



UNIVERSIDADE FEDERAL DO CEARÁ

CAMPUS DE SOBRAL

CAMPUS DE SOBRAL

**PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM ENGENHARIA ELÉTRICA E DA
COMPUTAÇÃO**

MESTRADO ACADÊMICO EM ENGENHARIA ELÉTRICA E DA COMPUTAÇÃO

GEORGE RIBEIRO RODRIGUES MAGALHÃES

**APLICAÇÃO DO MOODLE EM METODOLOGIAS ATIVAS PARA ALAVANCAR O
DESEMPENHO EM DISCIPLINAS DE CÁLCULO**

SOBRAL

2023

GEORGE RIBEIRO RODRIGUES MAGALHÃES

APLICAÇÃO DO MOODLE EM METODOLOGIAS ATIVAS PARA ALAVANCAR O
DESEMPENHO EM DISCIPLINAS DE CÁLCULO

Dissertação apresentada ao Curso de Mestrado Acadêmico em Engenharia Elétrica e da Computação do Programa de Pós-Graduação em Engenharia Elétrica e da Computação do Campus de Sobral da Universidade Federal do Ceará, como requisito parcial à obtenção do título de mestre em Engenharia Elétrica e da Computação. Área de Concentração: Sistemas de Informação.

Orientador: Prof. Dr. José Cláudio do Nascimento.

SOBRAL

2023

Dados Internacionais de Catalogação na Publicação
Universidade Federal do Ceará
Sistema de Bibliotecas

Gerada automaticamente pelo módulo Catalog, mediante os dados fornecidos pelo(a) autor(a)

M166a Magalhães, George Ribeiro Rodrigues.
APLICAÇÃO DO MOODLE EM METODOLOGIAS ATIVAS PARA ALAVANCAR O
DESEMPENHO EM DISCIPLINAS DE CÁLCULO SOBRAL 2023 GEORGE / George Ribeiro
Rodrigues Magalhães. – 2023.
48 f. : il. color.

Dissertação (mestrado) – Universidade Federal do Ceará, Campus de Sobral, Programa
de Pós-Graduação em Engenharia Elétrica e de Computação, Sobral, 2023.
Orientação: Prof. Dr. José Cláudio do Nascimento.

1. Metodologias Ativas. 2. Ensino de Cálculo. 3. Moodle. I. Título.

CDD 621.3

GEORGE RIBEIRO RODRIGUES MAGALHÃES

APLICAÇÃO DO MOODLE EM METODOLOGIAS ATIVAS PARA ALAVANCAR O
DESEMPENHO EM DISCIPLINAS DE CÁLCULO

Dissertação apresentada ao Curso de Mestrado Acadêmico em Engenharia Elétrica e da Computação do Programa de Pós-Graduação em Engenharia Elétrica e da Computação do Campus de Sobral da Universidade Federal do Ceará, como requisito parcial à obtenção do título de mestre em Engenharia Elétrica e da Computação. Área de Concentração: Sistemas de Informação.

Aprovada em: 28 de Novembro de 2023

BANCA EXAMINADORA

Prof. Dr. José Cláudio do Nascimento (Orientador)
Universidade Federal do Ceará (UFC)

Prof. Dr. Antonio Emerson Barros Tomaz
Universidade Federal do Ceará (UFC)

Prof. Dr. Tarcísio Praciano Pereira
Universidade Estadual Vale do Acaraú (UVA)

A Jesus, meu Senhor, a luz verdadeira. À minha esposa, por sua capacidade de acreditar e investir em mim, por seu cuidado e dedicação, que meu deu esperança para seguir. Mamãe, seu apoio desde a mais tenra idade me deu forças.

AGRADECIMENTOS

Ao Prof. Dr. José Cláudio do Nascimento, pela excelente orientação. Sem seus conselhos, sua ajuda e seus conhecimentos eu não poderia ter chegado até aqui.

Aos professores participantes da banca examinadora Prof. Dr. Antônio Emerson Barros Tomaz e e Prof. Dr. Tarcisio Praciano Pereira pela cuidadosa revisão do meu trabalho, pelos comentários construtivos e pelo tempo dedicado à avaliação desta dissertação.

Ao Deus Trino, pela vida, pela inteligência, pela força, pela saúde e por todos os benefícios que Ele tem feito a mim. Grande é a Sua benignidade.

Aos colegas da turma de mestrado, pelas reflexões, críticas e sugestões recebidas.

À minha esposa, Dalila, pelo companheirismo, pela paciência, pelas orações e pelos puxões de orelha. Não poderia ter feito nada disso se não fosse pelo carinho, paciência e encorajamento que veio de ti.

Aos meus filhos, Isabella e George Oliver, pelo apoio e pela compreensão.

À minha Mamãe, que desde sempre tem me apoiado e confiado em mim e cujos sacrifícios tornaram isso possível.

À toda a Igreja Assembleia de Deus Templo Central em Sobral - Parque da Cidade, em especial ao ministério de obreiros do Senhor, a toda a diretoria e aos dirigentes de congregação, pelas orações e pela força que têm me dado durante esse período.

Ao Pr Josué Mendonça pelas orações e pelo incentivo.

Aos meus amigos e antigos colegas de trabalho na Universidade Federal do Ceará, em especial a Marcelo, Thales e Almino, que tanto me apoiaram no período do mestrado. O tempo que estivemos juntos no trabalho faz parte da minha história.

Ao meus colegas atuais de trabalho no Tribunal de Justiça do Estado do Ceará pelo apoio.

Por fim, a todos que, de alguma forma, contribuíram para este trabalho, meu sincero obrigado. Este é um marco que compartilho com cada um de vocês.

"Os alunos aprendem melhor quando estão praticando ativamente" (Peter Norvig, 2012)

RESUMO

O ensino de disciplinas de cálculo nas universidades apresenta desafios significativos em nosso país. Altas taxas de reprovação são comuns e, com a pandemia de COVID-19 em 2020, surgiram novos obstáculos, como a transição do ensino tradicional para o ensino remoto. Essa mudança exigiu a utilização de aplicativos e softwares para a gestão do ensino a distância. Nesse contexto, este trabalho propõe um estudo sobre a aplicação de metodologias ativas de ensino e a adaptação do ensino devido à pandemia, com ênfase no uso do Moodle para gerenciar o ensino. O presente estudo analisou o desempenho dos alunos do curso de Engenharia Elétrica da Universidade Federal do Ceará em disciplinas de Cálculo durante três diferentes transições de ensino: a transição do ensino presencial para o remoto, utilizando o Moodle durante o período da pandemia; a volta das universidades ao modelo presencial e a transição do ensino remoto para o presencial, com o Moodle sendo utilizado para atividades online; e a implementação de estratégias de aprendizagem ativa, como a formação de grupos de estudos presenciais, estímulo aos fóruns de discussão online e a divisão do conteúdo online em vídeos curtos para reforçar a aprendizagem colaborativa, tudo isso utilizando a plataforma Moodle. O objetivo fundamental deste estudo consiste em comparar o desempenho dos estudantes nos períodos em que a metodologia ativa foi aplicada e nos momentos em que não foi utilizada. Os resultados desta pesquisa revelam que o uso do Moodle em conjunto com a adoção de metodologias ativas resultou em um aumento de aproximadamente 10% na taxa de aproveitamento dos alunos.

Palavras-chave: Metodologias Ativas. Ensino de Cálculo. Moodle

ABSTRACT

Teaching calculus subjects at universities presents significant challenges in our country. High failure rates are common, and with the COVID-19 pandemic in 2020, new obstacles have emerged, such as the transition from traditional to remote learning. This change required the use of applications and software to manage distance learning. In this context, this work proposes a study on the application of active teaching methodologies and the adaptation of teaching due to the pandemic, with an emphasis on the use of Moodle to manage teaching. The present study analyzed the performance of students on the Electrical Engineering course at the Federal University of Ceará in Calculus subjects during three different teaching transitions: the transition from in-person to remote teaching, using Moodle during the pandemic period; the return of universities to the in-person model and the transition from remote to in-person teaching, with Moodle being used for online activities; and the implementation of active learning strategies, such as forming face-to-face study groups, encouraging online discussion forums and dividing online content into short videos to reinforce collaborative learning, all using the Moodle platform. The fundamental objective of this study is to compare the performance of students in the periods in which the active methodology was applied and in the moments in which it was not used. The results of this research reveal that the use of Moodle in conjunction with the adoption of active methodologies resulted in an increase of approximately 10% in the student achievement rate.

Keywords: Active Methodologies; Teaching Calculus; Moodle

LISTA DE FIGURAS

Figura 1 – Busca pelo termo "Google Classroom" nos últimos 5 anos no Brasil	16
Figura 2 – Busca pelo termo "Moodle" nos últimos 5 anos no Brasil	16
Figura 3 – Função Calculada	23
Figura 4 – Site Moodle	31
Figura 5 – Aplicativo Moodle	32
Figura 6 – Grafo de 4 arestas	33
Figura 7 – Gráfico de aproveitamento de turmas	37
Figura 8 – Histograma da frequência de notas de 0 a 10 dos testes semanais obtidas pelos alunos de Cálculo Diferencial e Integral II	39
Figura 9 – Histograma da frequência de notas de 0 a 10 dos testes semanais obtidas pelos alunos de Cálculo Vetorial	40

LISTA DE TABELAS

Tabela 1 – Artigos que trabalham sobre o tema de reprovação em disciplinas de Cálculo 14

LISTA DE ABREVIATURAS E SIGLAS

AVA Ambientes de Aprendizagem Virtual

LMS Learning Management System

PBL Problem-Based Learning

VM Virtual Machine

SUMÁRIO

1	INTRODUÇÃO	12
2	REFERENCIAL TEÓRICO	14
2.1	Pandemia: uma possível mudança de paradigma para o ensino no Brasil	15
2.2	Legislação sobre ensino remoto no Brasil	17
2.3	Como enfrentar? Busca por abordagens de sucesso	17
2.3.1	<i>Instituições de referência no ensino de Cálculo</i>	17
2.3.2	<i>O modelo Norvig e a aprendizagem ativa em sala de aula</i>	18
2.4	Soluções locais	20
2.5	Microlearning	21
2.6	Microlearning aplicado ao Cálculo Diferencial e Integral	21
2.7	Observação do aprendizado dentro da plataforma Moodle — Quiz	22
2.8	Vantagens da ferramenta Quiz do Moodle no ensino de Cálculo Diferencial e Integral	23
2.9	Nossa contribuição	24
3	TRABALHOS RELACIONADOS	26
4	METODOLOGIA DA PESQUISA	28
4.1	Implantação do Servidor Moodle	29
4.2	Infraestrutura de ensino remoto no Moodle	30
4.3	A sala de aula	31
4.4	Análise de Dados	34
5	RESULTADOS	37
5.0.1	<i>Resultados da Análise Estatística do Desempenho dos Alunos ao Longo das Transições</i>	37
6	CONCLUSÕES E TRABALHOS FUTUROS	41
	REFERÊNCIAS	43

1 INTRODUÇÃO

O ensino de matemática é desafiador devido à abstração e complexidade dos conceitos, exigindo também a conexão com a aplicabilidade no mundo real. Frustração e desmotivação podem surgir entre os alunos. Mesmo após os estudantes ganharem maturidade sobre suas afinidades, e tomarem decisões sobre suas carreiras, o problema do ensino-aprendizagem de matemática continua. Uma evidência forte desse fato são as altas taxas de reprovação em Cálculo Diferencial e Integral (WAGNER, 2016). Essas reprovações são um problema comum em muitas instituições de ensino superior (STARON, 2016) ao redor do mundo. De acordo com Staron (2016) os principais problemas enfrentados pelos alunos e que causam as taxas de reprovação em cálculo diferencial e integral incluem a falta de preparação dos acadêmicos antes de cursarem a disciplina e a necessidade de desenvolvimento de mais cursos de extensão. Essa disciplina é amplamente reconhecida como um desafio para estudantes de graduação em áreas como matemática, engenharia, física e ciências aplicadas. Para a compreensão mais abrangente desse problema e para buscar soluções eficazes, gostaríamos de destacar três dimensões essenciais para o entendimento da problemática do ensino de cálculo:

1. Complexidade abstrata do conteúdo (REZENDE, 2003);
2. Má formação da base (EXAME, 2021);
3. Metodologia de ensino.

Em primeiro lugar, o Cálculo Diferencial e Integral é uma matéria abstrata e teórica. Os estudantes devem ser capazes de visualizar e compreender os conceitos relacionados a funções, limites, infinito, derivadas e integrais, que podem ser bastante abstratos para muitos (REZENDE, 2003). Embora o conteúdo de Cálculo seja geralmente tradicional e muitas instituições evitem discuti-lo, essa é uma questão em debate (LIMA, 2021). Neste trabalho, porém, não vamos considerar a redução de conteúdo, ou a sua simplificação da disciplina, como uma estratégia a ser adotada.

Outra razão para as altas taxas de reprovação é a falta de preparação adequada dos estudantes no ensino médio (PEREIRA, 2018). Muitas vezes, os alunos não recebem uma base sólida em matemática durante o ensino médio, o que dificulta sua transição para o nível universitário e o estudo do Cálculo Diferencial e Integral. Essa falta de preparação inicial pode levar a deficiências de conhecimento que se acumulam ao longo do curso e resultam em dificuldades.

Além disso, a metodologia de ensino também pode desempenhar um papel impor-

tante nas altas taxas de reprovação (SANTOS; MATOS, 2012). Algumas abordagens tradicionais de ensino podem ser excessivamente distantes das necessidades dos estudantes, o que torna difícil para os alunos conectar os conceitos do Cálculo com sua aplicação prática. Uma falta de exemplos concretos e problemas do mundo real pode dificultar a compreensão e o interesse dos estudantes na disciplina. Portanto, um ambiente de imersão para o estudante faz-se necessário para um bom aproveitamento dessa disciplina.

Neste trabalho, nós avaliamos esse processo de imersão em conceitos de Cálculo Diferencial e Integral I utilizando metodologias ativas. Primeiro em ambiente digital, durante o período da pandemia, em que foram adotadas estratégias dentro plataforma Moodle, usando fóruns, distribuição planejada de conteúdo para manter o engajamento, além de vídeos curtos e exercícios no modelo microlearning. Depois no retorno as aulas presenciais, ainda com a plataforma Moodle, foi adicionada a metodologia de aprendizagem colaborativa em sala de aula, onde os estudantes podem debater sobre o problema em grupos de até 4 indivíduos, buscando a cooperação entre os indivíduos. Com essas estratégias, conseguimos aumentar o rendimento dos estudantes dentro da disciplina, sendo esta pesquisa, um estudo de caso que evidenciar o potencial de combinar tecnologia com metodologia ativa no processo de ensino-aprendizagem.

2 REFERENCIAL TEÓRICO

O Brasil enfrenta altas taxas de reprovação em Cálculo em várias instituições de ensino superior. Oliveira e Raad (2012) apontam que há uma verdadeira cultura de reprovação no ensino de cálculo. Podemos perceber pela tabela 1 que o problema da reprovação em disciplinas de cálculo nas universidades brasileiras vem sendo estudadas ao longo dos anos em nosso país:

Tabela 1 – Artigos que trabalham sobre o tema de reprovação em disciplinas de Cálculo

Título	Universidade	Ano
Dificuldades dos alunos no aprendizado de Cálculo Diferencial e Integral I: uma reflexão (ALMEIDA, 2016)	UFMG	2016
O monstro da reprovação em Cálculo Diferencial e Integral (STARON, 2016)	UEPG	2016
Análise do desempenho de alunos calouros de Engenharia na disciplina de Cálculo Diferencial e Integral I: Um estudo de caso na UTFPR (ZARPELON <i>et al.</i> , 2016)	UTFPR	2016
Desempenho acadêmico em Cálculo Diferencial e Integral: Um estudo de caso (ROSA <i>et al.</i> , 2019)	UFG	2018
Análise dos índices de reprovações nas disciplinas cálculo I e geometria analítica nos cursos de engenharia da UNIVASF (PASSOS <i>et al.</i> , 2007)	UNIVASF	2007

Fonte: elaborada pelo autor.

Existem diversos motivos que contribuem para esse cenário:

1. Falta de preparo prévio: Muitos estudantes ingressam no ensino superior sem uma base sólida em matemática (PASSOS *et al.*, 2007), incluindo álgebra, trigonometria e geometria. Esses conhecimentos prévios são fundamentais para o estudo de Cálculo, e a falta de preparo adequado pode dificultar a compreensão dos conceitos e a resolução de problemas. A deficiência no ensino desses conhecimentos básicos nas etapas anteriores da educação é um fator que contribui para a alta taxa de reprovação em Cálculo.
2. Método de ensino tradicional: Muitas instituições de ensino ainda utilizam uma abordagem tradicional de ensino, baseada principalmente em aulas expositivas e pouca interação entre professor e aluno. Esse método pode não ser eficaz para o ensino de Cálculo (VIEIRA; DRIGO, 2021), que exige compreensão conceitual e habilidades práticas. A falta de atividades práticas, resolução de problemas e aplicação dos conceitos em situações reais pode prejudicar o desenvolvimento dos estudantes nessa disciplina.
3. Ensino focado no conteúdo e falta de contextualização: Acredita-se que o método de ensino centrado no conteúdo, no qual o professor desempenha um papel central e o aprendizado se resume a uma simples reprodução do conteúdo seguida pela resolução de exercícios, tem sido uma das principais razões para a alta taxa de evasão e reprovação nas disciplinas de Cálculo Diferencial e Integral no ensino superior (RUBI, 2021). A ausência

de contextualização dos conceitos dentro de situações do mundo real pode dificultar a compreensão e a motivação dos estudantes.

4. Carência de recursos e suporte aos alunos: A ausência de recursos adequados, tais como materiais didáticos atualizados, laboratórios de computação bem equipados e bibliotecas bem abastecidas, pode ter um impacto negativo direto no processo de aprendizado dos estudantes (VASCONCELOS *et al.*, 2021). Além disso, a carência de programas de suporte aos alunos, como tutorias individuais, sessões de revisão e grupos de estudo, pode restringir as oportunidades de esclarecimento de dúvidas e acompanhamento personalizado. Curiosamente, apesar dessas lacunas, o Brasil não parece enfrentar escassez de investimentos para aprimorar essas áreas, visto que segundo dados da OCDE, o Brasil investe no ensino superior tanto quanto os demais países membros (OECD, 2023).

Esses fatores, quando combinados, podem resultar nas altas taxas de reprovação em Cálculo no Brasil. Para resolver essa questão, é crucial investir em uma base sólida em matemática desde o ensino básico, adotar abordagens de ensino interativas e contextualizadas, oferecer recursos e suporte adequados aos alunos, além de promover uma visão abrangente do ensino e aprendizagem de Cálculo, focando na compreensão conceitual e aplicação prática dos conhecimentos adquiridos.

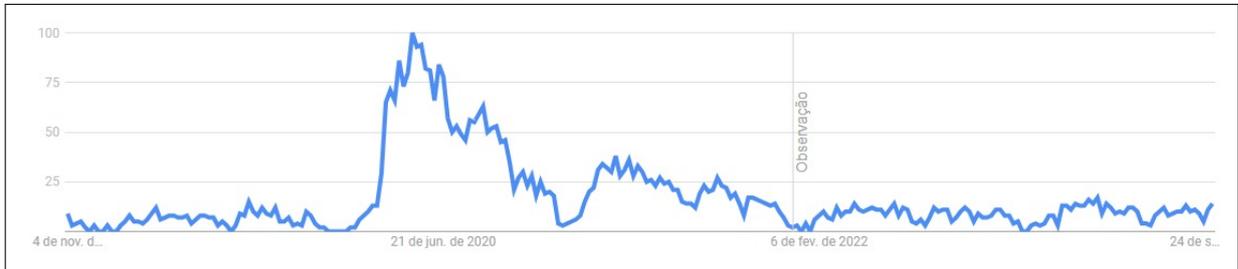
Por fim, as altas taxas de reprovação em Cálculo Diferencial e Integral são um desafio compartilhado por estudantes globalmente. Contudo, por meio de abordagens de ensino inovadoras e o fornecimento de recursos de apoio, bem como por meio da perseverança e do comprometimento dos estudantes, é possível superar esses obstáculos e conquistar o sucesso nessa disciplina crucial para a formação em ciências e engenharia.

2.1 Pandemia: uma possível mudança de paradigma para o ensino no Brasil

Em março de 2020, devido à pandemia do vírus Sars Cov-2, foram incorporadas novas ferramentas em nosso dia a dia para a realização de atividades a partir de nossas residências. Um estudo do Centro Regional de Estudos para o Desenvolvimento da Sociedade da Informação (Cetic.br) mostrou que após a pandemia houve um aumento no número de domicílios no Brasil com acesso a internet, saltando de 71% para 82% nos primeiros 2 anos de pandemia (CETIC.BR, 2022). Com o trânsito paralisado em escolas e universidades devido às restrições sanitárias, as instituições de ensino tiveram que se ajustar ao ensino a distância. Devido a isso cresceu a procura por ferramentas de gestão de aprendizagem. Como podemos ver nas Figuras 1 e 2,

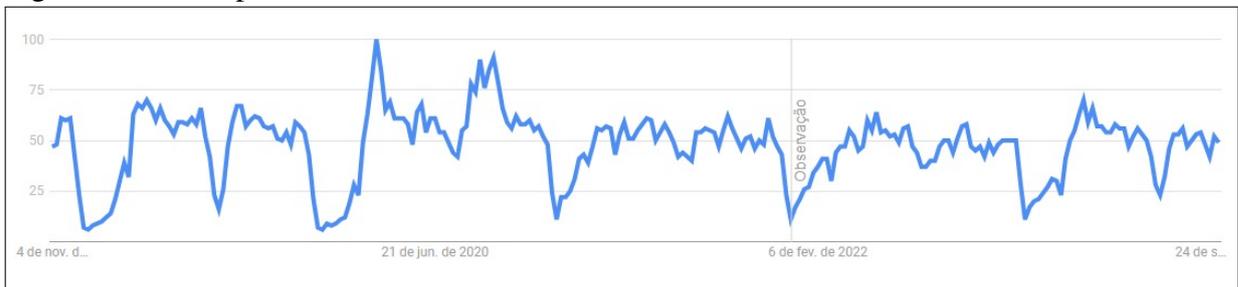
houve um aumento na busca do Google pelas ferramentas Google Classroom e Moodle Learning Management System (LMS) no período do início da pandemia.

Figura 1 – Busca pelo termo "Google Classroom" nos últimos 5 anos no Brasil



Fonte: Elaborado pelo autor

Figura 2 – Busca pelo termo "Moodle" nos últimos 5 anos no Brasil



Fonte: Elaborado pelo autor

Apesar de ter sido lançado há quase duas décadas, o Moodle LMS ainda se mantém como uma alternativa utilizada para o gerenciamento do ensino remoto (PEREIRA; GUERREIRO, 2021), como podemos também observar pelo gráfico da Figura 2. Ele é uma plataforma de aprendizagem on-line de código aberto, desenvolvida como projeto de pesquisa de doutorado de Martim Dougiamas (DOUGIAMAS; TAYLOR, 2003) que versava sobre uma abordagem sócio-construtivista da aprendizagem. O nome "Moodle" é uma abreviação de "Modular Object-Oriented Dynamic Learning Environment" (Ambiente de Aprendizagem Dinâmica Orientada a Objetos e Modular, em português).

Um recente estudo demonstrou que houve um enorme crescimento do uso da plataforma Moodle durante a primeira onda da pandemia e um aumento depois (PEREIRA; GUERREIRO, 2021). Além disso um outro estudo mostra que o Moodle está sendo cada vez mais usado como plataforma para aprendizado adaptativo e colaborativo, além de ser usado para melhorar as avaliações online (GAMAGE *et al.*, 2022).

2.2 Legislação sobre ensino remoto no Brasil

Embora o ensino a distância não fosse uma novidade, os cursos a distância no Brasil não eram totalmente remotos, pois existiam restrições a essa modalidade de ensino. Por exemplo, o Decreto nº 9.057/2017 estabelece as diretrizes e bases da educação nacional para a oferta de educação a distância (BRASIL, 2017), e estabelece que o ensino a distância pode ser oferecido nos níveis fundamental, médio, técnico e superior. No entanto o decreto também define algumas limitações quanto à oferta de cursos a distância, tais como o número máximo de disciplinas que podem ser oferecidas nesta modalidade e a necessidade de um mínimo de aulas presenciais.

Então, durante a pandemia, estávamos experimentando pela primeira vez o ensino completamente remoto no Brasil, por isso a legislação vigente precisou ser adaptada aos tempos de calamidade de acordo com RODRIGUES e BIRNFELD (2022). Em 16 de Junho de 2020 o Ministério da Educação elaborou a portaria 544 onde foi autorizado em caráter excepcional a substituição das disciplinas presenciais, em cursos regularmente autorizados, por atividades letivas que utilizem recursos educacionais digitais, tecnologia de informação e comunicação, entre outros (BRASIL, 2020b). Posteriormente a Lei 14.440/2020 permitiu em seu artigo 3º que as instituições de ensino superior fossem dispensadas da quantidade mínima de dias de efetivo trabalho acadêmico, podendo ser desenvolvidas atividades pedagógicas não presenciais por meio de usos de tecnologia da informação e comunicação (BRASIL, 2020a).

2.3 Como enfrentar? Busca por abordagens de sucesso

Para enfrentar a problemática proposta nos pontos anteriores, que incluem a falta de conhecimento teórico prévio, o método de ensino tradicional e os desafios do ensino remoto na pandemia, buscamos alguns exemplos bem sucedidos de abordagens educacionais. Para isso apresentamos modelos de ensino de referência e destacamos o método de Peter Norvig como referências inspiradoras, que se encaixaram no contexto da pandemia.

2.3.1 Instituições de referência no ensino de Cálculo

Embora seja difícil fornecer uma lista exaustiva de instituições e países com baixas taxas de reprovação em Cálculo, existem alguns exemplos notáveis de instituições conhecidas por seu sucesso no ensino dessa disciplina. Aqui estão alguns exemplos:

1. Instituto de Tecnologia de Massachusetts (MIT) - Estados Unidos: O MIT é amplamente re-

conhecido por sua excelência em ciência e engenharia. A instituição adota uma abordagem inovadora no ensino de Cálculo, oferecendo recursos online, como o MIT OpenCourseWare, que disponibiliza materiais de cursos gratuitos, incluindo Cálculo, para estudantes ao redor do mundo (JERISON, 2010), (AUROUX, 2010). O MIT também possui o MIT Teaching and Learning Laboratory (ALEMÁN, 2023), que busca melhorar o ensino de Cálculo por meio de estratégias pedagógicas modernas.

2. Universidade de Waterloo - Canadá: A Universidade de Waterloo, no Canadá, adotou um programa de engenharia cooperativa para o seu bacharelado, no qual se exige 5 anos de frequência contínua, durante os quais o aluno passa períodos alternados de 3 meses na universidade e na indústria (MYERS; KEELER, 1961). Também dispõe de um departamento de coordenação dentro da universidade que atua como elo de ligação entre a indústria e os estudantes.
3. Universidade de Cambridge - Reino Unido: A Universidade de Cambridge é uma das instituições acadêmicas mais renomadas do mundo. A universidade adota uma abordagem rigorosa e desafiadora, mas também oferece suporte aos alunos por meio de tutoria individual e grupos de estudo (STYLIANIDES, 2023).
4. Universidade Nacional de Cingapura - Singapura: A Universidade Nacional de Cingapura é uma das principais instituições de ensino superior da Ásia e tem uma reputação sólida em matemática e ciências. A universidade possui um programa de matemática abrangente que tem por característica uma abordagem intuitiva ao cálculo apoiado pelo uso da tecnologia, ênfase em técnicas e no conhecimento procedural em vez de conceitual (TOH, 2021).

É importante ressaltar que esses exemplos podem variar ao longo do tempo. Além disso, existem recursos tradicionais disponíveis, como tutoria, grupos de estudo e materiais, que podem ajudar os estudantes a superar as dificuldades quando são bem gerenciadas. No entanto, não podemos mencioná-las como ferramentas essenciais, dado que quase todas as instituições no Brasil dispõem destes recursos, e mesmo assim, as taxas de reprovação nessas disciplinas ainda são muito altas (ALMEIDA, 2016), (PEREIRA, 2018).

2.3.2 O modelo Norvig e a aprendizagem ativa em sala de aula

Peter Norvig é um proeminente cientista da computação e pesquisador especializado em inteligência artificial (IA) e aprendizado de máquina. Com vasta experiência acadêmica ele é co-autor do influente livro "Inteligência Artificial: Uma Abordagem Moderna" com Stuart

Russell (RUSSEL; NORVIG, 2013). Norvig é reconhecido como um líder na área de IA, com contribuições significativas em áreas como processamento de linguagem natural (NORVIG, 2009), sistemas especialistas (MUSCETTOLA *et al.*, 2000) e robótica (FRANK *et al.*, 2001), e é um defensor do desenvolvimento de tecnologias de IA acessíveis e benéficas para a sociedade.

Norvig foi co-autor, juntamente com Sebastian Thrun e outros colaboradores, do curso "Introdução à Inteligência Artificial" oferecido pela Universidade de Stanford. O curso foi proposto num modelo de ensino remoto escalável em 2011, e se tornou um sucesso, o que popularizou essa modalidade de ensino na internet (CORNEJO-VELAZQUEZ *et al.*, 2020). Esse curso, embora não tenha sido um curso acadêmico tradicional, teve um impacto significativo na forma como a educação superior é oferecida online. Até hoje, o curso de Norvig serve como uma inspiração para a criação e o desenvolvimento de cursos acadêmicos online. Sua abordagem inovadora, combinando palestras em vídeo, exercícios interativos e fóruns de discussão, demonstrou como é possível oferecer educação remota de alta qualidade. A influência duradoura do curso de Norvig pode ser vista na proliferação de plataformas e iniciativas de ensino online (CORNEJO-VELAZQUEZ *et al.*, 2020), bem como na adoção de práticas pedagógicas mais interativas e engajadoras. Seu exemplo continua inspirando educadores e instituições a explorar novas formas de oferecer cursos acadêmicos online, ampliando o acesso à educação e tornando-a mais inclusiva e flexível.

Peter Norvig adota uma abordagem pedagógica baseada em princípios como aprendizado ativo, aprendizado prático e aprendizado autônomo. Embora não haja uma ligação direta entre suas abordagens pedagógicas e a forma como as máquinas são treinadas, podemos identificar algumas semelhanças conceituais, que podem ter influenciado Norvig e Thrun:

- Aprendizagem Baseada em Problemas (Problem-Based Learning (PBL)) – Ele encoraja os alunos a trabalharem em problemas do mundo real, a resolverem desafios e a desenvolverem habilidades práticas (SOUZA; DOURADO, 2015). Nesse contexto, semelhante à abordagem da aprendizagem supervisionada em IA, os alunos buscam identificar padrões em um problema que os auxiliam na solução de outros desafios. No entanto, ao invés de serem treinados com pares de entrada e saída (FLECK *et al.*, 2016), são incentivados a buscar soluções em livros, internet, consultas a especialistas e colaboração com colegas.
- Aprendizagem Autônoma – Enfatiza a importância do engajamento ativo e independente (PINHEIRO *et al.*, 2018) dos alunos no processo de aprendizagem, incentivando a participação em resolução de problemas e experimentação. Essa abordagem guarda semelhança

com a Aprendizagem Não Supervisionada em IA, em que a IA, de maneira autônoma, busca por padrões sem depender de entradas e saídas prévias (FLECK *et al.*, 2016), identificando-os por conta própria.

- Aprendizagem Colaborativa – Incentiva os alunos a aprenderem juntos (TORRES; IRALA, 2014), explorando recursos online, participando de comunidades, fóruns e aprendendo além do ambiente de sala de aula, alinhando-se assim com o conceito de Aprendizagem por Reforço na IA. Nessa abordagem, os algoritmos são projetados para aprenderem e se adaptarem com base nas interações contínuas com o ambiente, através de penalidades e recompensas (KAELBLING *et al.*, 1996), (RIS-ALA, 2023).

Embora essas abordagens pedagógicas de Norvig tenham algumas semelhanças conceituais com a forma como as máquinas são treinadas na IA, é importante ressaltar que o processo de treinamento de máquinas é mais complexo e envolve algoritmos e técnicas específicas. As abordagens pedagógicas de Norvig são voltadas para facilitar o aprendizado humano e promover o desenvolvimento de habilidades em estudantes, enquanto o treinamento de máquinas na IA envolve processos matemáticos e algorítmicos específicos para ensinar às máquinas como executar tarefas específicas.

2.4 Soluções locais

Para enfrentar o desafio do ensino de Cálculo Diferencial e Integral, existe a possibilidade de os professores enfrentarem, de forma local, ou seja, em suas salas de aula, os desafios do ensino e aprendizagem da disciplina (PINHEIRO; BOSCARIOLI, 2022). Isso pode ser feito independente da existência, ou não, de uma política institucional adotada para resolver o problema. Nesses casos, os professores aproveitam a oportunidade única de criar um ambiente de aprendizagem dinâmico e interativo (ABAR, 2010), adaptado às necessidades de seus alunos. Ao utilizar abordagens pedagógicas inovadoras, recursos educacionais adequados (MIRANDA; LAUDARES, 2007) e estratégias de ensino diferenciadas, os professores podem fornecer suporte individualizado, promover a compreensão conceitual e incentivar a aplicação prática do Cálculo. Ao assumirem um papel ativo e engajado, os professores podem desempenhar um papel fundamental na superação dos desafios do ensino e aprendizagem de Cálculo Diferencial e Integral, criando oportunidades significativas de sucesso acadêmico para seus alunos.

2.5 Microlearning

Para a construção de conteúdos, nós adotamos como metodologia de ensino o *microlearning*, que é uma metodologia que se concentra em fornecer informações e conhecimentos de forma rápida, eficiente e acessível aos alunos (TORGERSON, 2021). A palavra, de origem inglesa que pode ser traduzida como "micro-aprendizado", foi cunhada em 2002 por Theo Hug.

O *microlearning* se baseia na entrega de pequenas unidades de aprendizado, ou "microlições", que são altamente focadas e específicas (LINDNER, 2007). Cada microlição contém um único objetivo de aprendizado e é projetada para ser consumida em um curto espaço de tempo, geralmente de 5 a 10 minutos. Essas lições podem ser na forma de vídeos curtos, infográficos, quizzes interativos, podcasts ou qualquer outro formato que seja adequado ao conteúdo.

O objetivo do *microlearning* é proporcionar uma experiência de aprendizado fragmentada e flexível, permitindo que os alunos aprendam no momento e no local mais convenientes para eles, de forma empírica e experiencial (LINDNER, 2007). Ao dividir o conteúdo em pequenas partes, o *microlearning* facilita a absorção e a retenção das informações, além de tornar o processo de aprendizado mais envolvente e interativo.

O *microlearning* oferece maior flexibilidade aos alunos, permitindo que eles aprendam em seu próprio ritmo e de acordo com suas necessidades individuais (CRUZ *et al.*, 2022), (GABRIELLI *et al.*, 2017). Além disso, essa abordagem enfatiza a retenção do conhecimento por meio de uma entrega de informações mais concisa e focada.

2.6 Microlearning aplicado ao Cálculo Diferencial e Integral

O uso do *microlearning* no aprendizado de Cálculo Diferencial e Integral pode ser altamente benéfico, especialmente para fornecer uma visão geral rápida, reforçar conceitos-chave e oferecer oportunidades de prática (MATEUS-NIEVES; MORENO, 2021).

Ele pode ser usado para segmentar o conteúdo do Cálculo em unidades de aprendizado menores e focadas (TORGERSON, 2021). Cada unidade pode abordar um tópico ou conceito específico, como limites, derivadas ou integrais. Essas microlições podem ser entregues em formatos variados, como vídeos curtos, animações interativas, quizzes rápidos ou exercícios práticos. Os alunos podem acessar essas microlições de acordo com sua conveniência e interesse, permitindo um aprendizado flexível e personalizado (GABRIELLI *et al.*, 2017).

Além disso, o *microlearning* pode ser utilizado para oferecer revisões rápidas e práticas dos conceitos do Cálculo (MARTINS *et al.*, 2022), (PRAKASH *et al.*, 2017). Por exemplo, pode-se criar microlições que apresentem exercícios de prática com soluções passo a passo, permitindo que os alunos consolidem seu entendimento e aprimorem suas habilidades de resolução de problemas. Essas microlições podem ser facilmente acessadas sempre que os alunos precisarem revisar ou reforçar um determinado conceito ou técnica.

Uma abordagem eficaz seria combinar os elementos do *microlearning* para proporcionar uma experiência de aprendizado abrangente. As microlições oferecem uma compreensão mais aprofundada dos conceitos e a prática necessária para aprimorar as habilidades (ALLELA, 2021).

Ao usar o *microlearning* no ensino de Cálculo Diferencial e Integral, é importante projetar os recursos e as microlições de forma clara, concisa e altamente visual. Também é essencial oferecer oportunidades para que os alunos apliquem os conceitos aprendidos por meio de exercícios práticos e problemas do mundo real (BLASS; IRALA, 2020).

Dessa forma, os alunos podem acessar rapidamente o conteúdo fundamental, reforçar seus conhecimentos (MARTINS *et al.*, 2022) e praticar os conceitos do Cálculo de maneira mais eficiente e adaptada às suas necessidades individuais (GABRIELLI *et al.*, 2017). Essas abordagens tornam o aprendizado mais acessível, envolvente e flexível, proporcionando uma base sólida para o domínio do Cálculo Diferencial e Integral.

2.7 Observação do aprendizado dentro da plataforma Moodle — Quiz

Além disso, analisamos a funcionalidade do Moodle LMS conhecida como "Quiz". A opção quiz do Moodle é uma ferramenta poderosa para a criação de questionários e avaliações online. Dentro do quiz uma das vantagens é a possibilidade de utilizar as funções calculadas (conforme Figura 3), que oferecem recursos adicionais e flexibilidade na formulação das perguntas. As funções calculadas permitem que você crie perguntas com variáveis dinâmicas e que sejam automaticamente avaliadas pelo sistema.

A principal vantagem das funções calculadas é a capacidade de gerar uma ampla gama de perguntas personalizadas e adaptáveis. Com elas, você pode criar perguntas em que os valores numéricos ou as respostas sejam gerados automaticamente com base em uma fórmula ou função matemática.

Por exemplo, suponha que você esteja ensinando física e deseje criar uma pergunta

Figura 3 – Função Calculada

The image shows a configuration interface for a 'Calculated Question' in Moodle. It is titled 'Answers' and contains several settings:

- Answer 1 formula =**: A text input field containing the mathematical formula $\{b\}*\{h\}$.
- Grade**: A dropdown menu set to '100%'.
- Tolerance ±**: A text input field containing '0.01'.
- Type**: A dropdown menu set to 'Relative'.
- Answer display**: A dropdown menu set to '2'.
- Format**: A dropdown menu set to 'decimals'.

Fonte: https://docs.moodle.org/403/en/Simple_calculated_question_type

sobre o cálculo de energia cinética. Com as funções calculadas, você pode definir uma fórmula para calcular a energia cinética com base nas variáveis de massa e velocidade. O Moodle irá gerar automaticamente valores aleatórios para a massa e a velocidade, calcular a resposta correta com base nesses valores e verificar se a resposta do aluno está correta.

Além disso, as funções calculadas permitem que você defina intervalos de tolerância para as respostas dos alunos. Isso significa que você pode aceitar respostas que estejam dentro de uma faixa específica, mesmo que não correspondam exatamente à resposta correta. Isso permite maior flexibilidade e precisão na avaliação das respostas dos alunos.

Para usar as funções calculadas, você precisa definir uma fórmula ou função matemática no formato correto dentro do quiz. O Moodle possui uma sintaxe específica para as funções calculadas, que envolve o uso de chaves $\{ \}$ para delimitar as variáveis, operadores matemáticos e funções.

Segundo o estudo de Gamage *et al.* (2019), as microlições, que consistem em vídeos curtos e interativos, aliadas ao quiz do Moodle para avaliar os alunos, promovem o engajamento e a satisfação dos estudantes com o aprendizado. Além disso o estudo de Mourato e Piteira (2019) tem demonstrado que a ferramenta quiz do Moodle pode ser um auxílio em estratégias de gamificação na educação.

2.8 Vantagens da ferramenta Quiz do Moodle no ensino de Cálculo Diferencial e Integral

Além das vantagens mencionadas anteriormente para o aprendizado dos alunos, é importante ressaltar que a implementação de repetições com correções e *feedback* automáticos no quiz do Moodle é extremamente benéfica (ZAMPIROLI *et al.*, 2021), especialmente considerando a realidade em que um único professor está atendendo a múltiplas turmas, cada uma com uma média de 50 alunos por semestre.

Em uma sala de aula tradicional, o tempo para oferecer três repetições de 9 a 10 questionários para cada aluno, fornecendo correções detalhadas e *feedback* individualizados,

pode ser consideravelmente alto, o que acarreta muito trabalho ao professor (RODRIGUES, 2014). O processo de correção manual consumiria um tempo excessivo e recursos significativos, sobrecarregando o professor e comprometendo sua capacidade de atender às necessidades de todos os alunos.

Ao utilizar o quiz do Moodle com repetições e *feedback* automáticos, é possível fornecer aos alunos a oportunidade de refazer os questionários, corrigir seus erros e aprender com eles. Isso permite que eles aprimorem seu desempenho ao longo do tempo e obtenham um *feedback* imediato sobre seus pontos fortes e áreas de melhoria (BERNARDO, 2019).

Essa abordagem automatizada não apenas alivia a carga de trabalho do professor, mas também proporciona aos alunos uma experiência de aprendizado mais individualizada e adaptável (ALLY, 2004). Cada aluno pode revisar seus erros, compreender os conceitos de forma mais aprofundada e desenvolver habilidades de resolução de problemas ao longo do tempo. O professor vai entrar em momentos mais críticos do processo de aprendizado, ou do conteúdo ministrado. Além disso, ele terá mais tempo para verificar as dificuldades individuais de cada aluno.

Além disso, o sistema de *feedback* automático do Moodle permite que o professor acompanhe o desempenho geral da turma, identificando padrões de erros ou dificuldades comuns, além de contribuir para a motivação dos alunos (ABIO, 2010). Com base nessas informações, o professor pode direcionar seu ensino e fornecer orientações específicas durante as aulas, concentrando-se nas áreas que requerem mais atenção.

Em resumo, a implementação de repetições com correções e *feedback* automáticos no quiz do Moodle é uma solução viável e eficaz para lidar com a demanda de múltiplas turmas e um grande número de alunos. Ela permite que os alunos se beneficiem de um processo de aprendizado adaptável, enquanto alivia a carga de trabalho do professor e fornece informações valiosas para o aprimoramento do ensino.

2.9 Nossa contribuição

A contribuição deste trabalho consiste na avaliação da transição de modalidades de ensino nos períodos pré e pós pandemia, bem como avaliação do uso de metodologias ativas como complemento das aulas. Entre abril e junho de 2020, no início do período pandêmico, para permitir o ensino a distância instalamos o Moodle em um servidor web e implantamos dois cursos de ensino a distância na Universidade Federal do Ceará, Campus Sobral: Cálculo

Diferencial e Integral II e Cálculo Vetorial. Os alunos começaram os estudos na plataforma em julho, e desde então, começamos a acumular dados que mostrassem o desempenho dos alunos nesta nova empreitada. Isso possibilitou identificar o impacto que as ferramentas de ensino a distância possuem nos estudantes. Neste artigo vamos apresentar dados que mostram três transições de ensino de cálculo para engenharia:

1. Ensino Presencial tradicional para o ensino remoto usando o Moodle;
2. Retorno as aulas presenciais com o Moodle auxiliando em atividades online;
3. Implantação das estratégias de Peter Norvig para o ensino do conteúdo. Nesse período disponibilizamos cursos online com vídeos curtos (*microlearning*) e fóruns de discussão (aprendizagem ativa). Além disso fomentamos grupos de estudo em sala de aula.

Este artigo tem como objetivo avaliar o desempenho dos alunos do curso de Engenharia Elétrica da Universidade Federal do Ceará, Campus de Sobral, no uso da plataforma Moodle LMS nesses três diferentes períodos.

3 TRABALHOS RELACIONADOS

Neste capítulo discutimos alguns trabalhos relacionados que promovem a discussão e análise de experiências da aplicação de metodologias ativas para melhoria do ensino de disciplinas de cálculo ou correlacionadas em faculdades de engenharia.

Por exemplo, Fontes (2021) propôs a utilização de metodologias ativas no ensino de Cálculo Diferencial e Integral, a fim de contribuir para a formação crítica, favorecendo autonomia e estimulando a tomada de decisões. O trabalho em questão avaliou uma proposta de ensino na perspectiva da disciplina de Engenharia Didática, empregando metodologias ativas na fase de experimentação, bem como buscando apreender as impressões dos investigados, que foram estudantes da disciplina de uma instituição pública de ensino superior no contexto de aulas remotas.

O trabalho de Souza e Fonseca (2017) reflete acerca do ensino e aprendizagem de Cálculo Diferencial e Integral. Os autores propõem o uso da metodologia ativa Aprendizagem Baseada em Problemas PBL para nortear atividades que abordam noções de cálculo, como limites e derivadas.

Já Peres e Silva (2019) adota a PBL no ensino de derivadas na disciplina de Cálculo Diferencial e Integral I. O trabalho constatou que o uso da metodologia ativa PBL possui aspectos positivos como uma potencialização da atenção e do interesse por parte dos estudantes, a viabilização de uma interação significativa com os colegas, além do aumento da percepção da necessidade de estudos e pesquisas para se resolver um problema real. Os autores também notaram uma maior motivação e engajamento da maioria dos estudantes em relação a uma aula tradicional e notaram que eles conseguiram associar a teoria a prática, embora tenham apresentado dificuldades.

Pires *et al.* (2022) abordou a utilização do Youtube para divulgação de material de apoio didático referente a conteúdos de Cálculo Diferencial e Integral. As vídeo aulas gravadas referem-se a conteúdos teóricos e resolução de exercícios de diferentes níveis de complexidade. O trabalho levou a conclusão que a utilização do Youtube como ferramenta pedagógica precisa vir acompanhada de um planejamento do professor especificando claramente os objetivos que se deseja atingir.

Blass e Irala (2020) descreve os resultados de uma pesquisa cujo objetivo era investigar as possibilidades e as limitações ao longo do processo de implementação da PBL. A abordagem do estudo foi do tipo qualitativa, com base na pesquisa do tipo intervenção peda-

gógica. O estudo observou que a PBL gerou aulas mais dinâmicas, as situações-problemas proporcionaram o interesse dos alunos, bem como a relação professor-aluno se tornou mais cooperativa. O estudo, no entanto, mostrou algumas dificuldades no processo como a administração do tempo, o número de discentes e a adaptação dos alunos ao novo formato das aulas.

Embora esses recentes trabalhos incluam dados sobre o uso de metodologias ativas para aulas remotas, ou mesmo destaquem aspectos do uso de metodologias como a PBL para construção de salas de aulas mais interativas, nenhum dos trabalhos atuais aborda o uso de metodologias ativas em Ambientes de Aprendizagem Virtual (AVA) como complemento para o ensino tradicional da sala de aula. Além disso o nosso trabalho visa analisar a adaptação dos estudantes de graduação das disciplinas de Cálculo Integral e Diferencial e Cálculo Vetorial por meio da adequada análise da taxa de aprovação nas referidas disciplinas.

4 METODOLOGIA DA PESQUISA

Para a construção desta pesquisa, algumas etapas foram executadas para a implementação do ambiente de aprendizado objeto desta pesquisa. Além disso, a metodologia foi transformada em semestres separados onde a eficiência pôde ser analisada em períodos distintos. Assim, podemos verificar a consistência de cada metodologia de forma isolada. Em síntese, os passos adotados nesta pesquisa foram:

1. Implantação do Servidor Moodle LMS e elaboração do conteúdo.
2. Observação do aprendizado dos alunos dentro da plataforma.
3. Implantação da aprendizagem ativa.
4. Nova observação do aprendizado.
5. Análise de dados.

A implementação do Servidor Moodle LMS, uma plataforma de gestão de aprendizagem amplamente utilizada, foi o primeiro passo nesse processo. Após a instalação, foram dedicados três meses à produção de conteúdos em vídeo aulas e à elaboração de um banco de questões adequado para as disciplinas abordadas.

Em seguida, realizaram-se observações cuidadosas do aprendizado dos alunos, com o objetivo de identificar áreas de melhoria e avaliar a eficácia das estratégias adotadas. Para promover uma abordagem mais ativa, foi então implantada a aprendizagem ativa, onde os alunos foram divididos em grupos de até 4 (quatro) indivíduos em sala de aula para interagirem entre si na construção da aprendizagem.

Após essa implementação, que ocorreu no decorrer do semestre 2022.2, se estendendo durante um semestre, outra rodada de observações do aprendizado foi conduzida, permitindo uma comparação direta com os resultados anteriores. Essa análise detalhada proporcionou *insights* valiosos para orientar futuras decisões e aprimoramentos.

Assim, os passos metodológicos adotados fornecem uma estrutura sistemática para avaliar o ambiente de aprendizado em etapas isoladas, pois cada etapa compreende pelo menos um semestre, podendo se estender por até 4 semestres. Sendo a primeira etapa no período da pandemia, onde as aulas foram 100% remotas, a segunda etapa na volta as aulas e uma terceira – e última – etapa que envolveu os estudantes em processos de aprendizado usando metodologias ativas. Desse modo, é possível verificar a eficiência da tecnologia e das metodologias adotadas em estágios distintos, proporcionando uma visão clara do progresso alcançado e direcionando as melhorias futuras.

4.1 Implantação do Servidor Moodle

Com o advento da pandemia de COVID-19, no mês de março de 2020, tanto escolas quanto universidades precisaram parar com o ensino presencial. Nesse período para que o ensino não fosse ainda mais prejudicado foi necessário a implantação rápida e ágil de sistemas que auxiliassem no ensino remoto. Nesse contexto decidimos pela instalação de um servidor Moodle LMS, por ser um sistema de gestão de aprendizagem de código aberto e personalizável. Essas características fizeram com que ele fosse uma boa escolha, pois era necessária uma adaptação ágil e acessível, e o Moodle encaixa-se bem nessas características, conforme (CARVALHO; CARVALHO, 2016), (GONÇALVES *et al.*, 2019), (HANDAYANTO *et al.*, 2018) e (NGUYEN, 2022). Além das vantagens técnicas, há também várias vantagens pedagógicas em utilizar o Moodle como plataforma de ensino e aprendizagem, incluindo:

1. **Flexibilidade:** Oferece uma ampla gama de ferramentas e recursos que permitem que os professores personalizem o ambiente de aprendizagem para atender às necessidades específicas de seus alunos. Os professores podem criar e gerenciar conteúdo educacional, como aulas, atividades, materiais complementares, fóruns de discussão, e tarefas;
2. **Acesso remoto:** O Moodle permite que os alunos acessem o conteúdo do curso e realizem atividades de qualquer lugar, a qualquer momento, desde que tenham acesso à internet. Isso é especialmente útil para estudantes que precisam conciliar estudos com outras atividades, como trabalho ou cuidado de familiares;
3. **Feedback instantâneo:** Permite que os professores forneçam *feedback* instantâneo aos alunos, por meio de avaliações online, fóruns de discussão, e outros recursos interativos. Isso permite que os alunos recebam *feedback* mais rapidamente e possam ajustar suas abordagens de aprendizagem com mais facilidade;
4. **Economia de tempo:** Permite que os professores automatizem tarefas repetitivas, como a correção automática de avaliações. Isso ajuda a economizar tempo e esforço, permitindo que os professores se concentrem em tarefas mais importantes, como a criação de conteúdo educacional de qualidade.
5. **Acompanhamento do progresso do aluno:** Oferece uma ampla gama de recursos para monitorar o progresso do aluno, incluindo análises de desempenho, registros de participação em fóruns de discussão, registros de atividades e avaliações. Isso permite que os professores identifiquem alunos que precisam de mais apoio ou desafios adicionais.
6. **Interação e engajamento:** É uma plataforma que oferece diversos recursos para interação e

engajamento dos alunos, como fóruns de discussão, chat, atividades em grupo, entre outros. Esses recursos permitem que os alunos colaborem entre si, troquem ideias e experiências, e desenvolvam habilidades importantes para a vida em sociedade.

Para implantação no tempo necessário de que dispúnhamos foi escolhida uma instalação do Moodle através de *containers* Docker, que também é uma ferramenta de código que aberto que facilita a criação de ambientes isolados e seguros, conforme (RAD *et al.*, 2017). Diferentemente de Virtual Machine (VM), o Docker compartilha o *kernel* do sistema operacional hospedeiro, o que o torna mais leve (POTDAR *et al.*, 2020) e performático.

Os containers da aplicação foram orquestrados pelo Docker Swarm (MORAVCIK; KONTSEK, 2020), (NAIK, 2021), que permite o gerenciamento e programação de containers, bem como o gerenciamento das redes e a implantação e escalonamento dos serviços (MYDIN *et al.*,), bem alocação ideal de recursos.

Foi instalado o Nginx Proxy Manager para realizar o balanceamento de carga. Ele é um software de código aberto que utiliza o servidor web Nginx como balanceador de carga em servidores Docker, que como podemos ver nos estudos de (HO, 2019), (KITHULWATTA *et al.*, 2022), é uma boa solução para balanceamento de carga em containers Docker. Além disso, o serviço é integrado com o Let's Encrypt para geração e gerenciamento de certificados SSL, que são cruciais para garantir a segurança do tráfego de informações do servidor Moodle (SILVA *et al.*, 2000).

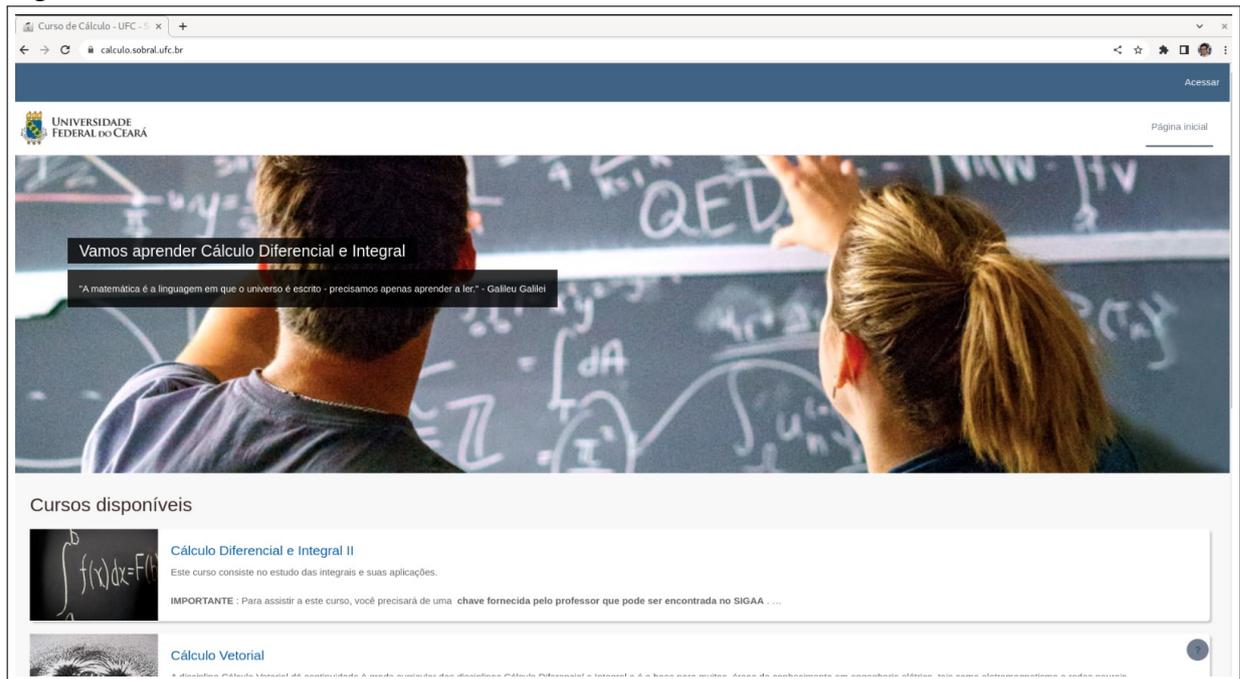
4.2 Infraestrutura de ensino remoto no Moodle

Com o uso da tecnologia de contêineres Docker, graças a sua rápida configuração através de arquivos Dockerfile, sua segurança proporcionada por isolamento de processos e sua boa performance devido ao compartilhamento de recursos do Kernel, foi possível instalar e deixar funcional o serviço Moodle em poucos dias.

Podemos ver na Figura 4 o Moodle instalado e acessível para utilização dos alunos. O mesmo está acessível publicamente pelo endereço <https://calculo.sobral.ufc.br>. Também pode ser acessado através do aplicativo oficial do Moodle, conforme vemos na Figura 5.

O uso das imagens acima vem para ilustrar a implantação do Moodle para as turmas mencionadas, bem como mostrar o sistema adotado para o ensino remoto e complemento de sala de aula do presente estudo.

Figura 4 – Site Moodle



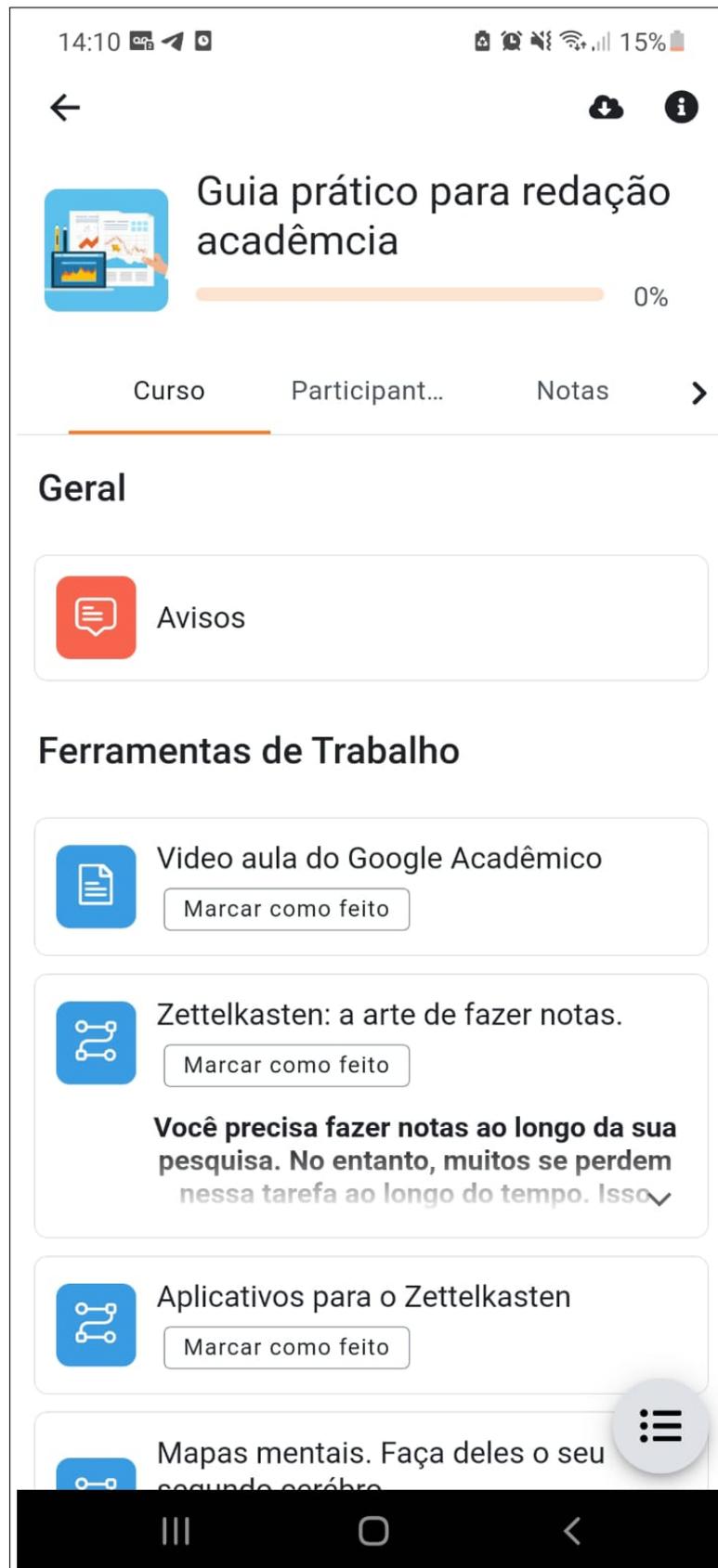
Fonte: <https://calculo.sobral.ufc.br>

4.3 A sala de aula

Após o retorno às aulas presenciais após a pandemia, observamos que os estudantes se acostumaram a buscar respostas prontas por meio de aplicativos como PhotoMath, Wolfram Mathematica e outros. Embora não desencorajemos o uso desses aplicativos, implementamos uma abordagem mais abrangente, introduzindo avaliações que exigiam dos alunos não apenas as respostas calculadas do Quiz do Moodle, mas também a escrita sobre as estratégias de solução adotadas. Além disso, incentivamos a discussão entre os colegas, permitindo a exploração de diferentes estratégias de solução. Com essa abordagem, os estudantes foram capazes de aprofundar seu aprendizado, pois não estavam mais focados apenas nas respostas, mas também no processo que os levou à solução. Essa abordagem holística enriqueceu a compreensão dos alunos, incentivou o pensamento crítico e promoveu uma participação mais ativa em sua própria jornada de aprendizado.

Assim decidimos formar grupos em sala de aula com até 4 estudantes. A vantagem de um grupo com apenas 4 pessoas, conforme podemos ver no grafo da figura 6, é que ele permite uma interação mais eficiente e direta entre todos os membros, já que olhamos cada aresta do grafo como um canal de comunicação entre os membros do grupo. Em um grupo de tamanho reduzido, cada pessoa está conectada diretamente a todas as outras, formando uma estrutura de comunicação e colaboração mais simples. Isso facilita a troca de ideias, a tomada de decisões e a

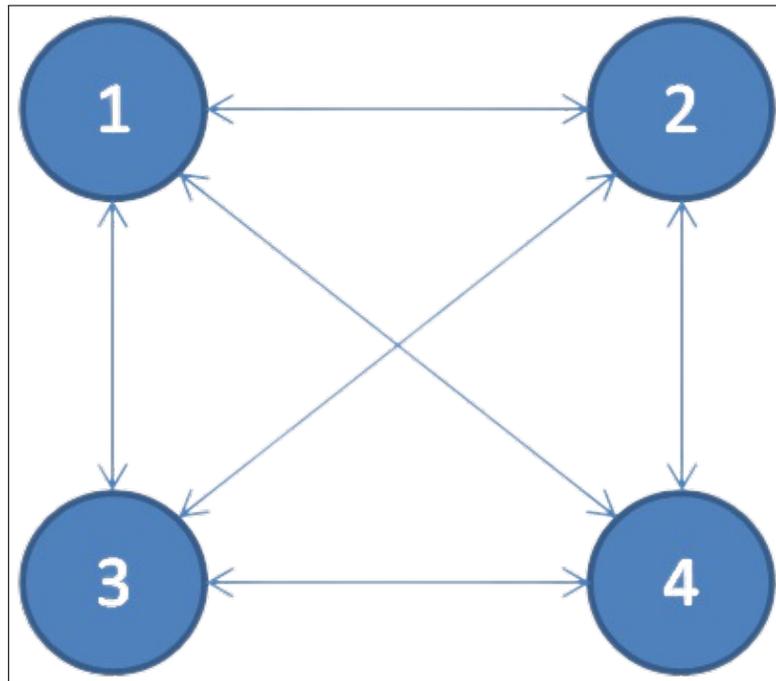
Figura 5 – Aplicativo Moodle



Fonte: Elaborado pelo autor

resolução de problemas, tornando o processo de aprendizagem mais dinâmico e ágil. Além disso, a menor quantidade de conexões em comparação com grupos maiores diminui a complexidade das interações e aumenta a coesão do grupo, facilitando a construção de relações mais próximas e produtivas, sem perder a diversidade de ideias.

Figura 6 – Grafo de 4 arestas



Fonte: Elaborado pelo autor

Não fomos rigorosos com a quantidade de alunos em cada grupo, permitimos até 3 estudantes em grupos que não conseguiram completar os 4 integrantes. Mas grupos de estudo com 2 pessoas já podem apresentar algumas desvantagens, então não foi permitida essa formação. A principal razão é a limitação da diversidade de perspectivas e habilidades. Com apenas duas pessoas, pode haver uma falta de variedade de ideias e abordagens, o que pode limitar a riqueza das discussões e a possibilidade de explorar diferentes pontos de vista. Além disso, a sobrecarga de trabalho também pode ser um problema, pois apenas duas pessoas precisam lidar com todas as tarefas e responsabilidades do grupo.

Por outro lado, grupos de estudo com 5 ou mais pessoas também podem enfrentar desafios. O aumento no tamanho do grupo pode levar a uma maior dificuldade de coordenação e comunicação efetiva. À medida que o número de membros aumenta, as interações podem se tornar mais complexas, tornando difícil garantir que todos tenham a oportunidade de participar ativamente e contribuir para o grupo. Além disso, quanto maior o grupo, maior a possibilidade de divisão em subgrupos menores ou de desorganização, o que pode prejudicar a eficácia geral

do grupo de estudo.

É importante destacar que essas desvantagens não são absolutas e podem variar dependendo do contexto e das características dos indivíduos envolvidos no grupo. A eficácia de um grupo de estudo não está apenas relacionada ao seu tamanho, mas também à dinâmica, ao engajamento dos membros e à qualidade das interações. No entanto, assumindo o desconhecimento do professor sobre as habilidades dos membros do grupo, a melhor estratégia é adotar o número 3 ou 4, como um número ideal para a iniciar a interação entre os estudantes.

Foi visto na aprendizagem ativa uma oportunidade para correção dos problemas de aprendizagem que surgiram no uso do Moodle como complemento da sala de aula. Antes os alunos demonstravam apenas interesse em pontuar nas atividades do Moodle, e isso fazia com que eles negligenciassem a escrita e não focassem na elaboração de estratégias para a solução dos problemas, mas focassem em estratégias diversas para pontuar na plataforma. Isso fazia com que o conhecimento adquirido não amadurecesse na mente do estudante, e ele desenvolvia uma dinâmica de estudos que tornava os conceitos descartáveis. Após a aprendizagem ativa, essa visão mudou, e os alunos despertaram para um interesse genuíno por desenvolver estratégias para resolver problemas, o que gerou uma perspectiva de que os conceitos apresentados são mais duráveis, e devem ser guardados para aumentar o repertório de estratégias.

4.4 Análise de Dados

Para análise do desempenho das turmas fizemos uso do índice de retenção e da taxa de aprovação. Os dados foram extraídos do sistema SIGAA, normalizados e calculados segundo as equações abaixo:

$$IR = \left(1 - \frac{R + RF + TR}{T} \right) * 100 \quad (4.1)$$

$$TAPV = 100 - IR \quad (4.2)$$

Em que os termos das equações acima seguem a seguinte legenda:

IR	Índice de retenção
R	Alunos Reprovados
RF	Alunos Reprovados por Falta
TR	Alunos que Trancaram a disciplina
T	Total de alunos da turma
TPAV	Taxa de Aproveitamento

O índice de retenção é uma métrica que avalia a capacidade de manter os alunos na disciplina para o próximo semestre, ou seja, reter o aluno, seja por reprovação, seja por trancamento. Esse índice é calculado como a porcentagem dos alunos que reprovaram por nota, reprovaram por falta ou trancaram a disciplina em relação a quantidade de alunos matriculados na turma. Para calcular o índice de retenção, a recomendação é considerar os alunos que foram reprovados por falta como parte dos que não se mantiveram matriculados. Isso significa que eles seriam incluídos no denominador da fórmula do índice de retenção, que é o número total de alunos inicialmente matriculados. O mesmo é válido para os alunos que trancaram a disciplina.

A taxa de aproveitamento é 100% subtraído do índice de retenção. A taxa de aproveitamento demonstra a porcentagem de alunos que se matricularam na disciplina e efetivamente foram aprovados.

Além disso fizemos uso do cálculo da taxa de aprovação, que é feito dividindo o número de alunos que obtiveram aprovação na disciplina pelo número total de alunos retidos na mesma disciplina e, em seguida, multiplicando o resultado por 100 para obter a porcentagem. O número da taxa de aprovação pode ser superior ou igual ao número apresentado na taxa de aproveitamento, nunca inferior, pois no cálculo da taxa de aprovação o número de trancamentos da disciplina e reprovados por falta é descartado. Esse número, portanto, mostra a porcentagem de alunos que foram efetivamente aprovados daqueles que permaneceram matriculados na disciplina e frequentando as aulas.

A fórmula para calcular a taxa de aprovação é a seguinte:

$$TA = \frac{AP}{R+AP} * 100 \quad (4.3)$$

Em que os termos da equação acima seguem a seguinte legenda:

TA	Taxa de aprovação
AP	Alunos Aprovados
R	Alunos Reprovados

A taxa de aprovação é uma métrica importante para avaliar o desempenho acadêmico dos alunos em uma disciplina específica. Ela permite quantificar e comparar o sucesso dos alunos em obter aprovação em relação ao número total de alunos matriculados.

A importância desse cálculo reside em alguns pontos-chave:

- Avaliação do desempenho do curso: A taxa de aprovação fornece uma medida objetiva do quão bem os alunos estão se saindo em uma disciplina. Ela permite avaliar se o curso está sendo eficaz na preparação dos alunos para alcançarem os objetivos de aprendizagem estabelecidos.
- Identificação de áreas problemáticas: Uma taxa de aprovação baixa pode indicar a existência de problemas na forma como o conteúdo está sendo ensinado, nas estratégias de avaliação utilizadas ou na qualidade do suporte oferecido aos alunos. Ao identificar áreas com taxas de aprovação abaixo do desejado, é possível direcionar esforços para melhorar a qualidade do ensino.
- Monitoramento do progresso do aluno: A taxa de aprovação permite acompanhar o progresso dos alunos ao longo do tempo e comparar o desempenho de diferentes grupos ou turmas. Isso ajuda a identificar tendências e fazer ajustes necessários no currículo, nas abordagens pedagógicas e nas políticas acadêmicas.
- Indicação de sucesso educacional: Uma taxa de aprovação alta é um indicativo de que os alunos estão assimilando o conteúdo e atingindo os critérios estabelecidos para o sucesso acadêmico. Isso é importante tanto para os alunos individualmente quanto para a instituição de ensino como um todo, pois reflete a qualidade do ensino e a capacidade de promover resultados positivos.

Portanto, o cálculo da taxa de aprovação fornece informações valiosas para monitorar o progresso dos alunos, identificar áreas problemáticas e aprimorar a qualidade do ensino. É uma medida fundamental para avaliar o sucesso e o impacto do ensino em uma disciplina específica.

Além de tudo, analisamos os resultados de testes semanais ofertados aos alunos. Os testes consistiam em questões calculadas usando a ferramenta quiz do Moodle para avaliar o entendimento dos alunos ao conteúdo semanal abordado. Os testes em questão foram realizados no período de 20 de março de 2023 a 23 de maio de 2023 nas turmas de Cálculo Diferencial e Integral II e Cálculo Vetorial e poderiam, a critério do aluno, serem repetidos, pois o quiz do Moodle geraria questões diferentes e não haveria a possibilidade de memorizar a resposta das questões.

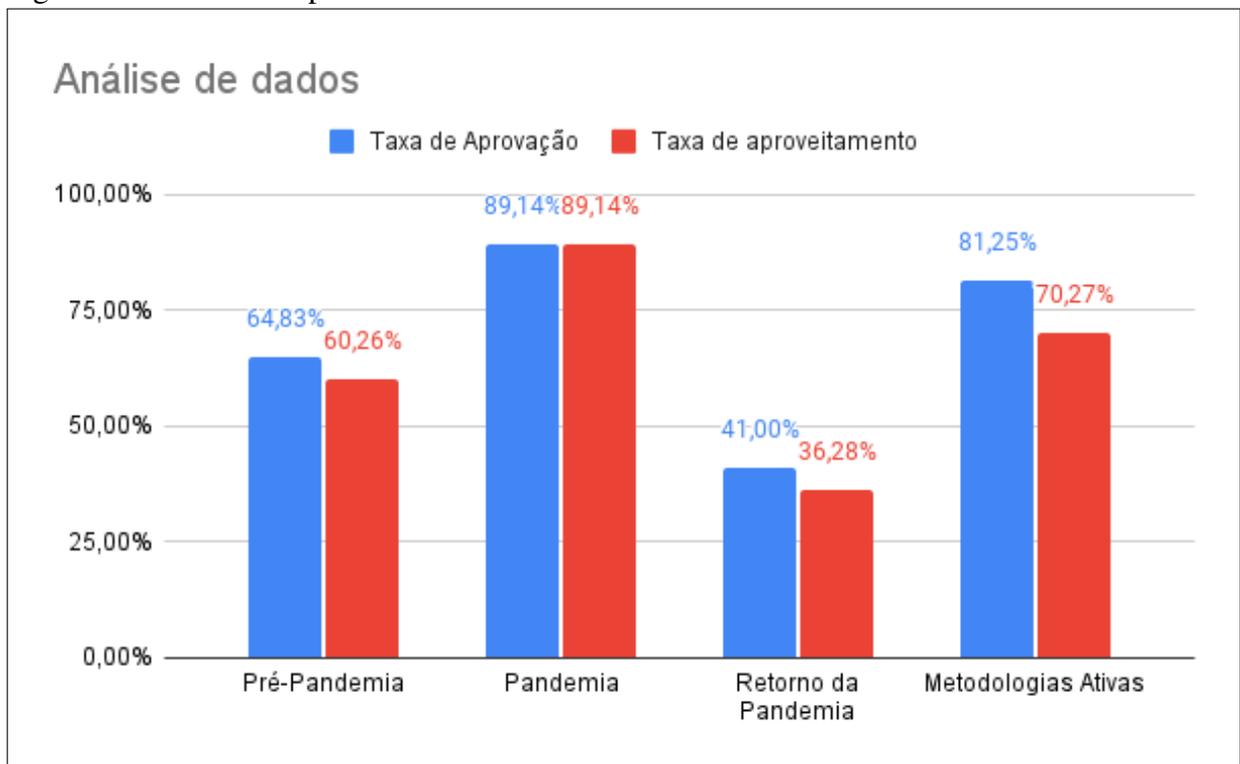
5 RESULTADOS

Os resultados obtidos pelo presente estudo podem ser classificados em dois diferentes tipos: a criação do produto alvo do estudo e a análise dos dados estatísticos do desempenho ao longo das transições enfrentadas durante o estudo.

5.0.1 Resultados da Análise Estatística do Desempenho dos Alunos ao Longo das Transições

Podemos observar no gráfico 7 a porcentagem de aprovação dos alunos em 4 diferentes períodos:

Figura 7 – Gráfico de aproveitamento de turmas



Fonte: Elaborado pelo autor

1. Pré-pandemia – Período que compreende os períodos letivos de 2013.2 a 2019.2 (amostra de 312 estudantes). Neste período, não haviam recursos de ensino remoto para os estudantes, apesar do professor já ter iniciado a testes de algumas ferramentas, tais como testes online, não podemos considerar que houve uma aplicação plena de atividades online durante este período.
2. Pandemia – Período em que as aulas tiveram de ser todas remotas por conta do período pandêmico e que houve a adoção do Moodle LMS, que compreende os períodos de 2020.2

a 2021.2 (amostra de 396 estudantes). Neste período, houve uma aplicação plena de atividades remotas. Além de vídeos aulas nos modelos síncronos e assíncronos, sem qualquer interação entre os estudantes, devido as restrições sanitárias aplicadas por estados e municípios.

3. Retorno da pandemia – Primeiro semestre pós pandemia com aulas presenciais, que é o semestre 2022.1 (amostra de 113 estudantes). Os alunos retornam as aulas presenciais, depois de dois anos habituadas as aulas remotas. Neste período, eles tiveram várias experiências com aplicativos, e construções de hábitos que tornaram difíceis o aprendizado da matemática.
4. Moodle com aprendizagem ativa em sala de aula – Período que compreende o semestre 2022.2 (amostra de 111 estudantes). Neste período, o professor faz os primeiros testes da metodologia ativa, tentando instalar novos hábitos de estudos que permitissem o nivelamento das turmas.

Durante o período de pandemia, com a adoção do Moodle, houve um aumento significativo no número de aprovações nas disciplinas estudadas, atingindo 89,14%. No retorno ao ensino presencial, após o fim da pandemia, o uso contínuo do Moodle LMS resultou em uma queda acentuada nas taxas de aprovação, ficando bem abaixo do período pré-pandemia, com 36,28% em comparação com 60,26% anteriormente.

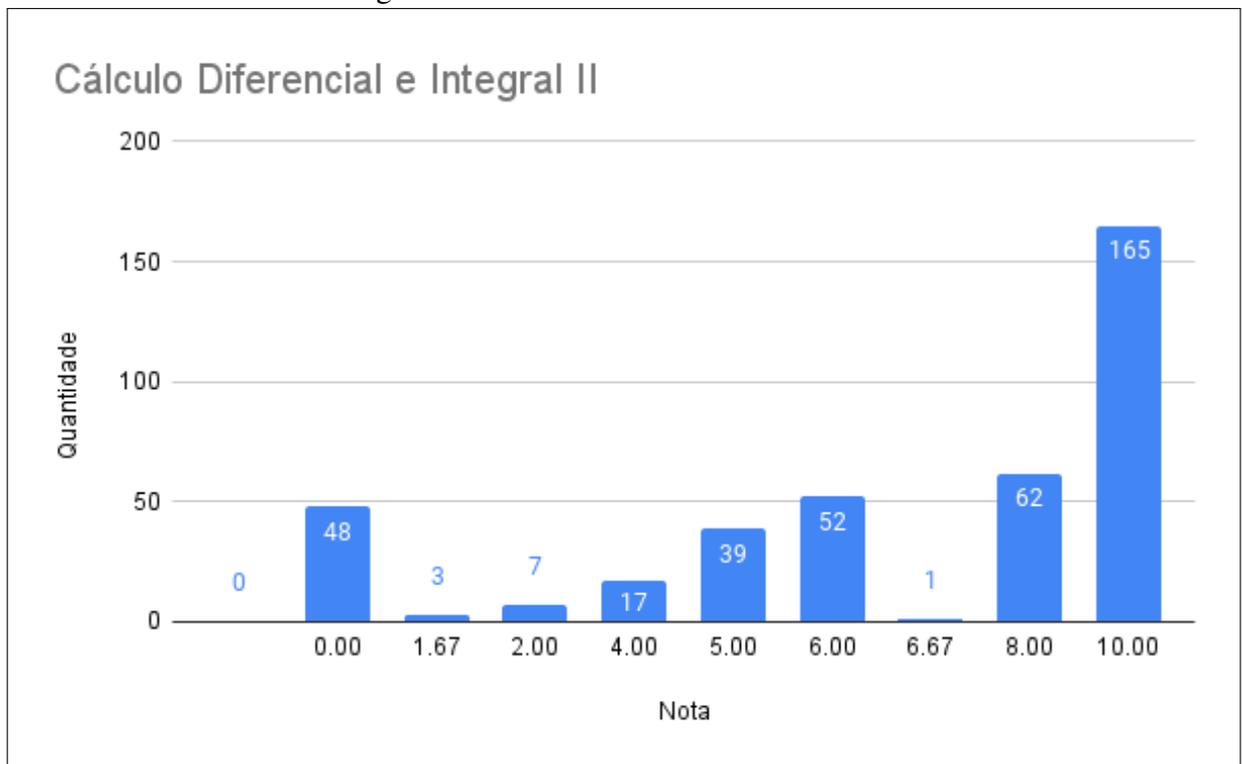
Esse fenômeno pode ser atribuído à transição nos métodos de avaliação. Durante a pandemia, as provas eram realizadas em casa, com prazos de 72 horas. Embora os alunos não pudessem copiar as respostas uns dos outros, devido à funcionalidade de cálculo de provas com respostas diferentes e randomizadas no Moodle, o tempo disponível para fazer a prova exigia menos treinamento e habilidades para obter bons resultados.

Para melhorar esses números, a aprendizagem ativa foi adotada em sala de aula como complemento ao Moodle LMS no período seguinte, resultando em um aumento nas taxas de aprovação acima dos níveis pré-pandemia, alcançando 70,27% em comparação com os 60,26% anteriores.

Ao comparar a taxa de aprovação com a taxa de aproveitamento, observa-se que a taxa de aprovação é ligeiramente mais alta, exceto durante a pandemia, quando essas duas taxas se igualam. Isso ocorre devido à ausência de restrições físicas para a frequência virtual durante a pandemia. Assim, os alunos não abandonavam os cursos, pois podiam facilmente participar das aulas online, mesmo que não estivessem realmente acompanhando o conteúdo.

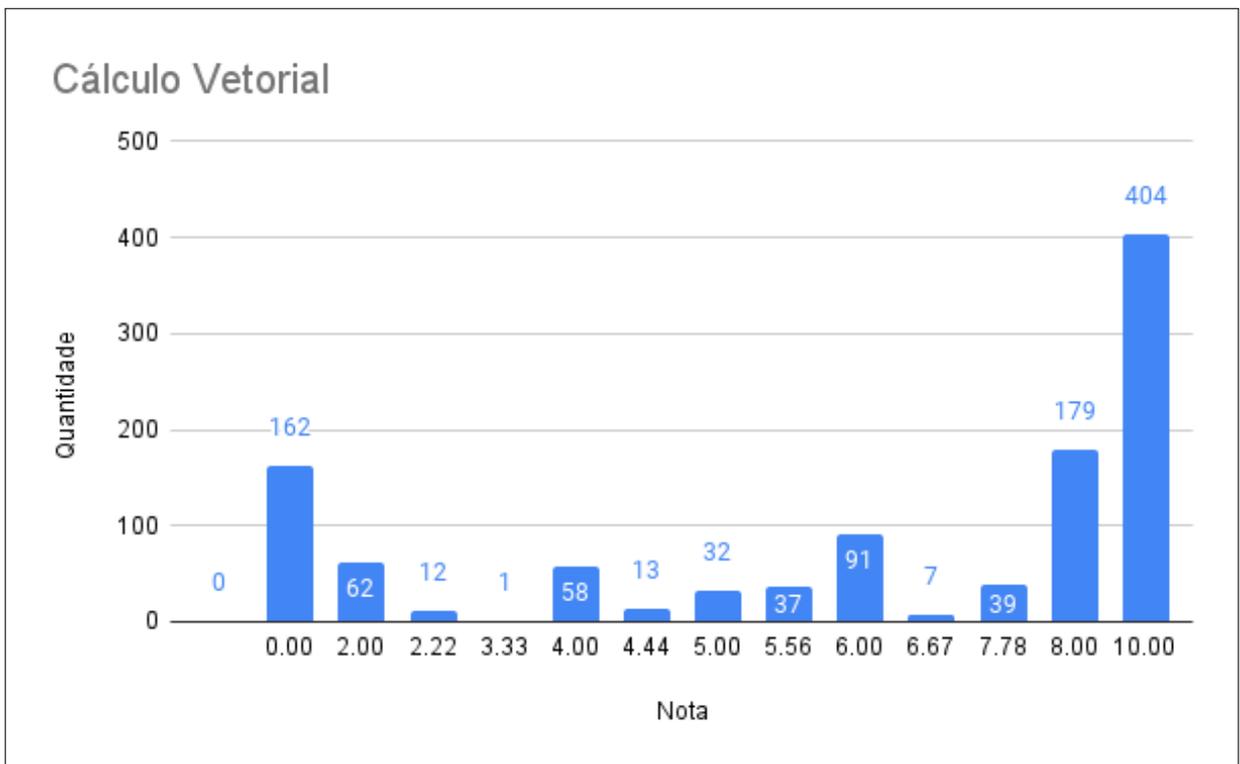
A análise do desempenho dos estudantes também pode ser conferida nos testes semanais: Figuras 8 e 9. Foram realizadas ao todo 1491 testes no período de 20 de março de 2023 a 23 de maio de 2023, sendo 1097 testes realizados pela turma de Cálculo Vetorial e 394 pelos alunos de Cálculo Diferencial e Integral II. Para haver equilíbrio nos dados foram considerados apenas os testes completos, ou seja, aqueles que o aluno terminou dentro do tempo disponibilizado na plataforma. No gráfico exibido, o eixo x representa os valores da variável aleatória (notas de 0 até 10) e o eixo y representa a frequência de alunos correspondente a cada nota, ou seja, a quantidade de alunos que conquistaram aquela nota nos testes semanais. Percebemos que o histograma tem uma forma crescente à medida que os intervalos aumentam, ou seja, que a nota em cada teste se aproxima de 10. Em termos de interpretação, as curvas no gráfico significam que os valores mais próximos de 10 têm uma probabilidade maior de ocorrer do que valores mais distantes. Isso ocorre porque as repetições aumentam as chances de sucesso do estudante em cada teste. Desta forma, podemos ver que os alunos estão alcançando boas notas nos testes no prazo de uma semana.

Figura 8 – Histograma da frequência de notas de 0 a 10 dos testes semanais obtidas pelos alunos de Cálculo Diferencial e Integral II



Fonte: Elaborado pelo autor

Figura 9 – Histograma da frequência de notas de 0 a 10 dos testes semanais obtidas pelos alunos de Cálculo Vetorial



Fonte: Elaborado pelo autor

6 CONCLUSÕES E TRABALHOS FUTUROS

Em conclusão, o presente estudo evidencia os efeitos da adoção do Moodle LMS durante o período de pandemia, bem como sua continuidade no retorno ao ensino presencial, sobre as taxas de aprovação nas disciplinas estudadas. Durante a pandemia, observou-se um aumento expressivo no número de aprovações, atribuído principalmente à flexibilidade dos prazos e à possibilidade de realização das provas em casa. No entanto, com o retorno ao ensino presencial, houve uma queda significativa nas taxas de aprovação, abaixo dos níveis pré-pandemia.

A introdução da aprendizagem ativa em sala de aula como complemento ao Moodle LMS no período seguinte resultou em um aumento substancial nas taxas de aprovação, superando os valores pré-pandemia. Essa abordagem combinada demonstrou ser eficaz no engajamento dos alunos e no aprimoramento de suas habilidades de aprendizagem.

Além disso, a comparação entre as taxas de aprovação e as taxas de aproveitamento revelou uma tendência geral de taxas de aprovação ligeiramente mais altas, com exceção do período de pandemia, em que as duas taxas se igualaram. Essa diferença pode ser atribuída à facilidade de acesso e participação nas aulas virtuais durante a pandemia, independentemente do efetivo envolvimento dos alunos com o conteúdo.

Os resultados deste estudo ressaltam a importância da utilização de plataformas de ensino online, como o Moodle, juntamente com abordagens pedagógicas inovadoras, como a aprendizagem ativa, para promover melhores resultados acadêmicos. No entanto, é fundamental considerar o equilíbrio entre a flexibilidade proporcionada por essas tecnologias e a necessidade de garantir a efetiva participação e aprendizado dos alunos, especialmente durante períodos de transição entre ensino remoto e presencial.

No entanto, embora a tecnologia possa oferecer benefícios e facilitar a resolução de atividades, é necessário avaliar se ela está sendo utilizada de maneira adequada e eficaz para promover um aprofundamento real no conhecimento. Muitas vezes, os aplicativos podem fornecer respostas prontas ou soluções rápidas, o que pode desestimular os alunos a explorarem conceitos de forma mais abrangente e a aprofundarem sua compreensão.

Além disso, a simples obtenção de notas altas nos testes não garante que os alunos estejam realmente compreendendo os conceitos subjacentes ou desenvolvendo habilidades críticas, como raciocínio lógico, análise e síntese. O foco excessivo nas notas pode levar os estudantes a se concentrarem apenas em obter respostas corretas, sem uma compreensão profunda

dos princípios e fundamentos do cálculo diferencial e integral.

Para uma avaliação mais completa do aprendizado dos alunos, é necessário considerar outros fatores, como a participação ativa nas aulas, a capacidade de aplicar o conhecimento em situações práticas, o envolvimento em projetos e discussões em grupo, entre outros. Essas abordagens incentivam a reflexão, a colaboração e a exploração de diferentes perspectivas, promovendo um aprendizado mais significativo e duradouro.

Portanto, é essencial adotar uma abordagem crítica na análise dos resultados e considerar que as notas altas por si só não são um indicador suficiente do desenvolvimento do aprendizado. É necessário ir além das soluções superficiais fornecidas pela tecnologia e buscar estratégias que estimulem a compreensão aprofundada, o pensamento crítico e a aplicação do conhecimento em contextos relevantes. Dessa forma, podemos garantir que os estudantes estejam verdadeiramente absorvendo os conceitos e desenvolvendo habilidades valiosas para seu crescimento acadêmico e profissional.

Diante disso, novas pesquisas são encorajadas para explorar estratégias adicionais que possam otimizar o uso do Moodle LMS e a implementação de abordagens pedagógicas adequadas, visando aprimorar o desempenho dos estudantes e garantir uma experiência de aprendizagem abrangente e eficaz. É importante também para futuras pesquisas aplicar outros métodos de avaliação de aprendizagem para avaliação da eficácia dos métodos adotados nessa pesquisa.

REFERÊNCIAS

- ABAR, C. Um ambiente dinâmico no ensino e aprendizagem de conteúdos matemáticos. SOAREM, 2010.
- ABIO, G. Importancia del feedback automático como apoyo al aprendizaje en el moodle. **Texto Livre**, v. 3, n. 2, p. 33–44, 2010.
- ALEMÁN, L. **Teaching & Learning**. 2023. Teaching Learning Lab. Disponível em: <https://tll.mit.edu/about/teaching-learning/>.
- ALLELA, M. Introduction to microlearning. Commonwealth of Learning (COL), 2021.
- ALLY, M. Foundations of educational theory for online learning. **Theory and practice of online learning**, v. 2, p. 15–44, 2004.
- ALMEIDA, W. Q. Dificuldades dos alunos no aprendizado de cálculo diferencial e integral i: uma reflexão. **Monografia apresentada ao Curso de Especialização em Matemática para Professores: Ênfase em Cálculo do Instituto de Ciências Exatas da Universidade Federal de Minas Gerais**, 2016.
- AUROUX, D. **Multivariable Calculus**. 2010. MIT OpenCourseWare. Disponível em: <https://ocw.mit.edu/courses/18-02sc-multivariable-calculus-fall-2010/>.
- BERNARDO, M. d. R. M. Uma experiência de ensino de macroeconomia em e-learning: como utilizar a ferramenta quiz da plataforma moodle. **I Encontro de Reflexão e Partilha Pedagógica em Ciências Sociais (ER2PS). Desafios para a Geração Millennium**, 2019.
- BLASS, L.; IRALA, V. B. O uso da aprendizagem baseada em problemas (pbl) como metodologia de ensino em aulas de cálculo numérico. **Revista de educação matemática**, v. 17, p. e020035–e020035, 2020.
- BRASIL. Decreto nº 9.057, de 25 de maio de 2017. **Diário Oficial da República Federativa do Brasil**, Brasília, DF, 2017. ISSN 1677-7042. Regulamenta o art. 80 da Lei nº 9.394, de 20 de dezembro de 1996, que estabelece as diretrizes e bases da educação nacional. Disponível em: https://www.planalto.gov.br/ccivil_03/_Ato2015-2018/2017/Decreto/D9057.htm.
- BRASIL. Lei nº 14.040, de 18 de agosto de 2020. **Diário Oficial da República Federativa do Brasil**, Brasília, DF, 2020. ISSN 1677-7042. Estabelece normas educacionais excepcionais a serem adotadas durante o estado de calamidade pública reconhecido pelo Decreto Legislativo nº 6, de 20 de março de 2020; e altera a Lei nº 11.947, de 16 de junho de 2009. Disponível em: <https://www.in.gov.br/en/web/dou/-/lei-n-14.040-de-18-de-agosto-de-2020-272981525>.
- BRASIL. Portaria nº 544, de 16 de junho de 2020. **Diário Oficial da República Federativa do Brasil**, Brasília, DF, 2020. ISSN 1677-7042. Dispõe sobre a substituição das aulas presenciais por aulas em meios digitais, enquanto durar a situação de pandemia do novo coronavírus - Covid-19, e revoga as Portarias MEC nº 343, de 17 de março de 2020, nº 345, de 19 de março de 2020, e nº 473, de 12 de maio de 2020. Disponível em: <https://www.in.gov.br/en/web/dou/-/portaria-n-544-de-16-de-junho-de-2020-261924872>.
- CARVALHO, M. C. F. de; CARVALHO, C. F. de. A utilização da plataforma moodle para motivar alunos nativos digitais, no ensino universitário presencial. **Libros Universidad Nacional Abierta ya Distancia**, p. 123–131, 2016.

CETIC.BR. **Resumo Executivo - Pesquisa sobre o uso das Tecnologias de Informação e Comunicação nos domicílios brasileiros - TIC Domicílios 2021**. [S. l.]: Cetic.br|NIC.br, 2022. <http://bit.ly/pesquisa-tecnologias-2021>.

CORNEJO-VELAZQUEZ, E.; CLAVEL-MAQUEDA, M.; PEREZ-LOPEZ-PORTILLO, H.; LYUBIMOVA, E. Business model of learning platforms in sharing economy. **Electronic Journal of e-Learning**, ERIC, v. 18, n. 1, 2020.

CRUZ, E. P. F.; GOMES, G. R. R.; FILHO, E. T. A. Microlearning como uma nova abordagem tecno-pedagógica: uma revisão. **Research, Society and Development**, v. 11, n. 6, p. e47611629548–e47611629548, 2022.

DOUGIAMAS, M.; TAYLOR, P. Moodle: Using learning communities to create an open source course management system. In: ASSOCIATION FOR THE ADVANCEMENT OF COMPUTING IN EDUCATION (AACE). **EdMedia+ innovate learning**. [S. l.], 2003. p. 171–178.

EXAME. 2021. Disponível em: <https://exame.com/brasil/95-dos-alunos-saem-do-ensino-medio-sem-conhecimento-adequado-em-matematica/>.

FLECK, L.; TAVARES, M. H. F.; EYNG, E.; HELMANN, A. C.; ANDRADE, M. A. d. M. Redes neurais artificiais: Princípios básicos. **Revista Eletrônica Científica Inovação e Tecnologia**, v. 1, n. 13, p. 47–57, 2016.

FONTES, L. S. **As metodologias ativas de aprendizagem e sua contribuição para o ensino de Cálculo Diferencial e Integral**. Tese (Doutorado) – Universidade de Brasília, Faculdade de Educação, Programa de Pós-Graduação em Educação, 2021. Disponível em: <https://www.repositorio.unb.br/handle/10482/42983>.

FRANK, J.; JONSSON, A.; MORRIS, R.; SMITH, D. E.; NORVIG, P. Planning and scheduling for fleets of earth observing satellites. In: **International Symposium on Artificial Intelligence, Robotics, Automation and Space**. [S. l.: s. n.], 2001.

GABRIELLI, S.; KIMANI, S.; CATARCI, T. The design of microlearning experiences: A research agenda (on microlearning). academia. edu, 2017.

GAMAGE, S. H.; AYRES, J. R.; BEHREND, M. B.; SMITH, E. J. Optimising moodle quizzes for online assessments. **International journal of STEM education**, SpringerOpen, v. 6, n. 1, p. 1–14, 2019.

GAMAGE, S. H. P. W.; AYRES, J. R.; BEHREND, M. B. A systematic review on trends in using moodle for teaching and learning. **International Journal of STEM Education**, SpringerOpen, v. 9, n. 9, 2022.

GONÇALVES, S. F.; SILVA, E. L.; NAVES, A. C. Uso da plataforma moodle como recurso de mediação pedagógica nos cursos de graduação da faculdade sulfluminense. **Revista Valore**, v. 4, p. 213–230, 2019.

HANDAYANTO, A.; SUPANDI, S.; ARIYANTO, L. Teaching using moodle in mathematics education. In: IOP PUBLISHING. **Journal of Physics: Conference Series**. [S. l.], 2018. v. 1013, n. 1, p. 012128.

HO, H. P. Auto scaling infrastructure for fit restaurant with nginx and docker. 2019.

JERISON, D. **Single Variable Calculus**. 2010. MIT OpenCourseWare. Disponível em: <https://ocw.mit.edu/courses/18-01sc-single-variable-calculus-fall-2010/>.

KAEHLING, L. P.; LITTMAN, M. L.; MOORE, A. W. Reinforcement learning: A survey. **Journal of artificial intelligence research**, v. 4, p. 237–285, 1996.

KITHULWATTA, W.; JAYASENA, K.; KUMARA, B.; RATHNAYAKA, R. Performance evaluation of docker-based apache and nginx web server. In: IEEE. **2022 3rd International Conference for Emerging Technology (INCET)**. [S. l.], 2022. p. 1–6.

LIMA, E. B. o cálculo diferencial e integral e a matemática do curso secundário. **Cad. CEDES, SciELO Brasil**, v. 41, n. 115, p. Sep–Dec, 2021.

LINDNER, M. What is microlearning. In: **Micromedia and Corporate Learning. Proceedings of the 3rd Microlearning 2007 Conference. Presented at the Microlearning**. [S. l.: s. n.], 2007. p. 52–62.

MARTINS, J. L. R.; MOURA, R. S. de; ROSSETO, L. P.; VALENTINO, M. F. N.; BRITO, O. A. d. F. A.; CASTRO, P. F. da S.; SOUSA, R. R. L. P. de; PEREIRA, R. A.; FILHO, R. O. de C.; BRITO, W. de A. Videoaulas em formato de microlearning–: Relato de experiência. **Anais do Seminário de Atualização de Práticas Docentes**, v. 4, n. 1, p. 79–82, 2022.

MATEUS-NIEVES, E.; MORENO, E. Use of microlearning as a strategy to teach mathematics asynchronously. **International Journal of Development Research**, v. 11, n. 3, p. 44984–44990, 2021.

MIRANDA, D. F. de; LAUDARES, J. B. Informatização no ensino da matemática: investindo no ambiente de aprendizagem. **Zetetiké**, v. 15, n. 1, p. 71–88, 2007.

MORAVCIK, M.; KONTSEK, M. Overview of docker container orchestration tools. In: IEEE. **2020 18th International Conference on Emerging eLearning Technologies and Applications (ICETA)**. [S. l.], 2020. p. 475–480.

MOURATO, F.; PITEIRA, M. Ferramentas de gamificação na plataforma moodle. **Revista Interacções**, v. 15, n. 52, p. 83–105, 12 2019. Disponível em: <https://revistas.rcaap.pt/interaccoes/article/view/18915>.

MUSCETTOLA, N.; DORAIS, G. A.; FRY, C.; LEVINSON, R.; PLAUNT, C.; NORVIG, P. A unified approach to model-based planning and execution. In: **Intelligent Agent Systems**. [S. l.: s. n.], 2000.

MYDIN, M. N. M.; ISMAIL, B.; RAJENDAR, K.; AHMAD, H.; KHALID, F. An operational view into docker registry with scalability, access control and image assessment. In: **Proceedings of the 7th International Conference on Engineering Technologies and Applied Sciences (ICETAS)**. IEEE. [S. l.: s. n.]. p. 45–50.

MYERS, B. R.; KEELER, J. S. Engineering education in canada and the cooperative electrical engineering program at the university of waterloo. **IRE Transactions on Education**, IEEE, v. 4, n. 2, p. 71–79, 1961.

NAIK, N. Performance evaluation of distributed systems in multiple clouds using docker swarm. In: IEEE. **2021 IEEE International Systems Conference (SysCon)**. [S. l.], 2021. p. 1–6.

- NGUYEN, P. A study on implementing moodle learning management system (lms) into the classroom. **Bulletin of Keiwa College**, n. 31, p. 95–108, 2022.
- NORVIG, P. Natural language corpus data. **Beautiful data**, O'Reilly Media, p. 219–242, 2009.
- OECD. **Education at a Glance 2023**. [S. n.], 2023. 472 p. Disponível em: <https://www.oecd-ilibrary.org/content/publication/e13bef63-en>.
- OLIVEIRA, M. C. A. de; RAAD, M. R. A existência de uma cultura escolar de reprovação no ensino de cálculo. **Boletim Gepem**, n. 61, p. 125–137, 2012.
- PASSOS, F. d.; DUARTE, F. R.; LEITE, A.; PEREIRA, P. J.; LEITE, T. N.; DONZELI, V. P. Análise dos índices de reprovações nas disciplinas cálculo i e geometria analítica nos cursos de engenharia da univasf. In: **XXXV Congresso Brasileiro de Educação em Engenharia–COBENGE**. [S. l.: s. n.], 2007.
- PEREIRA, L.; GUERREIRO, J. Evaluation on moodle lms data usage during the first wave of covid-19's pandemic. In: SPRINGER. **International Conference on Human-Computer Interaction**. [S. l.], 2021. p. 127–138. ISBN 978-3-030-78095-1.
- PEREIRA, M. V. C. Análise sobre os índices de reprovação nos cursos de cálculo i da ufersa. Universidade Federal Rural do Semi-Árido, 2018.
- PERES, A.; SILVA, F. da. Vamos viajar?—uma abordagem da aprendizagem baseada em problemas no cálculo diferencial e integral com alunos de engenharia. **Revista de Educação Matemática (REMat)**, Regional São Paulo, da Sociedade Brasileira de Educação Matemática, v. 16, n. 23, p. 449–469, 2019.
- PINHEIRO, G. D.; BOSCARIOLI, C. Metodologias ativas e o ensino de cálculo diferencial e integral i em cursos de engenharia—uma revisão da literatura. **Revista de Ensino de Engenharia**, v. 41, 2022.
- PINHEIRO, J. G.; ANJOS, H. J. R. dos; MARINHO, M. M.; MARINHO, G. S.; MENDES, F. R. D. S.; MARINHO, E. S. *et al.* Avaliação das ferramentas de desenvolvimento da presencialidade virtual, aprendizagem autônoma e colaborativa presentes no avá moodle. **Redin-Revista Educacional Interdisciplinar**, v. 7, n. 1, 2018.
- PIRES, P.; AVELAR, T. H.; SANTOS, T. N. dos. Metodologia ativa: uso do youtube para ensino-aprendizagem de cálculo diferencial e integral. **Conexão ComCiência**, v. 2, n. 1, 2022.
- POTDAR, A. M.; NARAYAN, D.; KENGOND, S.; MULLA, M. M. Performance evaluation of docker container and virtual machine. **Procedia Computer Science**, Elsevier, v. 171, p. 1419–1428, 2020.
- PRAKASH, S.; MUTHURAMAN, N.; ANAND, R. Short-duration podcasts as a supplementary learning tool: perceptions of medical students and impact on assessment performance. **BMC medical education**, BioMed Central, v. 17, n. 1, p. 1–14, 2017.
- RAD, B. B.; BHATTI, H. J.; AHMADI, M. An introduction to docker and analysis of its performance. **International Journal of Computer Science and Network Security (IJCSNS)**, International Journal of Computer Science and Network Security, v. 17, n. 3, p. 228, 2017.
- REZENDE, W. M. O ensino de cálculo: dificuldades de natureza epistemológica. **Linguagem, Conhecimento, Ação—ensaios epistemologia e didática**. Escrituras: São Paulo, 2003.

- RIS-ALA, R. **Fundamentos de Aprendizagem por Reforço**. [S. l.]: Rafael Ris-Ala, 2023.
- RODRIGUES, H. W.; BIRNFELD, C. A. **Educação remota em tempos de pandemia e pós-pandemia:: legislação aplicável, aulas remotas e retomada das atividades presenciais na Educação Superior**. [S. l.]: Habitus, 2022.
- RODRIGUES, J. R. A. **iQuiz: ambiente de autoria para avaliação do aprendizado no Moodle**. Tese (Doutorado) – Universidade de São Paulo, 2014.
- ROSA, C. de M.; ALVARENGA, K. B.; SANTOS, F. F. T. dos. Desempenho acadêmico em cálculo diferencial e integral: um estudo de caso. **Revista Internacional de Educação Superior**, v. 5, p. e019023–e019023, 2019.
- RUBI, G. L. Metodologias ativas no ensino de cálculo: Desafios e oportunidades. **Revista de Ensino de Ciências e Matemática**, Universidade Federal do Rio Grande do Sul, v. 12, n. 3, p. 1–16, 2021.
- RUSSEL, S. J.; NORVIG, P. **Inteligência Artificial: uma abordagem moderna. 3ª edição**. [S. l.]: Rio de Janeiro, Brasil. Editora Elsevier, 2013.
- SANTOS, S. P. dos; MATOS, M. G. de O. O ensino de cálculo i no curso de licenciatura em matemática: obstáculos na aprendizagem. **Revista Eventos Pedagógicos**, v. 3, n. 3, p. 458–473, 2012.
- SILVA, F. J. *et al.* Segurança na web. **Ensaio e Ciência: Ciências Biológicas, Agrárias e da Saúde**, Kroton Educacional SA, v. 4, n. 1, p. 115–136, 2000.
- SOUZA, D. V. d.; FONSECA, R. F. d. Reflexões acerca da aprendizagem baseada em problemas na abordagem de noções de cálculo diferencial e integral. **Educação Matemática Pesquisa**, v. 19, n. 1, p. 197–221, 2017.
- SOUZA, S. C.; DOURADO, L. G. P. Aprendizagem baseada em problemas (abp): um método de aprendizagem inovador para o ensino educativo. Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Rio Grande do Norte, 2015.
- STARON, F. O monstro da reprovação em cálculo diferencial integral. **Anais do CONEX**, 2016. Disponível em: https://sites.uepg.br/conex/anais/anais_2016/anais2016/1329-4673-1-DR-mod.pdf.
- STYLIANIDES, A. **Mathematics Education : Faculty of Education**. 2023. University of Cambridge. Acessado em: 03 de Agosto de 2023. Disponível em: <https://www.educ.cam.ac.uk/courses/graduate/masters/themes/mathsed/>.
- TOH, T. L. School calculus curriculum and the singapore mathematics curriculum framework. **ZDM**, Springer, v. 53, p. 535–547, 2021.
- TORGERSON, C. What is microlearning? origin, definitions, and applications. **Microlearning in the Digital Age: The Design and Delivery of Learning in Snippets**, Routledge, p. 14–31, 2021.
- TORRES, P. L.; IRALA, E. A. F. Aprendizagem colaborativa: teoria e prática. **Complexidade: redes e conexões na produção do conhecimento**. Curitiba: Senar, p. 61–93, 2014.

VASCONCELOS, J. C.; LIMA, P. V. P. S.; ROCHA, L. A.; KHAN, A. S. Infraestrutura escolar e investimentos públicos em educação no brasil: a importância para o desempenho educacional. **Ensaio: Avaliação e Políticas Públicas em Educação**, Fundação CESGRANRIO, v. 29, n. 113, p. 874–898, 2021.

VIEIRA, D. d. O. L.; DRIGO, M. O. Dificuldades de ensino e aprendizagem em matemática no ensino superior na perspectiva de docentes e discentes. **Série-Estudos**, Educa, v. 26, n. 58, p. 323–340, 2021.

WAGNER, J. Dificuldades dos alunos no aprendizado de cálculo diferencial e integral 1. **Universidade Federal de Minas Gerais**, 2016.

ZAMPIROLI, F. D. A.; BATISTA, V. R.; PIMENTEL, E.; BRAGA, J. Facilitating the generation of parametric questions and their export to moodle. In: IEEE. **2021 IEEE Frontiers in Education Conference (FIE)**. [S. l.], 2021. p. 1–8.

ZARPELON, E. *et al.* **Análise do desempenho de alunos calouros de engenharia na disciplina de cálculo diferencial e integral I: um estudo de caso na UTFPR**. Dissertação (Mestrado) – Universidade Tecnológica Federal do Paraná, 2016.