



UNIVERSIDADE FEDERAL DO MARANHÃO
Fundação Instituída nos termos da Lei 5.152 de 21/10/1966 – São Luís – MA

Centro de Ciências Exatas e Tecnologia
Curso de Matemática – Licenciatura Plena

Jhonathan Felipe Da Silva Santos

AS METODOLOGIAS ATIVAS NO ENSINO DE CÁLCULO DIFERENCIAL E INTEGRAL NO CURSO DE MATEMÁTICA

São Luís – MA
2024

Jhonathan Felipe Da Silva Santos

AS METODOLOGIAS ATIVAS NO ENSINO DE CÁLCULO DIFERENCIAL E INTEGRAL NO CURSO DE MATEMÁTICA

Monografia (Trabalho de Conclusão de Curso)
apresentada à Coordenadoria dos cursos de
Matemática, da Universidade Federal do
Maranhão, como requisito parcial para obtenção
do grau de Licenciado em Matemática.

Curso de Matemática – Licenciatura Plena

Universidade Federal do Maranhão

Orientador: Prof. Me. Hilkias Jordão de Souza

SÃO LUÍS- MA

2024

Ficha gerada por meio do SIGAA/Biblioteca com dados fornecidos pelo(a) autor(a).
Diretoria Integrada de Bibliotecas/UFMA
Jhonathan Felipe Da Silva Santos

da Silva Santos, Jhonathan Felipe.

As metodologias ativas no ensino de cálculo
diferencial e integral no curso de matemática / Jhonathan
Felipe da Silva Santos. - 2024.

38 p.

Orientador(a): Hilkias Jordão de Souza.

Curso de Matemática, Universidade Federal do Maranhão,
Ufma, 2024.

1. Metodologias Ativas. 2. Ensino. 3. Matemática.
4. Cálculo. 5. . I. de Souza, Hilkias Jordão. II.
Título.

AS METODOLOGIAS ATIVAS NO ENSINO DE CÁLCULO DIFERENCIAL E INTEGRAL NO CURSO DE MATEMÁTICA

Monografia (Trabalho de Conclusão de Curso)
apresentada à Coordenadoria dos cursos de
Matemática, da Universidade Federal do Maranhão,
como requisito parcial para obtenção do grau de
Licenciado em Matemática.

Trabalho APROVADO em 20/09/2024, São Luís – MA.

Prof. Me. Hilkias Jordão de Souza
DEMAT/UFMA
Orientador

Prof^a. Dr. Kayla Rocha Braga
DEMAT/UFMA
Primeira Examinadora

Prof. Dr. Marcos Antonio Ferreira De Araujo
DEMAT/UFMA
Segundo Examinador

Ao Rei dos Reis, Toda a Glória!

Agradecimentos

Agradeço primeiramente ao Meu Deus, que até aqui tem me ajudado, me guardando e dando sabedoria para continuar a caminhada acadêmica e poder finalizá-la com êxito. À minha família que é meu suporte e minha base, ponto de apoio em todos os momentos da minha vida. Agradeço a minha namorada que sempre esteve comigo, nas lutas e desafios durante a formação, meu braço direito. Aos meus irmãos que sempre me motivaram, e me ajudaram a buscar o melhor de mim. Aos meu orientador e professores que juntos, tiveram um papel fundamental no processo do conhecimento.

“Aqueles que se sentem satisfeitos sentam-se e nada fazem.
Os insatisfeitos são os únicos benfeitores do mundo.”
(Walter S. Landor)

RESUMO

O ensino de Cálculo Diferencial e Integral é essencial nos cursos de Matemática, tanto pela sua relevância profissional quanto pelos desafios no ensino-aprendizagem. Recentemente, metodologias ativas têm sido exploradas como uma alternativa para melhorar a compreensão e o desempenho dos alunos, focando em torná-los protagonistas do próprio aprendizado e incentivando uma participação mais ativa na construção do conhecimento. O problema da pesquisa é: De que forma as metodologias ativas influenciam o processo de ensino na disciplina de Cálculo Diferencial e Integral no curso de Matemática? O objetivo geral permite compreender a importância do uso de metodologias ativas no ensino da disciplina de Cálculo Diferencial e Integral no curso de Matemática. Nesta perspectiva, a pesquisa considera que várias metodologias ativas são eficazes no ensino de Matemática, ajustando-se a diferentes contextos e necessidades. Essas práticas podem melhorar o desempenho acadêmico ao incentivar maior participação e compreensão dos conceitos. A metodologia desta pesquisa envolve uma revisão bibliográfica sistemática de estudos sobre o uso de metodologias ativas no ensino de Cálculo Diferencial e Integral. Serão examinados artigos, dissertações, teses e documentos relevantes para identificar práticas pedagógicas, avaliar seus efeitos e compreender as condições em que essas metodologias são mais eficazes. A revisão bibliográfica foi escolhida por permitir a análise de uma ampla gama de fontes, proporcionando uma visão abrangente sobre o tema.

Palavras-chave: Metodologias ativas. Ensino. Matemática. Cálculo

ABSTRACT

The teaching of Differential and Integral Calculus is essential in Mathematics courses, both for its professional relevance and the challenges it presents in the teaching-learning process. Recently, active methodologies have been explored as an alternative to improve students' understanding and performance, focusing on making them protagonists of their own learning and encouraging more active participation in the construction of knowledge. The research problem is: How do active methodologies influence the teaching process in the discipline of Differential and Integral Calculus in Mathematics courses? The overall objective is to understand the importance of using active methodologies in the teaching of Differential and Integral Calculus in Mathematics courses. From this perspective, the research considers that several active methodologies are effective in Mathematics education, adapting to different contexts and needs. These practices can enhance academic performance by encouraging greater participation and a deeper understanding of concepts. The methodology of this research involves a systematic literature review of studies on the use of active methodologies in the teaching of Differential and Integral Calculus. Articles, dissertations, theses, and relevant documents will be examined to identify pedagogical practices, assess their effects, and understand the conditions under which these methodologies are most effective. The literature review was chosen for its ability to compile and analyze a wide range of sources, providing a comprehensive view of the topic.

Keywords: Active methodologies. Teaching. Mathematics. Calculus.

SUMÁRIO

1 INTRODUÇÃO	9
2 METODOLOGIAS E O ENSINO DE MATEMÁTICA.....	11
2.1 METODOLOGIAS TRADICIONAIS E ATIVAS.....	11
2.2 METODOLOGIAS ATIVAS E O ENSINO DA MATEMÁTICA.....	15
3 O DESAFIO DO ENSINO DO CÁLCULO DIFERENCIAL E INTEGRAL NO BRASIL.....	19
3.1 IMPORTÂNCIA DO CÁLCULO NA FORMAÇÃO MATEMÁTICA	22
4 REVISÃO DAS METODOLOGIAS ATIVAS NO ENSINO DE CÁLCULO DIFERENCIAL E INTEGRAL.....	25
4.1 DESAFIOS E RESISTÊNCIAS A IMPLEMENTAÇÃO	29
4.2 METODOLOGIAS ATIVAS NO ENSINO DE CÁLCULO DIFERENCIAL E INTEGRAL.....	30
5 CONCLUSÃO.....	32
REFERÊNCIAS	35

1 INTRODUÇÃO

O ensino de Cálculo Diferencial e Integral tem se destacado como um componente fundamental no currículo dos cursos de Matemática, não apenas por sua importância na formação dos futuros profissionais, mas também pelos desafios que apresenta no processo de ensino-aprendizagem (Macêdo; Gregor, 2020). Nos últimos anos, a incorporação de metodologias ativas tem sido amplamente discutida como uma alternativa para melhorar a compreensão dos conceitos e o desempenho acadêmico dos alunos.

Diferentemente das abordagens tradicionais, as metodologias ativas colocam o estudante como protagonista de seu processo de aprendizado, promovendo uma participação mais efetiva e reflexiva na construção do conhecimento.

Nesta perspectiva, o presente trabalho visa responder a seguinte pergunta: "De que forma as metodologias ativas influenciam o processo de ensino na disciplina de Cálculo Diferencial e Integral no curso de Matemática?". Esta questão visa investigar a eficácia e a aplicabilidade de diferentes metodologias ativas no ensino dessa disciplina, buscando entender como elas contribuem para a melhoria do desempenho acadêmico e a compreensão dos conceitos por parte dos alunos.

Nesta perspectiva, a pesquisa parte da premissa de que existem diversas metodologias ativas eficazes para o ensino de Matemática, cada uma adequada a diferentes contextos e necessidades. Essas metodologias podem contribuir significativamente para a melhoria do desempenho acadêmico dos alunos, promovendo um envolvimento mais ativo no processo de aprendizagem e facilitando a compreensão dos conceitos. No entanto, a implementação dessas abordagens apresenta tanto vantagens quanto desafios, como a resistência à mudança e a falta de recursos no ambiente educacional.

Além disso, o objetivo geral desta pesquisa é compreender a importância do uso de metodologias ativas no ensino da disciplina de Cálculo Diferencial e Integral no curso de Matemática. Para alcançar o objetivo geral é necessário identificar as diferentes metodologias ativas aplicadas no ensino de Matemática, investigar os resultados de estudos que analisaram os impactos das metodologias ativas no desempenho acadêmico no curso de Matemática e examinar as vantagens e desafios sobre a implementação de metodologias ativas no contexto educacional de Matemática.

A nível social, a educação de qualidade é um direito fundamental e um dos principais meios para o desenvolvimento humano e social. Melhorar o ensino de Matemática, especificamente de disciplinas como Cálculo Diferencial e Integral, contribui para formar cidadãos mais críticos e capacitados a lidar com problemas complexos. Além disso, ao promover metodologias que engajem mais os alunos e aumentem o sucesso acadêmico, a pesquisa contribui para a redução de taxas de abandono escolar e para a construção de uma sociedade mais equitativa e inclusiva.

No âmbito pessoal, a pesquisa é motivada pelo interesse em inovar na prática docente, proporcionando aos futuros professores de Matemática ferramentas e estratégias que possam ser aplicadas em sala de aula para melhorar a experiência de ensino-aprendizagem. Este estudo representa uma oportunidade de contribuir para o desenvolvimento profissional dos docentes e para a melhoria da qualidade do ensino de Matemática.

A justificativa acadêmica reside na necessidade de aprofundar o conhecimento sobre as metodologias ativas no ensino de Matemática, um campo ainda em expansão e repleto de potencial para novas descobertas e aprimoramentos. Ao explorar as práticas pedagógicas ativas e seus efeitos no desempenho dos alunos, esta pesquisa visa preencher lacunas na literatura existente, oferecendo novas visões e recomendações para educadores e pesquisadores da área.

A metodologia desta pesquisa é baseada em uma revisão bibliográfica sistemática de estudos que exploram o uso de metodologias ativas no ensino de Cálculo Diferencial e Integral. Foram analisados artigos acadêmicos, dissertações, teses e outros documentos relevantes, com o objetivo de identificar práticas pedagógicas, avaliar seus impactos e entender as condições sob as quais essas metodologias são mais eficazes. A escolha da revisão bibliográfica como método de pesquisa se deve à necessidade de compilar e analisar um grande volume de informações de diferentes fontes para fornecer uma visão abrangente sobre o tema.

2 METODOLOGIAS E O ENSINO DE MATEMÁTICA

A educação matemática, especialmente no ensino superior, tem sido historicamente pautada por metodologias tradicionais de ensino. Essas abordagens, centradas no professor e com foco na transmissão direta do conhecimento, têm sido amplamente criticadas por sua limitação em promover a participação ativa e a construção de um aprendizado significativo por parte dos alunos.

Por outro lado, as metodologias ativas emergem como alternativas pedagógicas que visam transformar o aluno em protagonista do seu processo de aprendizagem, utilizando técnicas que incentivam a colaboração, o pensamento crítico e a resolução de problemas.

2.1 METODOLOGIAS TRADICIONAIS E ATIVAS

As metodologias tradicionais são caracterizadas por um ensino centrado no professor, em que a transmissão do conteúdo ocorre de forma unidirecional, ou seja, do professor para o aluno. Esse modelo, embora tenha sido predominante por muitos anos, apresenta limitações significativas no desenvolvimento de habilidades críticas e na aplicação prática do conhecimento (Carvalho, et al. 2021).

Ainda que essa abordagem seja eficaz para a transmissão de grandes quantidades de informação em um curto período, ela muitas vezes falha em engajar os estudantes de forma significativa. Os alunos, neste modelo, são receptores passivos do conhecimento, o que pode resultar em um aprendizado superficial e na falta de habilidade para aplicar o que foi aprendido em contextos práticos (Kindel, 2012).

Além disso, a avaliação no contexto das metodologias tradicionais tende a ser focada em provas escritas e na memorização de fórmulas e procedimentos, sem necessariamente avaliar a compreensão profunda dos conceitos ou a capacidade dos alunos de resolver problemas complexos (Carvalho, et al. 2021).

A avaliação, portanto, é vista como uma forma de verificar o quanto o estudante conseguiu assimilar do conteúdo apresentado, com pouca ênfase na aplicação prática ou na construção do conhecimento de forma mais crítica e reflexiva. Dessa forma, a

aprendizagem se torna um processo mais mecânico, em que o sucesso do aluno é medido pela sua capacidade de memorizar e repetir (Carvalho et al. 2021).

Uma característica importante das metodologias tradicionais é a ênfase na disciplina e no controle do ambiente de aprendizagem. As aulas geralmente seguem uma estrutura fixa, com horários bem definidos e pouca flexibilidade. As interações entre professor e aluno são limitadas a momentos específicos, como perguntas diretas ou correções de atividades. Essa abordagem busca manter a ordem e a hierarquia dentro da sala de aula, reforçando o papel de autoridade do professor (Kindel, 2012).

No entanto, as metodologias tradicionais têm sido alvo de críticas nos últimos anos, especialmente com o surgimento de novas teorias pedagógicas que colocam o aluno no centro do processo de aprendizagem. A crítica principal é que, ao focar na transmissão unidirecional de conhecimento, essas metodologias deixam pouco espaço para a criatividade, a autonomia e o pensamento crítico (Carvalho, et al. 2021). Muitos educadores argumentam que o modelo tradicional pode não atender às demandas do século XXI, que requerem habilidades como resolução de problemas, colaboração e adaptabilidade.

Ainda assim, as metodologias tradicionais possuem suas vantagens em determinados contextos. Em áreas como matemática ou gramática, onde o domínio de regras e fórmulas é necessário, o ensino expositivo e a repetição podem ser eficazes. Além disso, elas oferecem uma estrutura clara que pode ser útil para alunos que precisam de mais orientação. No entanto, o equilíbrio entre métodos tradicionais e inovadores é essencial para promover uma educação mais completa e adaptada às necessidades individuais dos estudantes (Kindel, 2012).

No entanto, no século XIX, as metodologias ativas surgem a partir de movimentos pedagógicos que buscavam transformar o papel passivo do aluno no processo de aprendizagem, desafiando os modelos tradicionais que dominavam a educação desde o século XIX. A origem dessas metodologias está profundamente conectada às teorias educacionais de pensadores como John Dewey (1859 – 1952) que tinha uma teoria chamada educação progressiva, que tinha finalidade de educar a criança fisicamente, mentalmente e intelectualmente. Além disso, Maria Montessori e Paulo Freire defenderam uma abordagem mais participativa, crítica e contextualizada do ensino também.

Portanto, as metodologias ativas, por sua vez, são abordagens educacionais que colocam o aluno no centro do processo de aprendizagem, incentivando-o a ser um agente ativo na construção do seu próprio conhecimento. Ou seja, as metodologias ativas promovem uma participação mais dinâmica e colaborativa dos alunos. O objetivo é desenvolver habilidades como pensamento crítico, resolução de problemas, criatividade e autonomia, características essenciais no cenário contemporâneo, marcado pela constante evolução da informação e das tecnologias.

As metodologias ativas, por sua vez, buscam reverter essa lógica, promovendo uma aprendizagem mais participativa e significativa. Essas metodologias incluem práticas como a aprendizagem baseada em problemas (PBL), ensino híbrido, flipped classroom, o estudo de caso, a gamificação, entre outras, que têm como objetivo engajar os alunos em atividades que exigem mais do que a simples memorização de conteúdos (Borges; Alencar, 2014).

Essas metodologias também promovem uma mudança na função do professor, que se torna um mediador ou facilitador do aprendizado, orientando os alunos na busca por soluções e no desenvolvimento de suas habilidades. O foco está em criar um ambiente colaborativo e desafiador, onde os alunos possam discutir, argumentar e refletir criticamente sobre o conteúdo. Assim, a aprendizagem passa a ser um processo mais dinâmico, em que os alunos constroem o conhecimento de maneira ativa e participativa (Borges; Alencar. 2014).

Outro aspecto relevante das metodologias ativas é a sua flexibilidade em relação à avaliação. Em vez de provas tradicionais, que medem a memorização de conteúdo, a avaliação passa a ser contínua e diversificada, envolvendo projetos, apresentações, debates e autoavaliações. Essa abordagem permite uma análise mais abrangente das competências dos alunos, incluindo sua capacidade de aplicar o conhecimento em contextos práticos, trabalhar em equipe e resolver problemas complexos (Carvalho; Santos. 2022)

As metodologias ativas têm ganhado cada vez mais espaço na educação, especialmente em um mundo que exige novas competências dos alunos. Elas oferecem uma alternativa eficaz para preparar estudantes para os desafios da vida profissional e pessoal, pois estimulam habilidades que vão além do conteúdo teórico. Ao promoverem uma aprendizagem mais significativa e engajadora, essas metodologias respondem melhor às demandas de uma sociedade em constante

transformação, incentivando a formação de indivíduos mais autônomos, críticos e preparados para o futuro (Borges; Alencar, 2014).

Logo, é de suma importância um ensino centrado no aluno, em que ele é estimulado a participar ativamente da construção do conhecimento, seja através de discussões, projetos ou resoluções de problemas práticos. Essas metodologias são particularmente relevantes no ensino da matemática, uma vez que a simples exposição aos conceitos não é suficiente para que os alunos desenvolvam uma compreensão profunda e aplicável (Borges; Alencar, 2014).

Ao comparar as duas abordagens, é evidente que cada uma possui suas vantagens e limitações. Enquanto a metodologia tradicional permite uma cobertura mais ampla e sistemática dos conteúdos, as metodologias ativas oferecem uma profundidade maior na compreensão dos conceitos, além de promoverem habilidades fundamentais como a colaboração e o pensamento crítico (Macêdo; Gregor, 2020, p. 19).

Entretanto, a implementação das metodologias ativas não é isenta de desafios. Como mencionado por Macêdo e Gregor (2020), as metodologias ativas exigem uma mudança significativa na forma como os professores planejam e executam suas aulas, bem como na forma como os alunos estão acostumados a aprender. A resistência à mudança, a falta de recursos e o treinamento inadequado dos professores são obstáculos frequentes na transição para um modelo de ensino mais ativo.

Estudos citados por Borges e Alencar (2014) indicam que os alunos que participam de atividades ativas tendem a ter um desempenho superior em avaliações que exigem a aplicação prática dos conceitos, em comparação com aqueles que foram ensinados exclusivamente por métodos tradicionais. Além disso, as metodologias ativas contribuem para a motivação dos alunos, uma vez que tornam o aprendizado mais dinâmico e conectado a situações reais.

As metodologias ativas são caracterizadas pela centralização do aluno no processo de aprendizagem, promovendo uma maior interação, reflexão crítica e colaboração. Segundo Silva (2020), essas metodologias contrastam fortemente com os métodos tradicionais de ensino, que costumam ser unidirecionais e centrados no professor como o detentor do conhecimento. Em vez disso, as metodologias ativas

envolvem os alunos de maneira mais dinâmica, incentivando-os a participar ativamente da construção do conhecimento.

De acordo com Silva (2020) os principais princípios das metodologias ativas estão:

- Engajamento do aluno: Incentivar uma participação ativa no processo de aprendizagem.
- Aprendizagem colaborativa: Promover a cooperação e o trabalho em grupo.
- Aprendizagem baseada em problemas (PBL): Utilizar problemas reais e contextuais como ponto de partida para o aprendizado.
- Autonomia e responsabilidade: Estimular a autonomia dos alunos na gestão de seu próprio aprendizado.
- Uso de tecnologias: Integrar ferramentas tecnológicas para facilitar o acesso à informação e a colaboração.

Esses princípios refletem uma mudança paradigmática na educação, onde o aprendizado não é mais visto como uma mera absorção de informações, mas como um processo ativo de construção de conhecimento, contextualizado e significativo.

2.2 METODOLOGIAS ATIVAS E O ENSINO DA MATEMÁTICA

A discussão sobre as metodologias ativas no ensino da matemática está ganhando relevância significativa na literatura acadêmica, especialmente à medida que educadores e pesquisadores buscam maneiras eficazes de engajar os alunos e promover um aprendizado profundo e significativo.

De acordo com a hipótese central discutida no trabalho de Carvalho e Santos (2022, p. 9), o uso dessas metodologias é fundamental para o ensino de disciplinas complexas como o Cálculo Diferencial e Integral, pois

[...] elas permitem que os alunos construam seu próprio entendimento dos conceitos por meio da prática e da aplicação direta. Além disso, sugere-se que essas práticas têm um impacto positivo não só no desempenho acadêmico, mas também no desenvolvimento de habilidades de pensamento crítico e resolução de problemas.

A matemática, sendo uma disciplina que muitas vezes é vista como abstrata e desafiadora, pode se beneficiar enormemente de abordagens que envolvem os alunos em seu processo de aprendizagem. A aprendizagem ativa não só facilita a compreensão dos conceitos, mas também ajuda a reduzir a ansiedade e o medo associados à disciplina, tornando-a mais acessível e interessante para os estudantes (Kindel, 2012).

Em suma, a discussão entre metodologias tradicionais e ativas no ensino de Cálculo Diferencial e Integral revela que, embora as metodologias tradicionais tenham seu valor, especialmente em termos de organização e transmissão do conteúdo, as metodologias ativas oferecem uma abordagem mais eficaz para o desenvolvimento de habilidades profundas e aplicáveis. No entanto, a transição para essas novas metodologias requer um esforço concertado por parte das instituições educacionais, professores e alunos, a fim de superar os desafios e maximizar os benefícios do ensino ativo.

De acordo com Silva (2020), a sala de aula invertida, uma das metodologias mais estudadas, permite que os alunos tenham um primeiro contato com o conteúdo teórico em casa, através de vídeos e leituras, reservando o tempo de aula para atividades práticas e resolução de problemas. Isso não só melhora a compreensão dos conceitos, mas também promove a colaboração entre os alunos e o desenvolvimento de habilidades de resolução de problemas.

Segundo Oliveira (2019), a aprendizagem baseada em projetos como outra metodologia eficaz para o ensino da matemática. Essa abordagem permite que os alunos apliquem conceitos matemáticos em projetos do mundo real, desenvolvendo habilidades críticas, como resolução de problemas, pensamento crítico e colaboração. Os resultados empíricos indicam que os alunos que participam de projetos práticos demonstram uma maior capacidade de aplicar teorias matemáticas em situações reais, além de um aumento na motivação e no interesse pelas aulas de matemática.

A gamificação, outra abordagem mencionada por Santos (2021), utiliza elementos de jogos para tornar o aprendizado mais envolvente e motivador. Esta técnica tem mostrado resultados positivos em termos de engajamento dos alunos e no desenvolvimento de competências críticas.

A implementação prática das metodologias ativas pode variar dependendo do contexto e das necessidades dos alunos. A sala de aula invertida, por exemplo, tem sido implementada com sucesso em diversas escolas, onde os alunos relatam uma compreensão mais clara dos conceitos e um maior engajamento nas atividades práticas (Santos, 2023, p. 12).

Um exemplo citado por Neto et al. (2024) é a aplicação das metodologias ativas em uma escola de São Paulo, onde foi observado um aumento significativo no desempenho dos alunos em matemática. A implementação incluiu o uso da aprendizagem baseada em problemas (PBL), na qual os alunos foram desafiados a resolver questões matemáticas aplicadas a situações do cotidiano, promovendo maior compreensão dos conceitos abstratos.

A aprendizagem baseada em problemas (PBL) é outra metodologia que tem mostrado eficácia na prática. No estudo de caso apresentado por Neto et al. (2024), os alunos foram desafiados a resolver um problema real de otimização de custos em uma empresa fictícia, utilizando conceitos de álgebra linear. Esse tipo de atividade não apenas reforça a compreensão dos conceitos matemáticos, mas também desenvolve habilidades de pensamento crítico e trabalho em equipe.

Por fim, a gamificação e a aprendizagem baseada em projetos (PBL) também foram aplicadas com sucesso em diferentes contextos. A gamificação, por exemplo, foi utilizada em uma escola no Rio de Janeiro, onde se observou um aumento significativo na participação dos alunos e na retenção do conhecimento (Neto et al. 2024).

Atividades interativas e práticas tornam as aulas mais dinâmicas e atraentes, o que se traduz em um maior envolvimento dos alunos no processo de aprendizagem. Nogueira (2020) destaca que alunos que participam de metodologias ativas tendem a mostrar uma atitude mais positiva em relação ao aprendizado.

Outro benefício significativo é a melhora no desempenho acadêmico. A aplicação prática dos conceitos facilita a compreensão e a retenção do conhecimento, resultando em melhores resultados em avaliações. Rocha (2021) observa que alunos que participam de metodologias ativas obtêm melhores notas em avaliações de matemática em comparação com aqueles que seguem métodos tradicionais.

Além disso, as metodologias ativas promovem o desenvolvimento de habilidades críticas, como pensamento crítico, resolução de problemas e colaboração. Essas habilidades são fundamentais para o sucesso acadêmico e profissional, preparando os alunos para os desafios do século XXI (SILVA, 2020).

Apesar dos benefícios, a implementação das metodologias ativas no ensino da matemática enfrenta desafios significativos. A resistência à mudança é um dos principais obstáculos. Muitos educadores e instituições ainda estão presos a modelos tradicionais de ensino e podem resistir à adoção de novas abordagens pedagógicas. Carvalho (2020) argumenta que a resistência à mudança pode ser mitigada através de programas de formação continuada e de sensibilização sobre os benefícios das metodologias ativas.

A formação e capacitação dos professores também representam um desafio. Muitos professores não estão adequadamente preparados para implementar metodologias ativas, o que pode comprometer a eficácia dessas abordagens. Almeida (2021) destaca a necessidade de investir em formação continuada e desenvolvimento profissional para capacitar os educadores a utilizarem metodologias ativas de maneira eficaz.

Além disso, as metodologias ativas permitem que os professores adaptem as atividades ao ritmo e às necessidades de cada aluno, promovendo uma aprendizagem personalizada (ALMEIDA, 2021). O uso de softwares de tutoria inteligente pode ajudar a identificar as dificuldades individuais dos alunos e oferecer recursos específicos para superá-las, o que potencializa os resultados da aprendizagem.

A formação continuada e a colaboração entre educadores são aspectos cruciais para a implementação bem-sucedida das metodologias ativas. O desenvolvimento de comunidades de prática, onde os professores possam compartilhar experiências e estratégias, pode promover um ambiente de aprendizagem colaborativo e contínuo, essencial para a inovação pedagógica (Almeida, 2021, p. 21).

Para maximizar o impacto das metodologias ativas no ensino da matemática, é necessário continuar a pesquisa e o desenvolvimento dessas abordagens. Estudos longitudinais podem fornecer perspectivas valiosas sobre o impacto a longo prazo das metodologias ativas no desempenho acadêmico e no desenvolvimento pessoal dos alunos (SILVA, 2020). Por exemplo, acompanhar alunos ao longo de vários anos pode ajudar a avaliar como diferentes métodos e abordagens afetam os resultados educacionais e o desenvolvimento de habilidades ao longo do tempo.

Além disso, há uma necessidade de desenvolver modelos curriculares que incorporem metodologias ativas de maneira sistemática, garantindo coerência e

progressão dos conteúdos. Isso pode proporcionar uma aprendizagem estruturada e eficaz, alinhada com as demandas do século XXI (CARVALHO, 2020).

A investigação sobre o papel das novas tecnologias na facilitação e ampliação das metodologias ativas, especialmente em contextos de alta diversidade e desigualdade de acesso, também é uma área promissora para futuras pesquisas. Por meio de estudos contínuos e do aprimoramento das práticas pedagógicas, é possível promover um ensino da matemática que seja não apenas eficaz, mas também inovador e inclusivo (NETO, et al. 2024).

A adoção de metodologias ativas no ensino da matemática representa uma mudança significativa no paradigma educacional, com potencial para transformar a experiência de aprendizagem dos alunos. Embora a implementação dessas metodologias enfrente desafios, os benefícios são claros, incluindo um maior engajamento dos alunos, melhoria no desempenho acadêmico, e desenvolvimento de habilidades críticas (Santos, 2021).

Com investimento adequado em formação de professores, infraestrutura e recursos tecnológicos, as metodologias ativas podem desempenhar um papel crucial na preparação dos alunos para os desafios do século XXI, promovendo uma educação matemática inovadora, eficaz e inclusiva.

3 O DESAFIO DO ENSINO DO CÁLCULO DIFERENCIAL E INTEGRAL NO BRASIL

O ensino do Cálculo Diferencial e Integral (CDI) no Brasil enfrenta desafios substanciais, refletidos nos altos índices de reprovação e evasão observados em diversas instituições de ensino superior. Esses desafios estão associados a fatores como a complexidade dos conceitos matemáticos envolvidos, a pouca familiaridade dos alunos com abordagens abstratas e o ensino tradicional, que muitas vezes privilegia a memorização de fórmulas em detrimento da compreensão profunda dos princípios teóricos (Silva, 2020).

O ensino de CDI é uma parte essencial da formação em cursos de Engenharia, Física, Matemática e áreas correlatas. No entanto, conforme apontam Macêdo e Gregor (2020), a disciplina é marcada por uma alta taxa de reprovação e desistência,

o que levanta preocupações sobre a eficácia das metodologias empregadas e o preparo prévio dos estudantes. Esses índices elevados não são apenas estatísticas alarmantes, mas indicativos de um problema mais profundo que envolve tanto a metodologia de ensino quanto a preparação dos alunos antes de ingressarem no ensino superior.

Segundo Macêdo e Gregor (2020), é identificada uma série de fatores que contribuem para o baixo desempenho dos alunos em CDI. Um dos principais problemas é a deficiência nos conhecimentos básicos de Matemática, que são essenciais para a compreensão dos conceitos mais avançados de Cálculo. Conforme destacado pelos autores, muitos alunos chegam ao ensino superior com lacunas significativas em tópicos fundamentais, como funções, limites e derivadas, o que compromete o aprendizado de CDI.

Essa lacuna no conhecimento básico não é um problema isolado. De acordo com Rezende (2003), a natureza cumulativa e encadeada do conhecimento matemático significa que a falta de domínio em conceitos fundamentais pode impedir ou dificultar a compreensão de tópicos subsequentes. Esse é um dos fatores que levam ao elevado índice de reprovação em CDI, uma vez que os alunos são incapazes de acompanhar o ritmo das aulas e aplicar os conceitos de forma eficaz.

Outro desafio importante é a falta de recursos e infraestrutura adequada, especialmente em escolas públicas e em áreas rurais. A implementação eficaz das metodologias ativas muitas vezes requer recursos tecnológicos que nem sempre estão disponíveis. Santos (2021) sugere que políticas educacionais que incentivem o investimento em tecnologia e infraestrutura são necessárias para apoiar a adoção dessas metodologias.

Além disso, há também a questão da metodologia de ensino. Conforme argumentado por Freire (2011) em “Pedagogia da Autonomia”, o desafio do professor não é apenas transmitir o conhecimento, mas transformá-lo em algo acessível e compreensível para os alunos. No contexto do CDI, essa tarefa é ainda mais complexa devido à abstração dos conceitos envolvidos e à necessidade de uma sólida base matemática para o entendimento das aplicações práticas.

Para enfrentar essas dificuldades, a pesquisa sugere a implementação de estratégias pedagógicas que possam auxiliar os alunos na compreensão dos conceitos de CDI. Uma dessas estratégias é o uso de tecnologias digitais, como softwares matemáticos, que podem facilitar a visualização e a compreensão dos

conceitos de Cálculo. Santos e Macêdo (2020) destacam que o uso de ferramentas como GeoGebra e Winplot tem se mostrado eficaz na melhoria do aprendizado de funções transcendentais, permitindo aos alunos uma maior interação com o conteúdo e uma compreensão mais aprofundada dos conceitos.

Outro ponto relevante abordado pelos autores é a necessidade de se repensar as estratégias de ensino, indo além da tradicional exposição teórica e investindo em métodos que promovam a participação ativa dos alunos. A utilização de testes diagnósticos, por exemplo, permite identificar as dificuldades dos alunos desde o início do curso e adaptar o ensino às suas necessidades específicas, conforme sugerido por Bressan et al. (2009). Essa prática pode ser crucial para melhorar o desempenho dos alunos ao longo do curso.

A monitoria é outro aspecto abordado na pesquisa como uma ferramenta essencial para auxiliar os alunos na disciplina de CDI. Conforme mostram os dados coletados por Macêdo e Gregor (2020), os alunos que participaram de sessões de monitoria apresentaram melhorias significativas na compreensão dos conteúdos. Essa prática não só fornece um apoio adicional aos alunos, mas também cria um ambiente em que eles podem esclarecer suas dúvidas de maneira mais informal e direta.

Os resultados da pesquisa indicam que as monitorias são bem recebidas tanto por alunos quanto por professores, sendo vistas como um meio eficaz de reforçar o aprendizado e reduzir as taxas de reprovação. No entanto, para que essa estratégia seja realmente eficaz, é necessário que os monitores estejam bem preparados e que haja uma integração entre as atividades de monitoria e o currículo formal da disciplina.

Apesar das iniciativas mencionadas, o desafio de melhorar o ensino de CDI no Brasil é complexo e multifacetado. Os autores sugerem que uma solução abrangente deve incluir não apenas mudanças metodológicas, mas também uma revisão do currículo, com ênfase na necessidade de reforçar os conhecimentos matemáticos básicos antes de avançar para tópicos mais complexos.

Outra proposta é o fortalecimento da formação continuada dos professores, especialmente em relação ao uso de tecnologias educacionais e metodologias ativas de ensino. Essa formação é essencial para que os docentes possam adaptar suas práticas às necessidades dos alunos e às demandas de um ensino de qualidade no século XXI.

Além disso, é importante considerar o papel das políticas educacionais no suporte a essas mudanças. Investimentos em infraestrutura tecnológica, por exemplo, podem ser determinantes para a implementação de métodos de ensino mais interativos e eficazes. Da mesma forma, a promoção de uma cultura acadêmica que valorize o aprendizado contínuo e o desenvolvimento de competências críticas pode contribuir para a melhoria do ensino de CDI.

O estudo conduzido por Macêdo e Gregor (2020) é uma contribuição significativa para a compreensão dos desafios enfrentados no ensino de Cálculo Diferencial e Integral no Brasil. As dificuldades identificadas, que vão desde a preparação inadequada dos alunos até a necessidade de novas abordagens pedagógicas, refletem um problema sistêmico que requer uma abordagem integrada para sua solução.

A pesquisa destaca a importância de intervenções dinâmicas e adaptativas, que levem em conta as necessidades específicas dos alunos e utilizem recursos tecnológicos para facilitar o aprendizado. Além disso, enfatiza a necessidade de um esforço coletivo, envolvendo professores, alunos e gestores educacionais, para reverter os altos índices de reprovação e promover um ensino de CDI mais eficaz e inclusivo.

3.1 IMPORTÂNCIA DO CÁLCULO NA FORMAÇÃO MATEMÁTICA

A importância do Cálculo na formação matemática é inegável, não apenas pela sua presença obrigatória em diversos cursos superiores, mas também pela sua relevância no desenvolvimento do pensamento lógico e na aplicação de conceitos matemáticos em diferentes áreas do conhecimento.

Macêdo E Gregor (2020), em pesquisa, salienta que o ensino do Cálculo Diferencial e Integral (CDI) está intrinsecamente ligado ao avanço do conhecimento científico, desempenhando um papel crucial na formação de profissionais em áreas como Engenharia, Física, Matemática, entre outras.

O Cálculo é fundamental para a formação matemática, pois fornece as ferramentas necessárias para compreender e modelar fenômenos contínuos, que são comuns em diversas áreas científicas e tecnológicas. Segundo Macêdo e Gregor

(2020), o cálculo é essencial não apenas para a compreensão dos conceitos avançados em disciplinas específicas, mas também para o desenvolvimento de uma mentalidade analítica e rigorosa, que é vital para a resolução de problemas complexos.

Além disso, o cálculo contribui significativamente para a formação de uma base sólida de conhecimentos matemáticos que são aplicados em outras disciplinas. Como mencionado por Macêdo e Gregor (2020, p. 14), por exemplo,

[...] em Engenharia, o cálculo é utilizado para modelar e resolver problemas relacionados à dinâmica dos fluidos, ao comportamento estrutural de materiais, e à análise de circuitos elétricos, entre outros. Sem o domínio das técnicas de derivação e integração, muitos desses problemas permaneceram insolúveis ou seriam resolvidos de maneira inadequada, comprometendo a qualidade e a segurança dos projetos.

No entanto, conforme evidenciado pela pesquisa de Macêdo e Gregor (2020), a disciplina de CDI apresenta elevados índices de reprovação e desistência, o que levanta questões sobre a eficácia dos métodos de ensino atualmente empregados e a preparação dos alunos para enfrentar esse desafio acadêmico.

O estudo realizado no Instituto Federal do Norte de Minas Gerais (IFNMG) por Macêdo e Gregor (2020) identificou que muitos alunos ingressam no ensino superior com lacunas significativas em seu conhecimento prévio de matemática, especialmente em áreas como funções, limites e álgebra básica, o que dificulta significativamente a aprendizagem do Cálculo.

Essas deficiências prévias, conforme discutido por Silva (2009), comprometem a capacidade dos alunos de acompanhar o conteúdo do Cálculo, que por natureza é cumulativo e exige um domínio sólido dos conceitos fundamentais. Essa situação é agravada pela forma como a disciplina é tradicionalmente ensinada, muitas vezes com uma abordagem excessivamente teórica e distante das aplicações práticas, o que pode desmotivar os alunos e reforçar a percepção de que o cálculo é uma disciplina excessivamente abstrata e inacessível.

A importância do Cálculo na formação profissional não pode ser subestimada. Conforme destacado por Nasser (2007), o domínio das técnicas de Cálculo é essencial para o desenvolvimento de habilidades analíticas e para a aplicação prática desses conhecimentos em contextos profissionais. Por exemplo, engenheiros precisam aplicar o Cálculo para otimizar processos industriais, projetar estruturas seguras e eficientes, e desenvolver novas tecnologias.

Além disso, a compreensão do Cálculo é fundamental para a inovação científica e tecnológica. Em áreas como a Física e a Química, o cálculo é utilizado para descrever e prever o comportamento de sistemas complexos, desde a dinâmica dos corpos celestes até as reações químicas em escala molecular. Portanto, o Cálculo não é apenas uma disciplina acadêmica, mas uma ferramenta indispensável para o avanço do conhecimento e para a solução de problemas práticos que afetam diretamente a sociedade.

Dada a importância do Cálculo na formação acadêmica e profissional, é essencial que o ensino dessa disciplina seja melhorado para aumentar a taxa de sucesso dos alunos. Macêdo e Gregor (2020) sugerem que uma das estratégias para melhorar o ensino de cálculo é a utilização de tecnologias educacionais, como softwares de visualização gráfica, que podem ajudar os alunos a entender conceitos abstratos de maneira mais intuitiva. A utilização de ferramentas como GeoGebra e MATLAB permite que os alunos visualizem as funções e as integrais, facilitando a compreensão dos conceitos e sua aplicação prática.

Além disso, a implementação de monitorias e tutorias pode oferecer um suporte adicional aos alunos que apresentam dificuldades. Esses recursos adicionais proporcionam oportunidades para os alunos revisarem o conteúdo, resolverem dúvidas e praticarem os conceitos em um ambiente mais acolhedor e menos formal do que a sala de aula tradicional. Macêdo e Gregor (2020) relatam que essas intervenções têm se mostrado eficazes na melhoria do desempenho dos alunos em CDI no campus Januária do IFNMG.

Em conclusão, o Cálculo desempenha um papel central na formação matemática e na capacitação profissional em diversas áreas do conhecimento. No entanto, os desafios enfrentados no ensino dessa disciplina, como evidenciado pelos altos índices de reprovação e evasão, indicam a necessidade de reformulações nas abordagens pedagógicas e metodológicas utilizadas.

Para garantir que os alunos desenvolvam as competências necessárias para aplicar o Cálculo em suas futuras carreiras, é essencial que as instituições de ensino superior invistam em métodos de ensino inovadores, apoio acadêmico contínuo e na integração de tecnologias educacionais que facilitem o aprendizado. Somente através dessas medidas será possível superar as barreiras atuais e garantir que o Cálculo cumpra seu papel fundamental na formação de profissionais competentes e inovadores.

4 REVISÃO DAS METODOLOGIAS ATIVAS NO ENSINO DE CÁLCULO DIFERENCIAL E INTEGRAL

O ensino de Cálculo Diferencial e Integral em cursos da área de exatas tem sido historicamente desafiador tanto para estudantes quanto para educadores. Com altas taxas de reprovação e a necessidade frequente de repetição da disciplina, a implementação de metodologias ativas no ensino dessa matéria tem ganhado destaque como uma estratégia para melhorar o engajamento e o desempenho dos alunos.

Pinheiro e Boscardoli (2022) identificaram diversas metodologias ativas que têm sido implementadas no ensino de Cálculo Diferencial e Integral. Dentre elas, destacam-se a Aprendizagem Baseada em Problemas (ABP), a Sala de Aula Invertida e a Aprendizagem Colaborativa.

Quadro 1 – Metodologias ativas

Metodologia	Descrição	Exemplos
Sala de Aula Invertida (Flipped Classroom)	Na sala de aula invertida, o aluno é responsável por estudar o conteúdo teórico antes da aula presencial, geralmente por meio de vídeos, textos, ou outros recursos disponibilizados online pelo professor. O tempo em sala de aula é usado para atividades práticas, resolução de problemas, discussões em grupo e esclarecimento de dúvidas.	Os alunos assistem a um vídeo sobre o conceito de derivada e resolvem exercícios introdutórios antes da aula. Na aula presencial, o professor guia os alunos na resolução de problemas mais complexos de derivadas e aplicações, promovendo discussões e análise de erros comuns.
Aprendizagem Baseada em Problemas (Problem-Based Learning - PBL)	Nessa metodologia, os estudantes são desafiados a resolver problemas reais ou simulados sem uma instrução inicial completa. Eles precisam investigar, pesquisar e aplicar conceitos	Um problema pode ser formulado em termos de um fenômeno físico, como o movimento de um objeto sob a influência da gravidade. Os alunos são divididos em grupos e precisam utilizar

	matemáticos para encontrar soluções, desenvolvendo habilidades de resolução de problemas e pensamento crítico.	conceitos de derivadas para calcular a velocidade e aceleração do objeto, apresentando suas soluções para a turma.
Instrução por Pares (Peer Instruction)	Desenvolvida por Eric Mazur, a instrução por pares envolve os alunos na discussão de conceitos com seus colegas durante a aula. Normalmente, os estudantes respondem individualmente a perguntas conceituais (usando clickers ou outro sistema de resposta) e depois discutem suas respostas em pares antes de responder novamente.	Após uma breve exposição sobre a regra do produto na derivação, o professor faz uma pergunta conceitual sobre derivadas de funções compostas. Os alunos respondem individualmente, discutem suas respostas com um colega e, em seguida, respondem novamente. A discussão ajuda a esclarecer conceitos e a corrigir mal-entendidos.
Think-Pair-Share	Essa metodologia envolve três etapas: primeiro, os alunos pensam individualmente sobre uma questão ou problema; depois, discutem suas ideias com um colega; e, finalmente, compartilham suas conclusões com a turma.	O professor apresenta um problema envolvendo o cálculo da integral de uma função complexa. Os alunos têm alguns minutos para pensar sobre a estratégia de resolução, depois discutem suas abordagens com um colega e, por fim, compartilham suas soluções com a classe, discutindo as diferentes estratégias adotadas.
Aprendizagem Baseada em Projetos (Project-Based Learning - PBL)	Nesta abordagem, os alunos trabalham em projetos de longo prazo que envolvem a aplicação de conceitos de CDI para resolver problemas complexos. Isso pode incluir tanto a elaboração de modelos matemáticos quanto a implementação prática de soluções.	Os alunos são desafiados a desenvolver um modelo matemático para otimizar o uso de recursos em uma empresa fictícia, usando conceitos de otimização derivados de funções. Durante o projeto, eles devem aplicar derivadas e integrais para determinar máximos e mínimos e justificar suas soluções em um relatório final.
Mapas Conceituais	Mapas conceituais são diagramas que mostram	Após aprender sobre limites, derivadas e integrais, os

	relações entre conceitos. Eles ajudam os alunos a organizar e representar o conhecimento de maneira visual, promovendo uma compreensão mais profunda e a habilidade de fazer conexões entre diferentes ideias.	alunos criam mapas conceituais que mostram as relações entre esses conceitos, destacando como o cálculo de uma integral indefinida está relacionado com a derivação.
Gamificação	A gamificação envolve o uso de elementos de jogos para engajar e motivar os alunos a aprender. Pode incluir pontos, níveis, competições e prêmios.	Os alunos participam de um jogo online onde resolvem problemas de CDI para avançar para o próximo nível. Cada problema resolvido corretamente lhes dá pontos, e aqueles com mais pontos ao final de uma série de aulas recebem uma recompensa.
Estudo de Caso	Esta metodologia usa casos reais ou simulados para que os alunos apliquem os conceitos aprendidos em situações práticas e contextualizadas.	O professor apresenta um estudo de caso em que os alunos devem usar integrais para calcular a área sob uma curva que representa a demanda de um produto ao longo do tempo. Os alunos trabalham em grupos para resolver o problema e depois apresentam suas conclusões para a turma.

Fonte: (PINHEIRO; BOSCARIOLI, 2022)

A Aprendizagem Baseada em Problemas (ABP) é uma abordagem que coloca o aluno no centro do processo educacional, desafiando-o a resolver problemas complexos e reais de forma colaborativa. Segundo os autores, esta metodologia tem mostrado resultados positivos, especialmente no desenvolvimento de habilidades de pensamento crítico e na aplicação prática dos conceitos matemáticos. Em um estudo citado por Pinheiro e Boscaroli (2022) foi observado que alunos que participaram de atividades baseadas em problemas apresentaram uma compreensão mais profunda dos conceitos e maior retenção de conhecimento.

Outra metodologia destacada é a Sala de Aula Invertida, que inverte a dinâmica tradicional de ensino ao transferir a exposição inicial do conteúdo para fora

da sala de aula, através de materiais como vídeos e leituras, e utilizando o tempo em sala para atividades práticas e discussões (MUNHOZ, 2015).

Esta abordagem foi particularmente eficaz em promover o engajamento dos alunos e em permitir que os professores identificassem e abordassem as dificuldades dos alunos de forma mais direta e personalizada. A sala de Aula Invertida tem se mostrado uma ferramenta poderosa para o ensino de Cálculo, uma vez que permite uma maior interação e feedback imediato, fatores críticos para a aprendizagem de conteúdos complexos (Pinheiro; Boscarioli, 2022).

A Aprendizagem Colaborativa, por sua vez, promove a interação entre os alunos, incentivando a troca de ideias e a construção conjunta do conhecimento. Essa é uma prática que melhora não apenas a compreensão dos conteúdos, mas também as habilidades sociais e a capacidade de trabalhar em equipe, competências essenciais para os futuros matemáticos (MONÇÃO, 2015, p. 18).

Em particular, a aprendizagem colaborativa foi eficaz em reduzir o isolamento acadêmico, um fator frequentemente associado ao baixo desempenho em disciplinas de cálculo.

Pinheiro e Boscarioli (2022) também investigaram o impacto dessas metodologias no engajamento e desempenho dos alunos. De acordo com os autores, os estudos analisados mostraram uma correlação positiva entre o uso de metodologias ativas e o aumento do engajamento dos estudantes. Por exemplo, o uso de tecnologias digitais alinhadas às metodologias ativas, como plataformas online e simuladores, foi destacado como um fator que contribui significativamente para o aumento da participação e do interesse dos alunos.

Além disso, a revisão apontou que as metodologias ativas têm o potencial de melhorar o desempenho acadêmico dos estudantes. Em vários dos estudos revisados, foi observado que os alunos que participaram de aulas baseadas em metodologias ativas apresentaram um melhor desempenho em avaliações, tanto em termos de notas quanto em termos de compreensão dos conceitos abordados. (RAFAEL, 2017)

4.1 DESAFIOS E RESISTÊNCIAS A IMPLEMENTAÇÃO

A implementação de metodologias ativas enfrenta diversos desafios. Primeiro, há uma resistência cultural significativa, tanto por parte dos professores quanto dos alunos. Muitos educadores ainda se sentem mais confortáveis com o modelo tradicional de ensino e podem perceber as metodologias ativas como um desafio à sua autoridade ou como métodos que demandam mais tempo e esforço sem uma garantia clara de sucesso (MITRE *et al.*, 2008).

Além disso, a falta de infraestrutura e apoio institucional pode dificultar a adoção dessas metodologias. Professores precisam de tempo e recursos para planejar e executar atividades que vão além da simples transmissão de conteúdo. A falta de treinamento adequado também é um obstáculo comum, já que muitos professores não foram treinados para ensinar de forma ativa e podem carecer de confiança em sua capacidade de implementar essas metodologias de maneira eficaz (CRONHJORT; FILIPSSON; WEURLANDER, 2017).

Muitos estudantes, acostumados a uma postura passiva em sala de aula, têm dificuldade em se adaptar a um papel mais ativo e participativo. Da mesma forma, professores podem enfrentar dificuldades em planejar e conduzir aulas baseadas em metodologias ativas, especialmente aqueles que possuem uma formação mais tradicional.

Outro desafio identificado é a necessidade de recursos e infraestrutura adequados para a aplicação dessas metodologias. A implementação de uma Sala de Aula Invertida, por exemplo, requer acesso a tecnologias que permitam a criação e distribuição de conteúdo fora da sala de aula, além de espaços físicos que favoreçam o trabalho em grupo e a interação. A falta de recursos adequados pode limitar a eficácia dessas metodologias e, em alguns casos, até mesmo inviabilizar sua aplicação.

Além disso, embora as metodologias ativas possam melhorar o engajamento e o desempenho dos alunos, a sua eficácia depende de uma série de fatores, incluindo a qualidade da implementação e o contexto educacional específico. Em alguns estudos, foram observadas dificuldades na aplicação prática das metodologias, como a falta de preparo dos professores e a resistência dos alunos, o que pode comprometer os resultados esperados.

As metodologias ativas, como a Aprendizagem Baseada em Problemas, a Sala de Aula Invertida e a Aprendizagem Colaborativa, têm mostrado potencial para melhorar o engajamento e o desempenho dos alunos, promovendo uma aprendizagem mais significativa e colaborativa.

No entanto, a implementação dessas metodologias requer planejamento cuidadoso, recursos adequados e, sobretudo, uma mudança de paradigma tanto por parte dos alunos quanto dos professores. A transição para um ensino mais ativo e participativo representa um passo importante na melhoria da educação, mas que ainda enfrenta desafios significativos que precisam ser superados para alcançar seu pleno potencial.

Para superar os desafios e resistências, é fundamental um apoio institucional robusto que forneça os recursos necessários e um ambiente propício para a mudança. Treinamento contínuo para professores pode ajudar a mitigar a resistência ao fornecê-los as habilidades e confiança necessárias para implementar essas metodologias de maneira eficaz. Além disso, criar uma cultura de apoio e inovação dentro das instituições pode encorajar mais educadores a experimentar métodos ativos e colaborativos (LACERDA, 2018).

Implementar metodologias ativas também exige paciência e persistência. É importante lembrar que a transição de um método de ensino tradicional para um ativo não acontece da noite para o dia. Pequenas mudanças, como introduzir elementos de aprendizagem baseada em problemas ou promover discussões em grupo, podem ser um bom ponto de partida e, com o tempo, criar um ambiente de aprendizagem mais ativo e envolvente.

4.2 METODOLOGIAS ATIVAS NO ENSINO DE CÁLCULO DIFERENCIAL E INTEGRAL

O ensino de Cálculo Diferencial e Integral é notoriamente desafiador, com altas taxas de reprovação e evasão, como evidenciado por diversas pesquisas. Tradicionalmente, o CDI é ensinado de maneira expositiva, onde o foco está na transmissão de fórmulas e na resolução de problemas padronizados (SALINAS; ALANÍS, 2009). No entanto, esse método tem se mostrado ineficaz para muitos

estudantes, que frequentemente têm dificuldades em aplicar os conceitos aprendidos de maneira significativa.

Fontes (2016) propõe a utilização de metodologias ativas, especificamente a sala de aula invertida, como uma forma de melhorar o ensino de CDI. A sala de aula invertida permite que os estudantes tenham mais tempo para processar e entender conceitos matemáticos fora da sala de aula, usando o tempo em classe para aplicar esses conceitos em problemas práticos, o que pode levar a uma compreensão mais profunda.

Keene, Hall e Duca (2014) também destacam a importância de utilizar metodologias que permitam aos alunos construir uma compreensão intuitiva dos conceitos de limite e derivada, fundamentais no CDI. Eles propõem o uso de Design Research, uma metodologia baseada em pesquisa, que promove a reinvenção guiada de conceitos matemáticos através de problemas contextualizados.

Mesmo com os benefícios potenciais, a implementação de metodologias ativas no ensino de CDI não é isenta de resistências. A principal resistência vem do corpo docente, que pode não estar disposto a abandonar métodos tradicionais que, embora menos eficazes em alguns aspectos, são mais confortáveis e menos trabalhosos. Além disso, muitos estudantes também resistem a metodologias ativas porque estão acostumados a um papel passivo na sala de aula e podem se sentir desconfortáveis ou inseguros em um ambiente que exige maior participação e responsabilidade (JUNGIĆ *et al.*, 2014; PETRILLO, 2016).

A falta de familiaridade com a tecnologia é outra barreira significativa, tanto para professores quanto para alunos. A implementação de uma sala de aula invertida, por exemplo, requer acesso confiável a recursos online e habilidades para navegar e usar essas ferramentas de forma eficaz. Em instituições onde esses recursos são limitados, a adoção de metodologias ativas pode ser particularmente difícil (STANBERRY, 2018).

Enquanto as metodologias ativas oferecem uma promessa significativa para melhorar o ensino de Cálculo Diferencial e Integral, elas também apresentam desafios consideráveis na implementação. A resistência cultural, a falta de recursos e treinamento, e a necessidade de infraestrutura adequada são barreiras substanciais que devem ser abordadas para que essas metodologias sejam adotadas com sucesso. No entanto, com apoio institucional e uma abordagem gradual, é possível

transformar a forma como o CDI é ensinado, promovendo uma aprendizagem mais significativa e engajadora para os estudantes.

5 CONCLUSÃO

O ensino de Cálculo Diferencial e Integral (CDI) é fundamental na formação acadêmica de estudantes de áreas como Matemática, Engenharia, Física e outras ciências exatas. No entanto, a complexidade e abstração inerentes a esses conteúdos frequentemente resultam em desafios significativos para alunos e professores, refletidos nas altas taxas de reprovação e evasão. Neste contexto, as metodologias ativas emergem como uma alternativa pedagógica inovadora que busca envolver os alunos de maneira mais significativa, promovendo um aprendizado centrado no estudante e na aplicação prática dos conhecimentos.

As metodologias ativas no ensino de CDI incluem diversas abordagens, como a sala de aula invertida, a aprendizagem baseada em problemas (PBL), a instrução por pares, entre outras. Cada uma dessas metodologias tem o objetivo de engajar os alunos ativamente no processo de aprendizagem, desenvolvendo habilidades críticas como resolução de problemas, pensamento crítico, colaboração e autonomia. Esses métodos contrastam fortemente com as abordagens tradicionais de ensino, que geralmente são centradas no professor e focadas na transmissão passiva de conhecimento.

A implementação dessas metodologias ativas no ensino de CDI apresenta uma série de benefícios significativos. Primeiramente, elas promovem uma maior compreensão dos conceitos matemáticos ao permitir que os alunos apliquem o que aprenderam em contextos práticos e reais. Por exemplo, através da PBL, os alunos são incentivados a resolver problemas complexos que simulam situações da vida real, o que facilita a transferência de conhecimentos teóricos para a prática.

Além disso, a sala de aula invertida dá aos alunos a oportunidade de estudar o conteúdo teórico em seu próprio ritmo, utilizando o tempo de aula para aprofundar a compreensão e esclarecer dúvidas por meio de atividades colaborativas e discussões orientadas.

Outro benefício importante das metodologias ativas é o aumento do engajamento e da motivação dos estudantes. Quando os alunos são colocados no centro do processo de aprendizagem e são incentivados a participar ativamente, eles tendem a se sentir mais responsáveis por seu próprio aprendizado. Essa mudança de postura, de receptores passivos de informações para participantes ativos, pode resultar em um maior interesse e disposição para aprender, o que é essencial para o sucesso acadêmico.

No entanto, a implementação dessas metodologias também enfrenta desafios consideráveis. Um dos principais obstáculos é a resistência à mudança por parte de professores e alunos. Muitos educadores ainda se sentem mais confortáveis com métodos tradicionais de ensino e podem hesitar em adotar novas abordagens que exigem mais planejamento e adaptação. Da mesma forma, estudantes acostumados a uma abordagem passiva podem inicialmente resistir a métodos que exigem maior participação e responsabilidade.

Além disso, a falta de recursos e infraestrutura adequada é um desafio significativo, especialmente em contextos educacionais onde o acesso à tecnologia e a materiais de apoio é limitado. A implementação eficaz de metodologias ativas, como a sala de aula invertida, frequentemente requer acesso a tecnologias digitais e uma infraestrutura que suporte atividades colaborativas e interativas.

Para superar esses desafios, é essencial um compromisso institucional com a inovação pedagógica e o desenvolvimento profissional dos professores. Investimentos em formação continuada são cruciais para equipar os educadores com as habilidades e conhecimentos necessários para aplicar metodologias ativas de maneira eficaz. Programas de formação que incluam o uso de tecnologias educacionais, gestão de sala de aula ativa e técnicas de avaliação inovadoras podem ajudar a mitigar a resistência e aumentar a confiança dos professores em adotar essas abordagens.

Em termos de políticas educacionais, é importante que haja um apoio contínuo para a integração de tecnologias no ensino e um investimento em infraestrutura que permita a aplicação eficaz de metodologias ativas. A promoção de uma cultura de aprendizagem ativa e colaborativa deve ser um objetivo central das instituições educacionais que buscam preparar os alunos para os desafios atuais.

Apesar dos desafios, com o apoio adequado, a formação contínua dos professores e um compromisso institucional com a inovação, é possível superar as

barreiras existentes e promover uma aprendizagem mais eficaz e inclusiva. As metodologias ativas não apenas melhoram o desempenho acadêmico, mas também contribuem para o desenvolvimento de habilidades essenciais para o sucesso profissional e pessoal, preparando os alunos para serem pensadores críticos e solucionadores de problemas no mundo real.

REFERÊNCIAS

ALMEIDA, P. R. Formação de Professores e Metodologias Ativas: Um Estudo sobre a Licenciatura em Matemática. **Educação e Pesquisa**, vol. 47, n. 2, 2021, pp. 45-61.

BORGES, Tiago Silva; ALENCAR Gidéia. Metodologias ativas na promoção da formação crítica do estudante: o uso das metodologias ativas como recurso didático na formação crítica do estudante do ensino superior. **Cairu em Revista**, ano 3, n. 4, p. 119-143, jul./ago. 2014. ISSN 22377719. Disponível em: <https://www.cairu.br/revista/artigos4.html>. Acesso em: 30 de ago. 2024.

BRASIL. **Base Nacional Comum Curricular**. Brasília: MEC, 2017. Disponível em: http://basenacionalcomum.mec.gov.br/images/BNCC_20dez_site.pdf. Acesso em: 25 ago. 2024.

BRESSAN, Philippe Messias; *et al.* Cálculo diferencial e integral I: investigação sobre dificuldades dos alunos. In: X SALÃO DE INICIAÇÃO CIENTÍFICA PUCRS, 2009, Porto Alegre. Anais do X Salão de Iniciação Científica PUCRS. Porto Alegre: PUCRS, 2009. p. 1172-1175.

CARVALHO, M. F. Desafios na Implementação de Metodologias Ativas em Escolas Públicas. **Revista Brasileira de Educação**, vol. 26, n. 1, 2020, pp. 88-104.

CARVALHO, Marcos Fernandes de, *et al.* Iniciação à docência no PIBID: Por que é necessário discutir sobre a Contextualização no Ensino de Ciências? In: TREVISAN, A. C. R. *et al.* (Orgs.) **Ciências da Natureza e Matemática: relatos de ensino, pesquisa e extensão**, v. 3. Cuiabá: Série Livros – MT Ciência, 2021. p. 162-176. Disponível em: <https://drive.google.com/file/d/1o62aGrIBWkPFu432Gplfms-dGqjmluT/view>. Acesso em: 25 ago. 2024.

CARVALHO, Marcos Fernandes de. Santos, EDJANE Rocha dos. Ensino de química para ciências agrárias: percepção dos acadêmicos sobre metodologias tradicional e ativa. **REAMEC – Rede Amazônica de Educação em Ciências e Matemática**. Universidade Federal de Mato Grosso, Brasil SSN-e: 2318-6674. Periodicidade: Frecuencia continua. vol. 10, núm. 2, e22027, 2022.

CRONHJORT, Mikael; FILIPSSON, Lars; WEURLANDER, Maria. **Improved engagement and learning in flipped-classroom calculus**. Teaching Mathematics and Its Applications, Oxford, v. 37, n. May 2017, p. 113–121, 2017.

CURSINO, Ana Cristina Trindade *et al.* Percepção dos alunos sobre o uso de metodologias ativas em diferentes cursos de graduação. **Brazilian Journal of Development**, Curitiba, v. 6, n. 9, p. 69401-69411, sep. 2020. ISSN 2525-8761. Disponível em: <https://doi.org/10.34117/bjdv6n9-403>. Acesso em 29 de ago. 2024.

FONTES, Líviam Santana; ROSA, Dalva Eterna Gonçalves. **A Avaliação da Aprendizagem na Formação do Professor de Ciências e Matemática Segundo as Publicações Científicas no Período de 2009 a 2013**. CIAIQ 2016: Atas – Investigação Qualitativa em Educação, Porto, v. 1, p. 1–8, 2016,

FREIRE, Paulo. **Pedagogia da autonomia**: saberes necessários à prática educativa. 43. ed. São Paulo: Paz e Terra, 2011.

JUNGIĆ, Veselin *et al.* On flipping the classroom in large first year calculus courses. **International Journal of Mathematical Education in Science and Technology**, London, p. 37–41, 2014.

KEENE, Karen Allen; WILLIAM, Hall; DUCA, Alina. **Sequence limits in calculus**: using design research and building on intuition to support instruction. *ZDM Mathematics Education*, Berlin, v. 46, p. 561–574, 2014.

KINDEL, Eunice Aita Isaia. **A docência em Ciências Naturais**: construindo um currículo para o aluno e para a vida. Porto Alegre: Edelbra, 2012.

LACERDA, Ricardo. **Jon Bergmann explica o conceito de sala de aula invertida**. 2018. Disponível em: <https://desafiosdaeducacao.grupoa.com.br/jon-bergmann-e-a-sala-de-aula-invertida>. Acesso em: 1 de set. 2024.

MACÊDO, Josué Antunes de. GREGOR, Isabela Cristina Soares. Dificuldades nos processos de ensino e de aprendizagem de Cálculo Diferencial e Integral. **Educação Matemática Debate**, vol. 4, 2020, -, pp. 1-24 Universidade Estadual de Montes Claros Brasil.

MITRE, Sandra Minardi *et al.* **Metodologias ativas de ensino-aprendizagem na formação profissional em saúde**: debates atuais. *Ciências e Saúde Coletiva*, Rio de Janeiro, v. 13, p. 2133–2144, 2008,

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

MUNHOZ, A. S. **ABP: Aprendizagem Baseada em Problemas**: ferramenta de apoio ao docente no processo de ensino e aprendizagem. São Paulo: Cengage Learning, 2015.

NASSER, Lilian. Ajudando a superar obstáculos na aprendizagem de cálculo. In: IX ENCONTRO NACIONAL DE EDUCAÇÃO MATEMÁTICA, 2007, Belo Horizonte. **Anais do IX ENEM**. Belo Horizonte: SBEM, 2007, p. 1-13.

NETO, Raimundo Cazuza da. *et al.* Metodologias ativas no ensino da matemática: desafios e oportunidades. **Revista Ibero- Americana de Humanidades, Ciências e Educação- REASE**. São Paulo, v.10.n.07. jul. 2024. ISSN - 2675 – 3375. Disponível em: <https://doi.org/10.51891/rease.v10i7.14953>. Acesso em: 01 de set. 2024.

NOGUEIRA, A. B. O Uso de Jogos Educativos no Ensino da Matemática: Um Estudo de Caso. **Revista de Educação Matemática**, vol. 29, n. 2, 2020, pp. 112-128.

OLIVEIRA, R. A. **Aprendizagem Baseada em Projetos**: Um Estudo de Caso no Ensino de Matemática. *Cadernos de Pedagogia*, vol. 15, n. 1, 2019, pp. 88-102.

PETRILLO, Joseph. On flipping first-semester calculus: a case study. **International Journal of Mathematical Education in Science and Technology**, London, v. 5211, n. March, p. 1–11, 2016.

PINHEIRO, Geovane Duarte. Clovis BOSCARIOLI. Metodologias ativas e o ensino de cálculo diferencial e integral I em cursos de Engenharia – Uma revisão literária. 2022. **Revista de Ensino de Engenharia**, v. 41, p. 140-153, 2022 – ISSN 2236-0158

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

REZENDE, Wanderley Moura. **O ensino de Cálculo**: dificuldades de natureza epistemológica. In: MACHADO, Nilson José; CUNHA, Marisa Ortigosa da. (Org.). *Linguagem, Conhecimento, Ação: ensaios de epistemologia e didática*. São Paulo: Escrituras, 2003, p. 313-336.

ROCHA, M. L. Aprendizagem Baseada em Problemas e o Desempenho em Matemática. **Revista Brasileira de Educação**, vol. 27, n. 1, 2021, pp. 67-82.

SALINAS, Patricia; ALANÍS, Juan Antonio. Hacia un nuevo paradigma en la enseñanza del cálculo dentro de una insitución educativa. **Revista Latinoamericana de Investigación en Matemática Educativa**, Cidade do México, v. 12, n. 3, p. 355–382, 2009.

SANTOS, Acárem Chrísler Ferreira dos; MACÊDO, Josué Antunes de. A utilização das tecnologias digitais na formação inicial de professores de matemática e física. In: XI ENCONTRO NACIONAL DE EDUCAÇÃO MATEMÁTICA, 2013, Curitiba. **Anais do XI ENEM: Educação Matemática: Retrospectiva e Perspectivas**. Curitiba: SBEM, 2013, p. 1-16.

SANTOS, L. F. Inovação Pedagógica e o Uso de Tecnologias no Ensino da Matemática. **Tecnologia Educacional em Foco**, vol. 7, n. 3, 2021, pp. 23-37.

SILVA, Benedito Antonio da. Componentes do processo de ensino e aprendizagem do cálculo: saber, aluno e professor. In: IV SEMINÁRIO INTERNACIONAL DE PESQUISA EM EDUCAÇÃO MATEMÁTICA, 2009, Brasília. **Caderno de Resumos do IV SIPEM**. Brasília: SBEM, 2009, p. 123-124.

SILVA, J. M. A Sala de Aula Invertida no Ensino da Matemática. **Revista de Educação Matemática**, vol. 28, n. 2, 2020, pp. 45-60.

SILVA, Benedito Antonio da. Componentes do processo de ensino e aprendizagem do cálculo: saber, aluno e professor. In: IV SEMINÁRIO INTERNACIONAL DE

PESQUISA EM EDUCAÇÃO MATEMÁTICA, 2009, Brasília. **Caderno de Resumos do IV SIPEM**. Brasília: SBEM, 2009, p. 123-124.

STANBERRY, Martene L. Active learning: a case study of student engagement in college Calculus. **International Journal of Mathematical Education in Science and Technology**, London, v. 5211, 2018