplina durante o semestre. Apresentação pessoal e também apresentação dos alunos.

<b>Data:</b>	30/07	<b>Assunto:</b>	Números, múltiplos e divisores
--------------	-------	-----------------	--------------------------------

Na aula de hoje, trabalhei de forma dialogada, explanando a primeira parte do conteúdo, que envolve a matemática básica. Em conversa e perguntas para os alunos, muitos haviam finalizado o ensino médio de forma remota (online) e um aluno fazia mais de 15 anos que não sentava em uma cadeira escolar. As ideias iniciais discutidas não tiveram muita participação da turma.

<b>Data:</b>	03/08	<b>Assunto:</b>	Frações - operações e propriedades
--------------	-------	-----------------	------------------------------------

Nesta aula, os alunos discutiram sobre a realização das atividades pré-aula, expondo as dificuldades e como fizeram para realizar a tarefa, numa breve conversa no início da aula. Voltei a falar sobre eles da importância de tentar resolver as atividades propostas e assistir aos conteúdos disponibilizados. Segui a sequência com explicação no quadro e resolução de exercícios.

<b>Data:</b>	06/08	<b>Assunto:</b>	Potenciação - operações e propriedades
--------------	-------	-----------------	----------------------------------------

Aula iniciou com um game do Kahoot, sobre potenciação. A ideia foi verificar quais alunos tinham já visto o material anteriormente para a aula. Na sequência, foi feita a exposição do conteúdo, com atividades em sala. Percebi que os alunos que não haviam realizado as atividades, ficaram um pouco confusos no início, mas busquei incentiva-los, para que verificasse o material da próxima aula para não ficarem perdidos com as atividades propostas.

<b>Data:</b>	10/08	<b>Assunto:</b>	Notação científica
--------------	-------	-----------------	--------------------

Aula expositiva, com resolução de atividades e explanação do conteúdo. Avisei para acessarem o conteúdo para as atividades da próxima aula.

<b>Data:</b>	13/08	<b>Assunto:</b>	Radiciação - operações e propriedades
--------------	-------	-----------------	---------------------------------------

Início da aula com perguntas sobre o conteúdo e verificação de quem realizou a atividade. Comentei sobre a importância de fazer as atividades propostas nas listas de exercício também.

<b>Data:</b>	17/08	<b>Assunto:</b>	Produtos notáveis
--------------	-------	-----------------	-------------------

Aula expositiva sobre produtos notáveis e resolução de atividades.

<b>Data:</b>	20/08	<b>Assunto:</b>	Função Linear - 1º grau
--------------	-------	-----------------	-------------------------

Início da aula com a correção das atividades propostas. Discussão e explicação sobre as aplicações de funções lineares e outros tipos de funções.

<b>Data:</b>	24/08	<b>Assunto:</b>	Função Linear - gráfico e domínio
--------------	-------	-----------------	-----------------------------------

Atividades referentes a função linear e resolução de exercícios propostos.

<b>Data:</b>	27/08	<b>Assunto:</b>	Função Quadrática - 2º grau
--------------	-------	-----------------	-----------------------------

Discussão das atividades propostas e resolução de exercícios. A grande parte a turma realizou a atividade, pois valia nota.

<b>Data:</b>	31/08	<b>Assunto:</b>	Função Quadrática - gráfico e domínio
--------------	-------	-----------------	---------------------------------------

Os alunos nesta aula, tiveram que desenvolver as atividades propostas no quadro, em grupos. Alguns apresentaram dificuldades relacionadas ao desenvolver o gráfico, para identificar os pontos no plano cartesiano. Após resolução de um exemplo no quadro, ficou mais claro e perceptível para os alunos como proceder com a atividade proposta.

<b>Data:</b>	03/09	<b>Assunto:</b>	Função Modular
--------------	-------	-----------------	----------------

Apresentação da função modular, exemplos e gráficos. Aula expositiva, com resolução de atividades pelos alunos.

<b>Data:</b>	10/09	<b>Assunto:</b>	Logaritmo
--------------	-------	-----------------	-----------

Apresentação das propriedades dos logaritmos, exemplos e gráficos. Aula expositiva, com resolução de atividades pelos alunos.

<b>Data:</b>	14/09	<b>Assunto:</b>	Função Logarítmica
--------------	-------	-----------------	--------------------

Explicação da função logarítmica. Resolução dos exercícios propostos e discussão dos resultados. Muitas dúvidas dos alunos, pois os mesmos alegavam não terem contato com esse conteúdo no ensino médio.

<b>Data:</b>	17/09	<b>Assunto:</b>	Função exponencial
--------------	-------	-----------------	--------------------

Aula expositiva, com resolução de atividades sobre a função exponencial. Novamente muitos alunos relataram não ter tido esse conteúdo durante o ensino médio.

<b>Data:</b>	21/09	<b>Assunto:</b>	Função trigonométrica - Seno, cosseno e tangente
--------------	-------	-----------------	--------------------------------------------------

Apresentação em slides do conteúdo sobre funções trigonométricas, com auxílio de gif's para demonstração do comportamento gráfico das funções periódicas. Ao término da aula, revisão para a avaliação da próxima aula.

<b>Data:</b>	24/09	<b>Assunto:</b>	Avaliação 01
--------------	-------	-----------------	--------------

Aplicação da avaliação 01, juntamente com o questionário de pesquisa 01.

<b>Data:</b>	28/09	<b>Assunto:</b>	Feedback da avaliação 01
--------------	-------	-----------------	--------------------------

Devolutiva da avaliação 01, com a resolução das atividades e discussão dos resultados. Ao término, devolução da avaliação dos alunos para cada um, com os apontamentos sobre a correção e tirando dúvidas sobre a avaliação.

<b>Data:</b>	01/10	<b>Assunto:</b>	Limites - Introdução (formação de sucessões)
--------------	-------	-----------------	----------------------------------------------

Introdução ao conceito de limites. Conteúdo novo para todos os alunos. Até então, nenhum aluno tinha tido contato com esse conteúdo. No início, a dificuldade foi demonstrar a ideia do limite, e explicar para os alunos o objetivo de aprender. Conversei sobre a continuação das atividades em casa, como forma de auxiliá-los, lembrando para voltarem a estudar alguns conteúdos de matemática básica que seria necessário, através dos vídeos já disponibilizados.

<b>Data:</b>	05/10	<b>Assunto:</b>	Limites - conceito intuitivo de limites
--------------	-------	-----------------	-----------------------------------------

Atividades sobre limites e demonstrações gráficas. Explicação da atividade a desenvolver em casa para a próxima aula. Alguns pontos discutidos sobre a aplicação e importância do Cálculo de limites.

<b>Data:</b>	08/10	<b>Assunto:</b>	Limites laterais
--------------	-------	-----------------	------------------

Início da aula com quizz de atividades no quadro, para verificação do entendimento sobre limites e também a realização das atividades pré-aula. A experiência não foi uma das melhores. Muitos alunos não conseguiram entender muito bem o conteúdo referente a limites. Retomei a explicação do conteúdo no quadro, e ainda percebi que ao término da aula alguns alunos ainda não tinham entendido. Avisei para eles tentarem realizar novamente a tarefa, para continuação da explicação.

<b>Data:</b>	15/10	<b>Assunto:</b>	Propriedade operatória dos limites
--------------	-------	-----------------	------------------------------------

Continuação sobre limites. Ainda tirando algumas dúvidas sobre a representação gráfica de um limite. Aula expositiva, com exploração das propriedades operatórias dos limites, finalizando com exemplos no quadro e uma breve revisão sobre fatoração e produtos notáveis.

<b>Data:</b>	26/10	<b>Assunto:</b>	Cálculo de limites - indeterminações (0/0)
--------------	-------	-----------------	--------------------------------------------

Atividades em sala sobre o cálculo dos limites, utilizando as propriedades operatórias dos limites. Muitas dificuldades em relação a fatoração e produtos notáveis. Relembrei mais uma vez a importância de rever o conteúdo já estudado no primeiro bimestre. Preparação para o material disponibilizado para estudo prévio em casa, para discussão na próxima aula.

<b>Data:</b>	29/10	<b>Assunto:</b>	Cálculo de limites tendendo ao infinito
--------------	-------	-----------------	-----------------------------------------

Início da aula, com a retomada das atividades propostas em casa, para discussão do conteúdo em sala. Ainda alguns alunos sentiram dificuldades para acompanhar a atividade inicial proposta, com a resolução de exercícios sobre limites tendendo ao infinito. A ideia de infinito ainda foi questionada por alguns alunos, principalmente nas questões das indeterminações, como (infinito menos infinito). Realizei as atividades em sala, e continuei com a explicação sobre os limites tendendo ao infinito.

<b>Data:</b>	05/11	<b>Assunto:</b>	Atividades sobre limites
--------------	-------	-----------------	--------------------------

Início da aula com a correção da atividade proposta. Nesta aula, os alunos foram organizados em grupos, de 3 a 4 alunos, para realizarem as atividades propostas em quadro. Percebi ainda a dificuldade de alguns na parte básica do conteúdo, mas conseguiram resolver os exercícios, auxiliados muitas vezes por outros colegas de turma.

<b>Data:</b>	09/11	<b>Assunto:</b>	Derivada -introdução e definição
--------------	-------	-----------------	----------------------------------

Início dos estudos das derivadas, demonstrando a definição da derivada, a partir do limite. Com o auxílio gráfico, também mostrei a parte geométrica da derivada, a partir da tangente da reta com uma função. Finalizando com alguns exercícios com a derivada pela definição.

<b>Data:</b>	12/11	<b>Assunto:</b>	Propriedades operatórias das derivadas
--------------	-------	-----------------	----------------------------------------

Correção das atividades da última aula e tirei dúvidas ainda sobre as mesmas. Aula expositiva, com explicação sobre as propriedades operatórias das derivadas, com resolução de exercícios e atividades propostas. Também avisei sobre a disponibilização do formulário com as regras de derivação, para utilização na próxima aula.

<b>Data:</b>	16/11	<b>Assunto:</b>	Derivadas – uso das fórmulas
--------------	-------	-----------------	------------------------------

Correção das atividades da última aula. Exercícios propostos em sala, para familiarização com as regras de derivação e explicação de como utilizar o formulário. Também mais alguns exercícios para resolução em casa e discussão na próxima aula.

<b>Data:</b>	19/11	<b>Assunto:</b>	Derivadas de primeira e segunda ordem
--------------	-------	-----------------	---------------------------------------

Correção das atividades da última aula. Conceito das derivadas de primeira e segunda ordem, com introdução de resolução de limites pela regra de L'Hopital.

<b>Data:</b>	23/11	<b>Assunto:</b>	Regra de L'Hopital
--------------	-------	-----------------	--------------------

Exercícios sobre limites e a regra de L'Hopital. Dúvidas sobre a avaliação da próxima aula.

<b>Data:</b>	26/11	<b>Assunto:</b>	Avaliação 02
--------------	-------	-----------------	--------------

Aplicação da avaliação 02 com o questionário de pesquisa 02

<b>Data:</b>	30/11	<b>Assunto:</b>	Feedback avaliação 02
--------------	-------	-----------------	-----------------------

Devolutiva da avaliação 02 e encerramento das atividades letivas.

### **Diário de aulas – Relatos Turma 2: Engenharia Elétrica/Mecânica**

<b>Data:</b>	26/07	<b>Assunto:</b>	Apresentação inicial
--------------	-------	-----------------	----------------------

Nesta primeira aula, apresentei o plano de ensino aos alunos, explicando como se daria a dinâmica da disciplina durante o semestre. Apresentação pessoal e também apresentação dos alunos.

<b>Data:</b>	30/07	<b>Assunto:</b>	Números, múltiplos e divisores
--------------	-------	-----------------	--------------------------------

Na aula de hoje, trabalhei de forma dialogada, explanando a primeira parte do conteúdo, que envolve a matemática básica. Em conversa e perguntas para os alunos, muitos haviam finalizado o ensino médio de forma remota (online). As ideias iniciais discutidas não tiveram muita participação da turma.

<b>Data:</b>	02/08	<b>Assunto:</b>	Frações - operações e propriedades
--------------	-------	-----------------	------------------------------------

Início das explicações com a retomada das atividades e dúvidas sobre conteúdo passado. Aula expositiva, com a utilização do quadro. Novamente comentei com os alunos a importância de acessar previamente o conteúdo para realização dos exercícios em sala de aula.

<b>Data:</b>	06/08	<b>Assunto:</b>	Potenciação - operações e propriedades
--------------	-------	-----------------	----------------------------------------

Início com Kahoot, sobre potenciação. A ideia foi verificar quais alunos tinham já visto o material anteriormente para a aula. Na sequência, foi feita a exposição do conteúdo, com atividades em sala. Nesta turma muitos alunos realizaram a atividade proposta pré-aula, o que facilitou na interação com o jogo inicial da aula.

<b>Data:</b>	09/08	<b>Assunto:</b>	Notação científica
--------------	-------	-----------------	--------------------

Aula expositiva, com resolução de atividades e explanação do conteúdo. Novamente avisei para acessarem o conteúdo para as atividades da próxima aula e tirei dúvidas ainda de alguns que não tinham acessado a turma virtual no Class.

<b>Data:</b>	13/08	<b>Assunto:</b>	Radiciação - operações e propriedades
--------------	-------	-----------------	---------------------------------------

Atividades de início de aula com perguntas sobre o conteúdo e verificação de quem realizou a atividade, verificando no formulário disponibilizado. Confrontei com algumas questões em sala, para verificar se realmente tinham realizado as atividades. Comentei sobre a importância de fazer as atividades propostas nas listas de exercício também. Aula expositiva, com resolução de exercícios.

<b>Data:</b>	16/08	<b>Assunto:</b>	Produtos notáveis
--------------	-------	-----------------	-------------------

Aula expositiva sobre produtos notáveis e resolução de atividades.

<b>Data:</b>	20/08	<b>Assunto:</b>	Função Linear - 1º grau
--------------	-------	-----------------	-------------------------

Correção das atividades propostas. Discussão e explicação sobre as aplicações de funções lineares e outros tipos de funções.

<b>Data:</b>	23/08	<b>Assunto:</b>	Função Linear - gráfico e domínio
--------------	-------	-----------------	-----------------------------------

Atividades referentes a função linear e resolução de exercícios propostos.

<b>Data:</b>	27/08	<b>Assunto:</b>	Função Quadrática - 2º grau
--------------	-------	-----------------	-----------------------------

Discussão das atividades propostas e resolução de exercícios. Também nesta turma a grande parte realizou a atividade, pois valia nota.

<b>Data:</b>	30/08	<b>Assunto:</b>	Função Quadrática - gráfico e domínio
--------------	-------	-----------------	---------------------------------------

Os alunos nesta aula, tiveram que desenvolver as atividades propostas no quadro, em grupos. Alguns apresentaram dificuldades relacionadas ao desenvolver o gráfico, para identificar os pontos no plano cartesiano. Após resolução de um exemplo no quadro, ficou mais claro e perceptível para os alunos como proceder com a atividade proposta.

<b>Data:</b>	03/09	<b>Assunto:</b>	Função Modular
--------------	-------	-----------------	----------------

Apresentação da função modular, exemplos e gráficos. Aula expositiva, com resolução de atividades pelos alunos.

<b>Data:</b>	10/09	<b>Assunto:</b>	Logaritmo
--------------	-------	-----------------	-----------

Apresentação das propriedades dos logaritmos, exemplos e gráficos. Aula expositiva, com resolução de atividades pelos alunos.

<b>Data:</b>	13/09	<b>Assunto:</b>	Função Logarítmica
--------------	-------	-----------------	--------------------

Explanação da função logarítmica. Resolução dos exercícios propostos e discussão dos resultados. Embora alguns relataram não ter visto esse conteúdo no ensino médio, muitos conseguiram recordar e realizar as atividades propostas.

<b>Data:</b>	17/09	<b>Assunto:</b>	Função exponencial
--------------	-------	-----------------	--------------------

Aula expositiva, com resolução de atividades sobre a função exponencial.

<b>Data:</b>	20/09	<b>Assunto:</b>	Função trigonométrica - Seno, cosseno e tangente
--------------	-------	-----------------	--------------------------------------------------

Apresentação em slides do conteúdo sobre funções trigonométricas, com auxílio de gif's para demonstração do comportamento gráfico das funções periódicas. Ao término da aula, revisão para a avaliação da próxima aula.

<b>Data:</b>	24/09	<b>Assunto:</b>	Avaliação 01
--------------	-------	-----------------	--------------

Aplicação da avaliação 01, juntamente com o questionário de pesquisa 01.

<b>Data:</b>	27/09	<b>Assunto:</b>	Feedback da avaliação 01
--------------	-------	-----------------	--------------------------

Devolutiva da avaliação 01, com a resolução das atividades e discussão dos resultados. Ao término, devolução da avaliação dos alunos para cada um, com os apontamentos sobre a correção e tirando dúvidas sobre a avaliação.

<b>Data:</b>	01/10	<b>Assunto:</b>	Limites - Introdução (formação de sucessões)
--------------	-------	-----------------	----------------------------------------------

Introdução ao conceito de limites. Conteúdo novo para todos os alunos. Até então, nenhum aluno tinha tido contato com esse conteúdo. No início, a dificuldade foi demonstrar a ideia do limite, e explicar para os alunos o objetivo de aprender. Conversei sobre a continuação das atividades em casa, como forma de auxiliá-los, lembrando para voltarem a estudar alguns conteúdos de matemática básica que seria necessário, através dos vídeos já disponibilizados.

<b>Data:</b>	04/10	<b>Assunto:</b>	Limites - conceito intuitivo de limites
--------------	-------	-----------------	-----------------------------------------

Atividades sobre limites e demonstrações gráficas. Explicação da atividade a desenvolver em casa para a próxima aula. Alguns pontos discutidos sobre a aplicação e importância do Cálculo de limites.

<b>Data:</b>	08/10	<b>Assunto:</b>	Limites laterais
--------------	-------	-----------------	------------------

Início da aula com quizz de atividades no quadro, para verificação do entendimento sobre limites e também a realização das atividades pré-aula. A experiência não foi uma das melhores. Muitos alunos não conseguiram entender muito bem o conteúdo referente a limites. Retomei a explicação do conteúdo no quadro, e ainda percebi que ao término da aula alguns alunos ainda não tinham entendido. Avisei para eles tentarem realizar novamente a tarefa, para continuação da explicação.

<b>Data:</b>	15/10	<b>Assunto:</b>	Propriedade operatória dos limites
--------------	-------	-----------------	------------------------------------

Continuação sobre limites. Ainda tirando algumas dúvidas sobre a representação gráfica de um limite. Aula expositiva, com exploração das propriedades operatórias dos limites, finalizando com exemplos no quadro e uma breve revisão sobre fatoração e produtos notáveis.

<b>Data:</b>	25/10	<b>Assunto:</b>	Cálculo de limites - indeterminações (0/0)
--------------	-------	-----------------	--------------------------------------------

Atividades em sala sobre o cálculo dos limites, utilizando as propriedades operatórias dos limites. Muitas dificuldades em relação a fatoração e produtos notáveis. Relembrei mais uma vez a importância de rever o conteúdo já estudado no primeiro bimestre. Preparação para o material disponibilizado para estudo prévio em casa, para discussão na próxima aula.

<b>Data:</b>	29/10	<b>Assunto:</b>	Cálculo de limites tendendo ao infinito
--------------	-------	-----------------	-----------------------------------------

Início da aula, com a retomada das atividades propostas em casa, para discussão do conteúdo em sala. Ainda alguns alunos sentiram dificuldades para acompanhar a atividade inicial proposta, com a resolução de exercícios sobre limites tendendo ao infinito. A ideia de infinito ainda foi questionada por alguns alunos, principalmente nas questões das indeterminações, como (infinito menos infinito). Realizei as atividades em sala, e continuei com a explicação sobre os limites tendendo ao infinito.

<b>Data:</b>	05/11	<b>Assunto:</b>	Atividades sobre limites
--------------	-------	-----------------	--------------------------

Início da aula com a correção da atividade proposta. Nesta aula, os alunos foram organizados em grupos, de 3 a 4 alunos, para realizarem as atividades propostas em quadro. Percebi ainda a dificuldade de alguns na parte básica do conteúdo, mas conseguiram resolver os exercícios, auxiliados muitas vezes por outros colegas de turma.

<b>Data:</b>	08/11	<b>Assunto:</b>	Derivada -introdução e definição
--------------	-------	-----------------	----------------------------------

Início dos estudos das derivadas, demonstrando a definição da derivada, a partir do limite. Com o auxílio gráfico, também mostrei a parte geométrica da derivada, a partir da tangente da reta com uma função. Finalizando com alguns exercícios com a derivada pela definição.

<b>Data:</b>	12/11	<b>Assunto:</b>	Propriedades operatórias das derivadas
--------------	-------	-----------------	----------------------------------------

Correção das atividades da última aula e tirei dúvidas ainda sobre as mesmas. Aula expositiva, com explicação sobre as propriedades operatórias das derivadas, com resolução de exercícios e atividades propostas. Também avisei sobre a disponibilização do formulário com as regras de derivação, para utilização na próxima aula.

<b>Data:</b>	19/11	<b>Assunto:</b>	Derivadas – uso das fórmulas
--------------	-------	-----------------	------------------------------

Correção das atividades da última aula. Exercícios propostos em sala, para familiarização com as regras de derivação e explicação de como utilizar o formulário. Também mais alguns exercícios para resolução em casa e discussão na próxima aula.

<b>Data:</b>	22/11	<b>Assunto:</b>	Derivadas de primeira e segunda ordem
--------------	-------	-----------------	---------------------------------------

Correção das atividades da última aula. Conceito das derivadas de primeira e segunda ordem, com introdução de resolução de limites pela regra de L'Hopital.

<b>Data:</b>	26/11	<b>Assunto:</b>	Regra de L'Hopital
--------------	-------	-----------------	--------------------

Exercícios sobre limites e a regra de L'Hopital. Dúvidas sobre a avaliação da próxima aula.

<b>Data:</b>	29/11	<b>Assunto:</b>	Avaliação 02
--------------	-------	-----------------	--------------

Aplicação da avaliação 02.

<b>Data:</b>	03/12	<b>Assunto:</b>	Feedback avaliação 02
--------------	-------	-----------------	-----------------------

Devolutiva da avaliação 02 com o questionário de pesquisa 02 e encerramento das atividades letivas.

## ANEXO A – Plano de ensino da disciplina

PLANO DE ENSINO					2021/2
CÓDIGO	DISCIPLINA	PERÍODO	CARGA HORÁRIA		
			TEÓRICA	PRÁTICA	TOTAL
EG19203	Cálculo Diferencial e Integral I	2º	80		80
<b>DOCENTE</b>	Geovane Duarte Pinheiro				
<b>EMENTA:</b>					
Números reais. Funções reais de variável real. Funções elementares do cálculo. Limites e continuidade. Derivadas e suas aplicações. Integral definida e indefinida. Métodos de integração.					
<b>OBJETIVOS</b>					
Proporcionar o conhecimento dos fundamentos do cálculo para melhor compreender e apreciar o estudo nos diversos ramos da ciência e tecnologia; Possibilitar o domínio dos conceitos e das técnicas do cálculo e sua aplicabilidade na engenharia.					
<b>CONTEÚDO PROGRAMÁTICO</b> (Enumerar títulos e subtítulos)					
<p>1 - Funções de uma variável:</p> <p>1.1 Números reais e desigualdades;</p> <p>1.2 Funções e análise da interpretação gráfica;</p> <p>1.3 Propriedade das funções;</p> <p>1.4 - Funções elementares do cálculo;</p> <p>1.5 - Funções exponenciais e logarítmicas;</p> <p>1.6 - Funções trigonométricas.</p> <p>2 - Limites e continuidade:</p> <p>2.1 - Limite de uma função - noção intuitiva;</p> <p>2.2 - Limites laterais, infinitos e no infinito;</p> <p>2.3 - Cálculo de limites usando suas leis;</p> <p>2.4 - Definição precisa de limite;</p> <p>2.5 - Limites fundamentais</p> <p>2.6 – Continuidade</p> <p>3. Derivadas</p> <p>3.1. Definição da derivada</p> <p>3.2. Interpretação geométrica e física da derivada</p> <p>3.3. Derivada das funções elementares</p> <p>3.4. Derivada e continuidade.</p> <p>3.5. Derivada da soma, do produto e do quociente</p> <p>3.6. Derivada de uma função composta (Regra da Cadeia)</p> <p>3.7. Derivada da função inversa</p> <p>3.8. Derivadas sucessivas</p> <p>4. Aplicações das derivadas</p> <p>4.1. Comportamento das funções: concavidade, pontos de inflexão e extremos relativos</p> <p>4.2. Aplicações das derivadas na engenharia, física e outras áreas</p> <p>5. Integral definida e indefinida e métodos de integração</p> <p>5.1. Definição geométrica e cálculo da integral</p> <p>5.2. Integral definida</p> <p>5.3. Integral indefinida</p> <p>5.4. Integração das funções elementares do cálculo</p> <p>5.5. Algumas técnicas de integração – substituição e por partes</p>					
<b>CRITÉRIOS DE AVALIAÇÃO</b>					
<p>1) Avaliação Geral da Instituição:</p> <p>- Serão aprovados os(as) alunos(as) que obtiverem: média <math>A \geq 7,00</math></p> <p>- Exame: <math>3,00 \leq \text{Média } A &lt; 7,00</math> obtido através da fórmula: <math>A = (NB1 + NB2) / 2,00</math></p> <p>- Nota do Bimestre = <math>(\sum \text{Nota Trabalho} \times \text{Peso Trabalho}) + (\sum \text{Nota Prova} \times \text{Peso Prova})</math></p> <p style="padding-left: 20px;">- NB = <math>(NT1 + NT2 + \dots + NTn \times PT) + (NP \times PP)</math></p> <p>2) Específico da Disciplina (provas e trabalhos, juntamente com seus respectivos pesos):</p>					

1º bimestre: Atividades e trabalhos (30%) + 01 avaliação (70%) = NB1

2º bimestre: Atividades e trabalhos (30%) + 01 avaliação (70%) = NB2

#### **BIBLIOGRAFIA**

##### **BÁSICA**

LEITHOLD, L. O Cálculo com Geometria Analítica. Vol. I e II. 3 ed. São Paulo: Habra, 1994.

SWOKOWSKI, C. W. Cálculo com Geometria Analítica. Vol. I e II. 2 ed. São Paulo: Markron Books, 1994.

IEZZI, G. Fundamentos de Matemática Elementar – Vol. 1,2,3,6 e 7. São Paulo: Ed. Atual, 2004.

##### **COMPLEMENTAR**

ANTON, H. Cálculo - Um Novo Horizonte. Vol. I. 6 ed. Porto Alegre: Bookman, 2000.

GUIDORIZZI, L. H. Um Curso de Cálculo. Vol. I, II e IV. 2 ed. Rio de Janeiro: LTC, 1987.

STEWART, J. Cálculo. Vol. I. 4 ed. São Paulo: Pioneira Thompson Learning, 2005.

IEZZI, G. et al. Matemática, Volume único. São Paulo: Atual, 1997.

IEZZI, G. et al. Matemática, Ciência e Aplicações. 4ª ed. vol. 1. São Paulo: Atual, 2006.

## ANEXO B – Parecer do Comitê de Ética em Pesquisa Envolvendo Seres Humanos

### — DADOS DA VERSÃO DO PROJETO DE PESQUISA

**Título da Pesquisa:** METODOLOGIAS ATIVAS NO ENSINO DE CÁLCULO DIFERENCIAL E INTEGRAL I: REFLEXÕES E POSSIBILIDADES

**Pesquisador Responsável:** GEOVANE DUARTE PINHEIRO

**Área Temática:**

**Versão:** 1

**CAAE:** 42779621.4.0000.5219

**Submetido em:** 02/02/2021

**Instituição Proponente:** FACULDADE ASSIS GURGACZ

**Situação da Versão do Projeto:** Aprovado

**Localização atual da Versão do Projeto:** Pesquisador Responsável

**Patrocinador Principal:** Financiamento Próprio

