

# Integração de Tecnologias Digitais na Formação de Professores de Matemática: Foco no Ensino de Cálculo Diferencial e Integral

Ricardo Fernando de Souza<sup>1</sup> Juliano Schimiguel<sup>2</sup>

## Resumo

O presente estudo analisa as práticas e contribuições das Tecnologias Digitais – TD no ensino de Cálculo Diferencial e Integral – CDI no processo formativo de Professores de Matemática. Propusemos, nesta investigação, responder a duas questões norteadoras: De que forma os recursos digitais influenciam a compreensão conceitual e as abordagens pedagógicas no ensino de Cálculo Diferencial e Integral para licenciandos em Matemática? E quais poderiam ser as estratégias eficazes para integrar recursos digitais na formação de Professores de Matemática, visando melhorar a qualidade do ensino de Cálculo Diferencial e Integral? A pesquisa, utilizou na Revisão Sistemática da Literatura – RSL estudos dos últimos 21 anos (2003 a 2024), tendo o objetivo de identificar como essas tecnologias têm sido integradas ao currículo e igualmente, como influenciam a compreensão conceitual e pedagógica dos futuros Professores de Matemática. Constatou-se que o uso de TD deixou de ser uma tendência, tornando-se uma necessidade para modernizar o ensino de Matemática, proporcionando novas oportunidades de aprendizado e melhorando a qualidade da educação. Evidenciou-se também que a formação profissional docente deve acompanhar esse movimento, capacitando os professores para utilizar metodologias ativas e ferramentas tecnológicas eficazmente. Este estudo conclui que a integração das TD no ensino de CDI potencializa o aprendizado, ao mesmo tempo que capacita os professores para enfrentar os desafios educacionais contemporâneos.

*Palavras-chave: Tecnologias Digitais (TD); Cálculo Diferencial e Integral (CDI); Formação de Professores de Matemática; Ensino de Matemática; Revisão Sistemática da Literatura (RSL).*

<https://doi.org/10.5335/rbecm.v7i2.16249>

<http://creativecommons.org/licenses/by-nc-nd/4.0>

ISSN: 2595-7376

## Introdução

<sup>1</sup> Pós Doutorando em Ensino de Ciências e Matemática – Univ. Cruzeiro do Sul, Doutor em Educação Matemática – UNIAN-SP, Mestre no Ensino de Ciências e Matemática – Univ. Cruzeiro do Sul, Especialista em Educação Matemática – UNIMES. Integra o Grupo de Pesquisa em Ensino de Ciências e Educação Matemática – GEPenCIEMAT, Bacharel e Licenciado em Matemática. Professor no Centro Universitário das Américas – FAM Online – São Paulo – SP. E-mail: [prof.ricardofernandosouza@gmail.com](mailto:prof.ricardofernandosouza@gmail.com) Orcid: <https://orcid.org/0009-0001-0418-0147>

<sup>2</sup> Doutor em Ciências da Computação – UNICAMP, Mestre em Ciências da Computação – UNICAMP, Coordenador do Mestrado Profissional (MP) em Ensino de Ciências e Matemática – Univ. Cruzeiro do Sul, Bacharel em Informática. Professor Permanente do Programa de Doutorado/Mestrado em Ensino de Ciências e Matemática – Univ. Cruzeiro do Sul. E-mail: [juliano.schimiguel@cruzeirodosul.edu.br](mailto:juliano.schimiguel@cruzeirodosul.edu.br) Orcid: <https://orcid.org/0000-0001-8552-7984>



Em conformidade com Prevot e Schimiguel (2020), o Cálculo Diferencial e Integral foi umas das maiores invenções humanas na área da Matemática. De acordo com os autores supracitados, a importância do CDI está:

[...] na análise de problemas, nos quais ocorrem variações, movimentos ou oscilações, o que requer conhecimento prévio de conceitos fundamentais, como, por exemplo, variáveis e funções, a fim de que se possa compreender os conceitos que embasam o CDI, tal como o conceito fundamental de limite e processos limitantes, que implicitamente contém variações de quantidades (p. 71).

Conteúdos de CDI são extremamente relevantes na formação do Professor de Matemática, enquanto disciplina formadora e de grande relevância científica. Por isso, compartilhamos da visão de Resende (2003), o qual destaca a importância de “[...] possibilitar ao Cálculo exercer no campo pedagógico a mesma função integradora que ele realizou no âmbito científico, no processo de construção do conhecimento matemático” (p.1). Para Souza et. al. (2023), esta é uma tarefa a ser pensada enquanto professor, sobre aquilo que se pretende quando ensinamos CDI.

Rezende, 2003, p. 16 em sua tese de doutorado declara ser “[...] necessário que se defina o que nós professores queremos com o ensino de Cálculo, qual o seu papel no ensino superior; isto é, questões pertinentes ao Cálculo e ao seu ensino [...]”. Moreira e Ferreira (2013), destacam a preocupação crescente com a qualidade e a natureza da formação dos professores de Matemática no Brasil, especialmente nos cursos de licenciatura.

A centralidade está na importância que a Matemática deve ocupar no processo formativo do professor, o que sugere que há uma necessidade de avaliar de forma crítica, como essa disciplina é ensinada e integrada nos currículos de formação de professores. Tal preocupação não se restringe apenas aos educadores, mas se estende a diversos grupos sociais, o que indica que a educação, e mais especificamente a formação de professores, é vista como um assunto de interesse público. Isso é

crucial, considerando que a qualidade da Educação Matemática influencia diretamente o desenvolvimento intelectual dos estudantes, impactando, consequentemente, o progresso científico e tecnológico do país.

Essa tensão se concentra no desafio em encontrar um equilíbrio adequado entre a formação teórica e prática dos futuros professores, conforme discutidos em um estudo mais recente,

[...] os cursos de Licenciatura em Matemática deveriam ter a perspectiva de rompimento da dicotomia entre conhecimentos pedagógicos e conhecimentos específicos, configurando-se a indissociabilidade entre teoria e prática. Isto é, os professores seriam formados sob a ótica da Educação Matemática (Souza, 2023, p. 41).

Discutir qual deveria ser o papel da Matemática versus a didática da Matemática na formação dos professores, é levar em consideração, como essas duas dimensões que se complementam para preparar futuros professores que tenham não apenas o domínio do conhecimento específico do conteúdo, mas igualmente, saibam ensiná-lo de forma eficaz.

No Brasil, o modelo de ensino tradicional ainda persiste sendo o que mais prevalece na formação inicial dos Professores de Matemática, isto é, “[...] com os professores expondo os conteúdos em sala utilizando apenas o quadro e giz, com os alunos assistindo passivamente às aulas, copiando e, quase raramente, dialogando com o professor sobre a explicação (Machado et. al. (2024, p. 6)” consistindo em conhecimentos matemáticos e técnicas pedagógicas, como uma maneira de “capacitar” o professor para “transmitir” esses conhecimentos aos seus estudantes.

Essa abordagem, embora funcional em certos aspectos, negligencia reflexões mais profundas sobre a natureza do conhecimento matemático necessário para o ensino e sobretudo, como esse conhecimento deveria ser integrado na formação profissional docente, quando este tipo de ensino, passa a ser o caminho trivial.

Essa formação tradicional deixa de lado discussões fundamentais

a respeito de aspectos específicos da Matemática, os quais deveriam ser priorizados na formação dos professores, e como tais aspectos poderiam ser ensinados na Licenciatura em Matemática para melhor preparar esses futuros professores para os reais desafios da sala de aula.

Essa questão na formação docente também se reflete no ensino superior, onde um dos desafios centrais nos cursos de Ciências Exatas é a elevada taxa de reprovação em disciplinas obrigatórias, como é o caso do Cálculo Diferencial e Integral. Há duas causas prováveis que contribuem para o insucesso no ensino de CDI: o primeiro, relacionado a aspectos históricos, ou seja, à trajetória evolutiva e às questões de ordem epistemológica. A segunda causa decorre do caráter abstrato e do alto rigor matemático envolvido.

Fato é que a Matemática possui sua própria linguagem formal, rigorosa e com a qual muitos estudantes não estão preparados para lidar. Acontece normalmente que a transição do ensino básico para a universidade não é devidamente acompanhada pelo reforço dos fundamentos matemáticos, o que resulta numa lacuna: as concepções dos estudantes sobre os fundamentos matemáticos, podem comprometer suas capacidades de acompanhar o ritmo das disciplinas universitárias.

A reflexão trazida aponta uma necessidade de repensar profundamente a formação docente em Matemática, indo além da simples transmissão de conhecimento.

É fundamental que se questione e se redefina o tipo de conhecimento matemático que é mais relevante para o ensino e como ele deve ser integrado na formação dos professores para que estes possam, de fato, contribuir para uma educação significativa<sup>3</sup>.

---

<sup>3</sup> [...] a proposta desta teoria é de proporcionar uma relação com os conteúdos novos por meio da valorização dos conhecimentos iniciais dos alunos permitindo, dessa forma, correlacionar, descobrir e redescobrir conhecimentos e enquanto educadores deveram estar atentos às dificuldades de nossos alunos e no modelo de ensino proposto. Ausubel (1968) considera como aspecto relevante a história do sujeito, ressaltando o papel dos professores no processo de aprendizagem. (Souza, 2019, p. 20). Para haver aprendizagem significativa são

As Tecnologias Digitais nesse contexto surgem como propostas promissoras para mitigar as dificuldades no processo de ensinar e aprender Cálculo Diferencial e Integral. Quando integradas em um planejamento pedagógico devidamente estruturado, as potencialidades das TD podem ser exploradas de maneira mais eficaz, facilitando a compreensão de conceitos matemáticos ainda mais complexos.

Soffiner (2013) destaca que “o emprego inovador de tecnologia no dia-a-dia, por alunos e professores, pode ser a grande diferença para que se promova uma mudança significativa na centralização do processo educativo no professor” (p. 150), reforçando a importância do uso estratégico dessas ferramentas no ensino, motivo pelo qual este estudo propõe a adoção de metodologias ativas mediadas por Tecnologias Digitais no ensino de Cálculo Diferencial e Integral, tendo por finalidade, ampliar a perspectiva pedagógica

Embora o uso de metodologias ativas seja um tema recorrente na literatura, sua aplicação específica no contexto do ensino de CDI e na formação docente se revela como um processo inovador. Isso contribui para ampliar as discussões sobre práticas pedagógicas eficazes e sobretudo, o papel de TD na modernização do ensino.

Essa perspectiva realça a importância de explorar de qual forma os recursos tecnológicos podem modificar o ensino e aprendizagem, o que nos motiva neste estudo a realizar uma Revisão Sistemática da Literatura – RSL e um levantamento bibliográfico – que, conforme descrito pela pesquisadora Galvão (2010), tem o objetivo de identificar informações precisas e relevantes, a fim de permitir uma análise aprofundada ao longo

---

necessárias duas condições. Em primeiro lugar, o aluno precisa ter uma disposição para aprender: se o indivíduo quiser memorizar o conteúdo arbitrária e literalmente, então a aprendizagem será mecânica. Em segundo, o conteúdo escolar a ser aprendido tem que ser potencialmente significativo, ou seja, ele tem que ser lógico e psicologicamente significativo: o significado lógico depende somente da natureza do conteúdo, e o significado psicológico é uma experiência que cada indivíduo tem. Cada aprendiz faz uma filtragem dos conteúdos que têm significado ou não para si próprio (Pelizzari et. al, 2002, p.38).

do desenvolvimento da pesquisa.

O foco principal recai sobre a aplicação de diversas abordagens e tecnologias no ensino e aprendizagem do Cálculo Diferencial e Integral em cursos de Licenciatura em Matemática, abrangendo o período de 2003 a 2024. Com essa base estabelecida, o estudo foi estruturado de forma a refletir as diretrizes metodológicas adotadas.

As seções incluem: introdução – formada por elementos que compõem a investigação acerca do tema; justificativas – apresentam as motivações gerais a temática investigada; objetivo da pesquisa; metodologia contendo os passos na elaboração deste artigo; perguntas norteadoras da pesquisa; banco de dados; resultados e discussão – teve a finalidade de apresentar e refletir sobre as descobertas feitas a partir da análise dos estudos bibliográficos revisados; e finalizando este estudo, as considerações finais.

### 1.1. Relevância das Tecnologias Digitais no Ensino de Cálculo Diferencial e Integral e na Formação do Futuro Professor de Matemática

A motivação para o desenvolvimento desta pesquisa está centrada sobretudo, na importância das TD no ensino de Cálculo Diferencial e Integral como contribuições no processo formativo do Professor de Matemática, já que a especificidade do CDI a torna aplicável em diferentes áreas do conhecimento e também, devido as suas contribuições relevantes no âmbito científico impactando diretamente toda uma sociedade, justifica-se deste ponto de vista, ser uma disciplina presente e obrigatória em diversos cursos de graduação e pós-graduação.

A compreensão e apropriação de noções e procedimentos relativos ao componente curricular Cálculo Diferencial e Integral, deveriam constituir etapa importante no processo de ensino e de aprendizagem da Matemática na educação básica, uma vez que esse conhecimento beneficia

o desenvolvimento de importantes habilidades intelectuais e cognitivas. Nesse sentido, à medida que avançamos na investigação sobre o tipo de compreensão que estamos nos referindo e sobre o que o professor deve ter para ensinar determinado conteúdo,

“[...] se faz necessário a criação de uma estrutura para compreender o ponto de partida de suas explicações quanto à determinados conceitos; fontes de analogias, abordagens, e reformulações relativos aos diversos conteúdos de ensino afim de torná-lo mais acessível possível, a compreensão de seu aluno (Souza et. al. 2023, p. 7).

Estudos levantados nesta revisão de literatura, pelo menos nos últimos 21 anos de pesquisas, como (Prevot e Schimiguel, 2020; Alvarenga, Dorr e Vieira, 2016; Trevisan e Mendes, 2018; Rasmussen, Marrongelle e Borba, 2014) refletem sobre as dificuldades e a reprovação em CDI e, segundo os autores Macêdo e Gregor (2020), o aumento no índice de reprovação em CDI pode estar, também, em parte, relacionado à demanda crescente dessa disciplina em cursos de Ciências Exatas:

O ensino de Cálculo Diferencial e Integral (CDI) está cada vez mais presente nos cursos superiores, e mostra a importância da disciplina para o desenvolvimento do conhecimento científico. Porém, o desempenho insatisfatório dos alunos nessa disciplina tem preocupado pesquisadores de todo o mundo, com níveis altíssimos de reprovação e desistências em cursos de Licenciaturas e Engenharias. (p. 1-2).

Essa constatação em pesquisas é ao mesmo tempo preocupante e relevante, pois não apenas expõe as dificuldades enfrentadas pelos estudantes de CDI, mas também ressaltam e defendem a necessidade de elaborar e organizar “[...] ambientes que propiciem situações de aprendizagem que privilegiem do mesmo modo, a resolução de problemas afim de promover a reflexão e a interação [...]” frente às Tecnologias Digitais como metodologias de ensino inseridas no contexto educacional (Souza, et. al. 2023, p. 3).

Na construção de conhecimentos, sejam eles elementares ou de maior complexidade, configura-se uma realidade para descrever a evolução no processo formativo de professores no contexto do ensino e da tecnologia

ao longo de mais de duas décadas.

Nessa mesma linha, os currículos já estabelecidos asseguram o desenvolvimento das competências profissionais necessárias ao ofício docente e de acordo com o Souza et. al. (2023), as diretrizes curriculares nacionais – DCN (Brasil, 2001) para a Licenciatura em Matemática: considera ser imprescindível proporcionar, na formação de futuros professores, as ferramentas e metodologias necessárias para que possam desenvolver práticas pedagógicas bem-sucedidas.

O Conselho Nacional de Educação parecer nº CNE/CES 1.302/2001 aprovado em 06/11/2001, anuncia que o curso de Licenciatura em Matemática necessita preparar estes profissionais a formação de professores para atuarem no ensino básico. Este documento descreve as seguintes competências e habilidades específicas:

- a) elaborar propostas de ensino-aprendizagem de Matemática para a educação básica;
- b) analisar, selecionar e produzir materiais didáticos;
- c) analisar criticamente propostas curriculares de Matemática para a educação básica;
- d) desenvolver estratégias de ensino que favoreçam a criatividade, a autonomia e a flexibilidade do pensamento matemático dos educandos, buscando trabalhar com mais ênfase nos conceitos do que nas técnicas, fórmulas e algoritmos; e) perceber a prática docente de Matemática como um processo dinâmico, carregado de incertezas e conflitos, um espaço de criação e reflexão, onde novos conhecimentos são gerados e modificados continuamente;
- f) contribuir para a realização de projetos coletivos dentro da escola básica (Brasil, 2001, p. 4).

No trabalho realizado pelos autores Souza et. al. 2023, intitulado: *Contribuições da disciplina de Cálculo Diferencial e Integral nas Práticas Docentes para o Futuro Professor de Matemática*, observa-se que alcançar as competências e habilidades descritas acima, se faz necessário também, estabelecer uma relação entre a educação básica com a formação no ensino superior para o exercício profissional docente e, em particular, para as áreas das ciências exatas, que exigem uma compreensão profunda de conteúdos matemáticos.

Identificar as principais dificuldades dos estudantes e as causas das reprovações e desistências em disciplinas como CDI ajuda implementar estratégias que auxiliem o ensino e o aprendizado dessa matéria. Dados obtidos em pesquisas, ajudam as instituições a planejarem ações mais bem-sucedidas estratégica e pedagogicamente, adaptando o currículo e os métodos pedagógicos para atender melhor às necessidades de seus estudantes.

Uma das alternativas promissoras identificadas nas pesquisas foi o uso de “*softwares*” matemáticos. O *GeoGebra* é um bom exemplo, como refere-se (Fonseca e Henriques, 2016) sobre o uso de tecnologia no ensino de conceitos matemáticos,

“[...] contribui para a criação de um ambiente de aprendizagem, que permite a migração da cadeia formal do ensino de Matemática, representada pela sequência “definição → teorema → demonstração → corolário (aplicações)”, onde o estudante tem um papel passivo para a cadeia exploratória, caracterizada por “exploração → conjectura → tentativa de demonstração → conclusão e aplicação”, onde ele será um agente ativo na sua aprendizagem.

Recursos tecnológicos podem ajudar os estudantes na compreensão de conceitos abstratos, como visualizar o significado dos quantificadores *epsilon* ( $\epsilon$ ) e *delta* ( $\delta$ ), relativos ao conceito de limites, além dos processos de derivação e integração analiticamente. Esses recursos permitem aos estudantes vivenciar diferentes abordagens, reforçando ou até ressignificando o que já foi entendido.

A análise cronológica do uso da TD no ensino de CDI no decorrer dos anos oferece uma nova perspectiva sobre a evolução dessas ferramentas e seu impacto na prática profissional do professor. Essa visão histórica, que documenta o progresso e as mudanças, agrega um valor único à pesquisa, justificando a necessidade de investigar essa evolução para entender melhor seu papel na formação de professores.

Examinar e descrever as diferentes abordagens no ensino e na aprendizagem de Cálculo Diferencial e Integral com o uso de Tecnologias

Digitais, com base em uma Revisão Sistemática da Literatura – RSL dos últimos 21 anos (2003 a 2024), buscando identificar como essas tecnologias têm contribuído para a formação de professores de Matemática é o objetivo deste artigo.

## 1.2. Metodologia

Um estudo tendo como proposta revisar a literatura busca compreender se houve ou não evolução de um determinado tema numa área específica de conhecimento, como se configuraram, procedimentos metodológicos e bases teóricas que sustentam as pesquisas para constatar tendências, recorrências e até identificar lacunas para orientar uma pesquisa e contribuir com novos conhecimentos.

No ensino de CDI algumas possíveis lacunas podem ser exploradas com aplicações de Tecnologias Digitais Específicas, como no caso de certos “*softwares*” matemáticos ou plataformas online em contextos distintos – ensino na modalidade da Educação a Distância – EAD.

Dentre os possíveis tipos de revisão, para este artigo, escolhemos a Revisão Sistemática da Literatura para apresentar o estado da arte em relação às pesquisas sobre o uso de Tecnologias Digitais no ensino e na aprendizagem de Cálculo Diferencial e Integral, a fim de identificar, analisar e interpretar dados referentes às diferentes abordagens tecnológicas, com o objetivo de avaliar como os recursos computacionais contribuem para ampliar a formação de Professores de Matemática. Como esclarecido por Galvão e Ricarte (2019), a RSL:

É uma modalidade de pesquisa, que segue protocolos específicos, e que busca entender e dar alguma logicidade a um grande corpus documental, especialmente, verificando o que funciona e o que não funciona num dado contexto. Está focada no seu caráter de reprodutibilidade por outros pesquisadores, apresentando de forma explícita as bases de dados bibliográficos que foram consultadas, as estratégias de busca empregadas em cada base, o processo de seleção dos artigos científicos, os critérios de inclusão e exclusão dos artigos e o processo de análise de cada artigo. Explicita ainda as limitações de cada artigo analisado, bem como as limitações da própria revisão. Dito de outro modo, a revisão sistemática de literatura é uma pesquisa científica composta por seus próprios objetivos, problemas de pesquisa, metodologia, resultados e conclusão, não se constituindo apenas como mera introdução de uma pesquisa maior, como pode ser o caso de uma revisão de literatura de conveniência. (p. 58-59).

Esse rigor metodológico, característico da Revisão Sistemática da Literatura, nos permitiu identificar tendências e lacunas significativas na pesquisa. Pudemos constatar nesta pesquisa que o uso de recursos digitais no ensino e na aprendizagem de Cálculo Diferencial e Integral é um tema amplamente pesquisado, com diversos estudos corroborando essa relevância.

Nesse contexto, os autores (Orfali e Ponte, 2015; Messias e Brandemberg, 2015; Barto, 2004; Jordaan, 2005; Nair, 2010; Cotriil et al. 1996; Burigato, 2017) destacam em suas investigações, nas áreas de Educação Matemática, Ensino de Ciências e Matemática, e Ensino de Ciências, a importância de Tecnologias Digitais na formação de Professores de Matemática. Levando em consideração também esses estudos, esta pesquisa qualitativa, realizada por meio da Revisão Sistemática da Literatura, buscou, conforme destacado por Galvão (2019):

[...] observar possíveis falhas nos estudos realizados; conhecer os recursos necessários para a construção de um estudo com características específicas; desenvolver estudos que cubram brechas na literatura, trazendo real contribuição para um campo científico; propor temas, problemas, hipóteses e metodologias inovadoras de pesquisa; e otimizar recursos disponíveis em prol da sociedade, do campo científico, das instituições e dos governos que subsidiam a ciência' (p. 58).

Sendo assim, explora o que pesquisadores das áreas de Educação Matemática, Ensino de Ciências e Matemática dizem sobre o uso de recursos digitais no ensino de Cálculo Diferencial e Integral e analisa as

diferentes abordagens adotadas por eles. O intuito é fornecer uma síntese abrangente sobre a aplicação dessas abordagens e suas implicações na formação de Professores de Matemática.

Refletindo sobre a relevância e a eficácia das práticas discutidas nas questões norteadoras, que foram definidas utilizando o conceito PICO<sup>4</sup>, selecionamos alguns passos essenciais da Revisão Sistemática da Literatura, conforme destacado por Galvão e Ricarte (2019): (i) a delimitação da questão a ser tratada na revisão; (ii) a seleção das bases de dados bibliográficos para consulta e coleta de material, e (iii) a elaboração de estratégias para busca avançada.

### 1.2.1. Delimitando os passos da RSL da pesquisa

- (i) Delimitando as perguntas de pesquisa, tem-se a questão 1: De que forma os recursos digitais influenciam a compreensão conceitual e as abordagens pedagógicas no ensino de Cálculo Diferencial e Integral (CDI) para licenciandos em Matemática?

**Tabela 1:** Estrutura PICO à questão 1

| Componente PICO                  | Descrição                                                                                                         |
|----------------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| <i>P – População da pesquisa</i> | Licenciandos em Matemática                                                                                        |
| <i>I – Intervenção</i>           | Uso de Tecnologias Digitais – TD no ensino de Cálculo Diferencial e Integral – CDI                                |
| <i>C – Comparação</i>            | Metodologia em ensino sem aplicação das (TD)                                                                      |
| <i>O – Resultado</i>             | Ampliação conceitual de estudantes de (CDI) e nas abordagens pedagógicas utilizadas por professores de Matemática |

Fonte: Próprios autores (2024)

Questão 2: Quais poderiam ser as estratégias eficazes para integrar recursos digitais na formação de futuros Professores de Matemática, visando melhorar a qualidade do ensino de Cálculo

<sup>4</sup> Segundo Galvão (2019, p. 63), o modelo PICO refere-se a divisão: P para População ou Problema, I para Intervenção, C para Comparação e O para Outcome/Resultado, sigla utilizada na formulação de questões norteadoras na RSL.

## Diferencial e Integral (CDI)?

Tabela 2: Estrutura PICO à questão 2

| Componente PICO           | Descrição                                                                 |
|---------------------------|---------------------------------------------------------------------------|
| P – População da pesquisa | Licenciandos em Matemática                                                |
| I – Intervenção           | Integração das (TD) no processo formativo de professores de Matemática    |
| C – Comparação            | Práticas tradicionais de ensino sem o uso das (TD) para o ensino de (CDI) |
| O – Resultado             | Ampliar a qualidade do ensino de (CDI)                                    |

Fonte: Próprios autores (2024)

### (ii) A seleção da base de dados

**Quadro 1:** Base de dados acadêmicos

| Base de Dados                                     | Descrição                                                       | Publicação                                         | Acesso   | URL                                                                                                                             |
|---------------------------------------------------|-----------------------------------------------------------------|----------------------------------------------------|----------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| Google Acadêmico                                  | Mecanismo de busca em literatura acadêmica                      | Artigos, teses, dissertações, livros               | Gratuito | <a href="https://scholar.google.com/">https://scholar.google.com/</a>                                                           |
| BDTD – Biblioteca Digital de Teses e Dissertações | Repositório de teses e dissertações de instituições brasileiras | Teses e Dissertações                               | Gratuito | <a href="https://bdtb.ibict.br/vufind/">https://bdtb.ibict.br/vufind/</a>                                                       |
| Repositório Cogna                                 | Repositório institucional Universidade Anhanguera de São Paulo  | Teses, Dissertações e outros documentos acadêmicos | Gratuito | <a href="https://repositorio.pgsscogna.com.br/handle/123456789/19">https://repositorio.pgsscogna.com.br/handle/123456789/19</a> |
| Repositório Universidade Cruzeiro do Sul          | Repositório institucional da Universidade Cruzeiro do Sul       | Teses, Dissertações e outros documentos acadêmicos | Gratuito | <a href="https://repositorio.cruzeirodosul.edu.br/jspui/">https://repositorio.cruzeirodosul.edu.br/jspui/</a>                   |
| SciELO                                            | Mecanismo de busca de periódicos científicos                    | Artigos de periódicos científicos                  | Gratuito | <a href="https://www.scielo.org/">https://www.scielo.org/</a>                                                                   |

Fonte: Próprios autores (2024)

### (iii) A elaboração de estratégias para busca avançada

**Quadro 2:** Estratégias de busca avançada e operadores Booleanos

| Estratégia de busca avançada | Descrição                                                               | Termos-chave                                                                          | Operadores Booleanos                                           | Resultados esperados                                                                  |
|------------------------------|-------------------------------------------------------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------|----------------------------------------------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------|
| Principal                    | Uso das (TD) no ensino de (CDI); Formação de Professores de Matemática; | "Recursos digitais; (TD); Cálculo Diferencial e Integral; licenciandos em Matemática" | "Tecnologias Digitais (TD) AND Cálculo Diferencial e Integral" | Publicações que contenham ambos os termos da pesquisa                                 |
| Sinônimos                    | Expandir a busca com termos relacionados                                | "Tecnologia Educacional; Ensino de (CDI)"                                             | "Tecnologia Educacional OR Ensino de (CDI)"                    | Publicações que contenham pelo menos um dos termos da pesquisa                        |
| Excluir termos               | Refinar a busca excluindo termos irrelevantes                           | "Recursos digitais; Ensino Básico"                                                    | "Recursos digitais, NOT Ensino Básico"                         | Publicações que contenham "recursos digitais" mas não "ensino básico" para a pesquisa |
| Secundários                  | Ensino de (CDI); Tecnologias educacionais; estratégias pedagógicas.     | "Ensino de (CDI);Tecnologias educacionais; estratégias pedagógicas"                   | "Recursos digitais, NOT Ensino Básico"                         | Publicações que contenham "recursos digitais" mas não "ensino básico" para a pesquisa |

Fonte: Próprios autores (2024)

### 1.2.2. Critérios para inclusão e exclusão de estudos na RSL

O quadro 3, a seguir, expõe os critérios de inclusão e exclusão utilizados para selecionar e assegurar a relevância e a precisão dos estudos. Foram definidos critérios específicos para os trabalhos de pesquisa, com o objetivo de refinar a busca e garantir que apenas estudos pertinentes à nossa investigação sejam incluídos. A seguir, listamos os critérios estabelecidos para os estudos nesta pesquisa:

**Quadro 3:** Critérios de inclusão e exclusão para a pesquisa de (TD) no ensino de (CDI)

| Critérios de Inclusão                    | Critérios de Exclusão                                       |
|------------------------------------------|-------------------------------------------------------------|
| <b>Ano de Publicação:</b><br>2003 a 2024 | <b>Ano de Publicação:</b><br>Fora do período de 2003 a 2024 |
| <b>Idioma:</b><br>Português e Inglês     | <b>Idioma:</b><br>Diferente de português e Inglês           |

|                                                                                                                          |                                                                                                        |
|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| <b>Contexto de Ensino:</b><br>Ensino Superior; Formação de professores de Matemática; (CDI)                              | <b>Relevância Contextual:</b><br>Não aborda ensino e/ou formação de professores de Matemática; (CDI)   |
| <b>Utilização das Tecnologias Digitais – TD:</b> Recursos tecnológicos; softwares e apps matemáticos no ensino de (CDI). | <b>Tecnologias Digitais – TD:</b><br>Não aborda ou se aplica recursos da tecnologia no ensino de (CDI) |

Fonte: Próprios autores (2024)

## 2. Resultados e Discussão

A Revisão Sistemática da Literatura desenvolvida nesta pesquisa por meio dos levantamentos de dados apresentados no quadro 1, evidenciou resultados relevantes, que são discutidas nos quadros subsequentes, sobre o uso de recursos digitais voltados especificamente para o ensino de Cálculo Diferencial e Integral, com foco na formação de Professores de Matemática.

Os quadros a seguir organizam e sintetizam os estudos encontrados durante a RSL, oferecendo uma visão detalhada sobre a aplicação de TD no contexto educacional. Para facilitar a organização e a referência ao longo deste estudo, cada trabalho analisado será identificado por uma sigla alfanumérica, em que a letra ‘E’ designa ‘Estudo’, seguida de um número sequencial (E1, E2, E3, e assim por diante). A nomenclatura permite fazer menção clara e consistente a cada trabalho, garantindo maior fluidez na apresentação dos resultados.

**Quadro 4:** Levantamento de estudos sobre (TD) na formação de professores de Matemática para o ensino de (CDI)

| Ano | Ano  | Tipo de Publicação | Tecnologia Digital (TD): Software Matemático | Objetivo para o ensino de Cálculo Diferencial e Integral (CDI)                                                                        |
|-----|------|--------------------|----------------------------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| E1  | 2010 | Dissertação        | GeoGebra                                     | Identificar e compreender o uso de tecnologias digitais por professores de Cálculo.                                                   |
| E2  | 2011 | Dissertação        | “Tecnologia Educacional OR Ensino de (CDI)”  | Utilizar o GeoGebra para facilitar a compreensão de conceitos de Derivadas e Integrais no ensino de (CDI) em atividades exploratórias |
| E3  | 2013 | Dissertação        | Winplot, WinMat e GeoGebra                   | Estudos sobre as contribuições dos softwares Winplot e WinMat na formação de professores de matemática para o ensino de CDI           |

|     |      |                    |                                                                       |                                                                                                                                                                                                                |
|-----|------|--------------------|-----------------------------------------------------------------------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| E4  | 2014 | Artigo Científico  | GeoGebra                                                              | Estudo sobre estratégias de ensino para os conceitos de (CDI) e equações diferenciais para o trabalho de professores que lecionam Cálculo.                                                                     |
| E4  | 2015 | Tese               | GeoGebra                                                              | Avaliar as potencialidades das (TD) na abordagem de conceitos no ensino de (CDI), Geometria Analítica (GA) Álgebra Linear (AL).                                                                                |
| E6  | 2015 | Anais de Congresso | Winplot, GeoGebra, Grapes, SpeQ Mathematics e Math Mechanixs          | Avaliar estudos no que diz respeito do impacto do uso de ferramentas computacionais da ampliação de conceitos no ensino de (CDI).                                                                              |
| E7  | 2016 | Dissertação        | GeoGebra, Winplot, Maple, Matlab, Scilab, Wolfram Alpha (Mathematica) | Investigar e analisar as contribuições das (TD) no ensino e aprendizagem (CDI)                                                                                                                                 |
| E8  | 2016 | Artigo Científico  | GeoGebra                                                              | Investigar o conceito de limite de funções utilizando tarefas exploratórias e o software GeoGebra                                                                                                              |
| E9  | 2016 | Artigo Científico  | GeoGebra 3D                                                           | Apresenta discussão sobre a prática docente no ensino apoiado por recursos (TD) na disciplina de (CDI) II nos cursos de Licenciatura em Matemática e Engenharia de Produção                                    |
| E10 | 2018 | Artigo Científico  | GeoGebra                                                              | Investigar e compreender como o uso das (TD) tem sido implementado no ensino de (CDI) e quais impactos geram no ofício do professor.                                                                           |
| E11 | 2018 | Artigo Científico  | GeoGebra                                                              | Teve por finalidade, apresentar o desenvolvimento de um manual de uso do GeoGebra para auxiliar a compreensão de estudantes dos conteúdos de (CDI).                                                            |
| E12 | 2018 | Artigo Científico  | GeoGebra                                                              | Analisar e apresentar pesquisas relacionadas ao ensino e aprendizagem do (CDI) por meio da utilização das (TD)                                                                                                 |
| E13 | 2018 | Artigo Científico  | GeoGebra                                                              | Compreender De que forma os recursos digitais estão sendo utilizados no processo de ensinar e aprender (CDI) e do mesmo modo, os impactos que esses recursos tecnológicos influenciam as práticas pedagógicas. |
| E14 | 2019 | Artigo Científico  | GeoGebra                                                              | Investigar, organizar e apresentar resultados referentes ao ensino e à aprendizagem do (CDI) sob a perspectiva do Conhecimento Matemático para o Ensino.                                                       |
| E15 | 2021 | Tese               | GeoGebra                                                              | Avaliar uma proposta de ensino para o (CDI) sob a ótica da Engenharia Didática.                                                                                                                                |

|     |      |                   |                        |                                                                                                                                                                                               |
|-----|------|-------------------|------------------------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| E16 | 2022 | Artigo Científico | Geogebra e Winplot     | Compreender e explicitar as diferentes abordagens no ensino e na aprendizagem do (CDI) mediado por meio das (TD).                                                                             |
| E17 | 2022 | Artigo Científico | Softwares Educacionais | Teve como objetivo, realizar uma (RSL) para ampliar o entendimento do uso das potencialidades das (TD) quanto aos problemas encontrados no decorrer do ensino e da aprendizagem de (CDI)      |
| E18 | 2022 | Artigo Científico | Softwares Educacionais | A pesquisa teve como objetivo fazer um levantamento e investigar as produções a respeito do ensino e da aprendizagem do Cálculo Diferencial e Integral mediado por meio dos recursos Digitais |
| E19 | 2023 | Dissertação       | GeoGebra e Winplot     | Investigar e evidenciar aspectos da prática docente de professores acerca de conceitos de Função e de (CDI I) no contexto da formação de professores.                                         |
| E20 | 2024 | Artigo Científico | GeoGebra               | O uso do GeoGebra como recurso das (TDIC) no ensino do (CDI).                                                                                                                                 |

Fonte: Próprios autores (2024)

#### **Quadro 5:** Distribuição das publicações e tipo de material sobre (TD) no ensino de (CDI)

| Publicação         | 2010 a 2013 | 2014 a 2017 | 2018 a 2021 | 2022 a 2025 | Total |
|--------------------|-------------|-------------|-------------|-------------|-------|
| Artigos Científico | ---         | 3           | 5           | 4           | 12    |
| Dissertações       | 3           | 1           | ---         | 1           | 5     |
| Teses              | ---         | 1           | 1           | ---         | 2     |
| Anais de Congresso | ---         | 1           | ---         | ---         | 1     |
| Total              | 3           | 6           | 6           | 5           | 20    |

Fonte: Próprios autores (2024)

#### **Quadro 6:** Distribuição do uso das (TD) no ensino de (CDI)

| (TD) / Ano    | 2010 a 2013 | 2014 a 2017 | 2018 a 2021 | 2022 a 2025 | Total |
|---------------|-------------|-------------|-------------|-------------|-------|
| GeoGebra      | 2           | 6           | 6           | 3           | 17    |
| Winplot       | 2           | 2           | ---         | 2           | 6     |
| Wolfram Alpha | ---         | 1           | ---         | ---         | 1     |
| WinMat        | 1           | ---         | ---         | ---         | 1     |
| Total         | 5           | 9           | 6           | 5           | 25    |

Os quadros apresentados fornecem uma visão abrangente das metodologias e Tecnologias Digitais aplicadas ao ensino de CDI, evidenciando uma evolução na adoção dessas tecnologias ao longo dos anos. Ao comparar metodologias de ensino tradicionais com aquelas que utilizam Tecnologias Digitais, esta pesquisa revela novas estratégias pedagógicas e avalia criticamente sua eficácia.

Essa abordagem comparativa se destaca por sua inovação, especialmente em um contexto onde há poucas avaliações diretas desse tipo na literatura, contribuindo de forma significativa para o debate acadêmico sobre práticas pedagógicas eficazes. Além disso, a pesquisa destaca uma lacuna crucial na formação docente: a integração plena das Tecnologias Digitais nos currículos de formação de Professores de Matemática.

## 2.1. Resultados das investigações sobre Tecnologias Digitais (TD) e práticas de ensino nos estudos revisados

Tendo como base os 58 estudos investigados durante a RSL, 20 desses estudos são diretamente relacionados ao uso TD e estratégias de ensino e aprendizagem de CDI. Nesses 20 estudos, o “*software GeoGebra*” se destaca como um dos recursos digitais mais utilizado, aparecendo em diversas publicações ao longo dos anos. Justifica-se a escolha por sua relevância devido à versatilidade e também por ser um “*software*” livre muito utilizado no ensino de Matemática, permitindo que professores e estudantes visualizem conceitos abstratos de maneira mais concreta. Além disso, outras TD, como é o caso do *Winplot*, *Wolfram Alpha*, *Maple*, *Matlab*, e *Scilab*, também foram encontradas na RSL, revelando um interesse crescente na integração dessas tecnologias tanto para visualizar quanto para cálculos matemáticos avançado.

Na impossibilidade de discorrer sobre todos os vinte trabalhos, para que você, leitor, possa ter uma visão clara dos estudos desta revisão que nos permitiram buscar uma melhor compreensão no contexto da integração das TD no ensino de CDI, bem como das propensões teóricas e metodológicas, da análise crítica indicando tendências, recorrências e lacunas, organizamos e destacamos cinco estudos, sendo aqueles que abrangem o espectro mais relevante da literatura, especialmente na área relacionada à formação de Professores de Matemática. Dentre esses estudos, observa-se uma progressão temporal no uso de TD ao longo dos anos.

Verifica-se no trabalho (E1) de Richit (2010) que o *GeoGebra* foi utilizado em atividades exploratórias e na formação de professores. A investigação se constituiu num Curso de Extensão na modalidade da Educação a Distância (EaD) 100% online e participaram da pesquisa professores do Brasil e do Exterior, todos esses professores universitários ministram a disciplina (CDI).

Os debates sobre a utilização das TD subsidiaram as discussões de conceitos intrínsecos ao Cálculo, como funções; limites, derivadas e integrais. A partir de 2015, observamos um aumento na integração de várias tecnologias simultaneamente (*GeoGebra*, *Winplot*, *Maple*, *Matlab*, *Scilab*, *Wolfram Alpha*), o que indica um amadurecimento no uso de ferramentas tecnológicas no ensino de CDI.

Um exemplo é a pesquisa de doutorado (E4) de Richit (2015), que apresentou reflexões acerca da formação continuada de Professores de Matemática no contexto das Tecnologias da Informação e Comunicação – TICs, em um curso de extensão online voltado para professores atuantes em universidades públicas e privadas no Brasil e no exterior. O curso de extensão online teve como objetivo priorizar o trabalho docente mediado por recursos tecnológicos no ensino de conteúdos matemáticos.

A dinâmica do curso ocorreu por meio da plataforma *Moodle* e também contou com o uso dos “softwares *GeoGebra*” e “*Winplot*”, para mediar o ensino e a aprendizagem de temas como em CDI, Geometria e Álgebra Linear. O propósito principal era oferecer aos professores a oportunidade de ampliar suas concepções a respeito das TD, e, sobretudo, possibilitar que seus futuros alunos superem limitações e tenham acesso a diferentes perspectivas e abordagens para o ensino de CDI.

Já o estudo (E9) dos autores Siple et. al. (2016) aborda uma prática pedagógica mediada por tecnologias, aplicada na disciplina de Cálculo Diferencial e Integral II dos cursos de Licenciatura em Matemática e Engenharia de Produção e Sistemas da UDESC, por meio do “*software GeoGebra 3D*” para o ensino de derivadas parciais de funções de duas variáveis, buscando contribuir para o debate sobre o uso de tecnologia no ensino de Cálculo.

Um bom exemplo deste estudo, trata-se da questão de como um estudante poderia interpretar o conceito de derivadas parciais envolvendo o cálculo do plano tangente a uma superfície num dado ponto. A expressão algébrica do plano tangente a uma superfície  $z = f(x, y)$  em um ponto  $(x_0, y_0, z_0)$  descrita apenas pela fórmula:  $z - z_0 = \frac{\partial f}{\partial x}(x - x_0) + \frac{\partial f}{\partial y}(y - y_0)$ ,

[...] pode ser menos significativo para o estudante que mostrar (fazer visualizar) o objeto criado utilizando-se os recursos tridimensionais de um software. Conhecendo a representação algébrica, o estudante pode até conseguir resolver os exercícios sobre esse tema. Porém, sem uma transição para o campo geométrico, será possível, de fato, que ele compreenda o significado das derivadas parciais na equação do plano tangente? (Siple et. al. 2016, p. 119).

Ou seja, afirmar que, embora um estudante seja capaz de resolver problemas matemáticos apenas com base na representação algébrica – fórmulas e cálculos, todavia, essa abordagem pode ser menos eficaz para auxiliar o estudante de CDI a realmente entender o conceito profundamente, isto é, o que seus cálculos pretendem representar. Isso significa dizer que, a utilização das TD tridimensionais – visualização

gráfica de objeto ou conceito em 3D pode oferecer uma melhor compreensão.

Especificamente no caso das derivadas parciais e da equação do plano tangente, a transição do entendimento puramente algébrico para a representação geométrica é importante para que o estudante compreenda plenamente o real significado desses conceitos.

Na dissertação realizada por Barthmann (2023), expressa no estudo (E19) traz à tona uma análise crítica da prática docente no ensino superior, particularmente no que se refere ao ensino dos conceitos de Função e de Cálculo Diferencial e Integral I. A pesquisa da autora evidencia ser fundamental compreender de forma profunda o conceito de função, não apenas como um elemento central da Matemática, mas também como um pilar fundamental para o sucesso dos estudantes em disciplinas avançadas como o Cálculo Diferencial e Integral.

O procedimento da investigação do estudo supracitado, foi composto por questionários e entrevistas online como métodos de coleta de dados via plataforma virtuais como *Google Forms* e *Google Meet*. O questionário como primeiro procedimento metodológico foi uma decisão estratégica para permitir o delineamento do perfil dos participantes, identificando suas áreas de atuação e suas motivações profissionais.

Além disso, o questionário serviu como base para a elaboração de entrevistas, garantindo que estas sejam mais focadas e relevantes para os objetivos da pesquisa, que incluem investigar como os professores de instituições públicas de ensino superior abordam conceitos essenciais como Função e Cálculo Diferencial e Integral I.

A investigação sugere que a falta de entendimento sólido desse conceito pode acarretar as altas taxas de reprovação constatadas na referida disciplina, o que levanta questões importantes sobre a eficácia das metodologias de ensino atualmente utilizadas. Além disso, discuti o

equilíbrio que se deve ter ao tratar o formalismo e a intuição na condução das aulas.

Isso significa dizer que o rigor matemático e abordagens pedagógicas devem facilitar a compreensão dos estudantes. Levar em consideração a devida importância na formação docente, seja ela inicial ou continuada, e especialmente no que diz respeito ao uso de tecnologias no ensino, é a reflexão que se estende à necessidade de preparar professores que não apenas tenham domínio do conteúdo, mas que também sejam capazes de integrar tecnologias de forma eficaz em suas práticas docente.

O estudo (E20) dos pesquisadores Machado et. al. (2024), por exemplo, reflete a complexidade e a evolução da trajetória de pesquisa do autor ao longo de seu Mestrado e Doutorado, centrada no uso do *GeoGebra* como uma TIC para o ensino de CDI. A escolha pelo *GeoGebra* como ferramenta educacional foi motivada pela necessidade de melhorar a visualização gráfica por parte dos estudantes, uma área crítica no ensino do Cálculo, onde a compreensão visual pode facilitar a compreensão de conceitos abstratos como a integral de área.

Além disso, ressalta a relevância das TD no ensino de CDI, destacando seu papel no processo formativo de Professores de Matemática, tendo como base de desenvolvimento, a observação da práxis docente, evidenciando como a integração das TIC's pode não somente aprimorar a compreensão de conceitos matemáticos, mas igualmente, fomentar uma reflexão crítica sobre as práticas pedagógicas.

Essas ações multifacetadas são fundamentais para capacitar futuros Professores de Matemática, oferecendo-lhes ferramentas e métodos que viabilizem ensinar e aprender conceitos mais complexos, fortalecendo, assim, a formação deste profissional.

## 2.2. Retomando às questões de pesquisa

Durante a RSL dos materiais selecionados, os estudos foram

analisados e as ideias centrais sintetizadas, tendo por finalidade responder às questões que orientam esta pesquisa. Em particular, a análise dos dados coletados e das ideias centrais dos estudos nos conduz de volta às questões norteadoras que estruturam esta investigação. Assim, buscamos responder às questões de pesquisa:

### 2.2.1. De que forma os recursos digitais influenciam a compreensão conceitual e as abordagens pedagógicas no ensino de Cálculo Diferencial e Integral (CDI) para licenciandos em Matemática?

As TD impactam significativamente a forma como os conceitos de CDI são compreendidos no processo de ensinar e aprender. Ferramentas como os “softwares” “GeoGebra”, “Winplot”, “Wolfram Alpha”, “Maple”, “Matlab”, e “Scilab”, educacionais possibilitam que aqueles conceitos abstratos sejam representados visualmente, facilitando e ampliando a compreensão dos estudantes acerca do tema. Esses recursos podem facilitar uma transição mais fluida do pensamento algébrico para o geométrico.

Isso significa dizer que essa transição entre diferentes representações ocorre com maior flexibilidade, permitindo ao estudante, “enxergar” o que os cálculos estão expressando, o que, por sua vez, aprofunda a compreensão, especialmente, em tópicos como derivadas parciais e planos tangentes. Ao longo do tempo, o uso desses recursos tecnológicos no ensino de CDI evoluiu, aprimorando as metodologias pedagógicas e a formação de Professores de Matemática.

### 2.2.2. Quais poderiam ser as estratégias eficazes para integrar recursos digitais na formação de Professores de Matemática, visando melhorar a qualidade do ensino de Cálculo Diferencial e Integral (CDI)?

Para integrar eficazmente os recursos das TD na formação de

Professores de Matemática, precisa-se refletir em qual abordagem e estratégia estamos nos referindo. Ou seja, incluir cursos de capacitação que utilizem plataformas como Moodle e os recursos tais qual o “GeoGebra” e outros “softwares” educacionais, para aprimorar as habilidades tecnológicas dos professores, é imprescindível.

Além disso, esses programas devem promover uma reflexão sobre como essas tecnologias podem ser usadas para enriquecer o ensino e tornar os conceitos matemáticos mais acessíveis aos estudantes.

Nesse sentido, tomando como referência o estudo de Soffner (2013), *intitulado: Tecnologia e Educação: Um diálogo Freire – Papert*, os computadores são máquinas utilizadas na educação como instrumentos pedagógico de mudança e inovação, e não podem tornar-se “um fim em si mesmos, gerando interesse puramente técnico; o ensino da tecnologia parece, em determinado momento, valer mais do que o ensino com tecnologia” (p. 150).

A formação continuada deve focar em desenvolver a capacidade dos professores de integrar essas ferramentas nas suas práticas pedagógicas, ajudando-os a superar desafios e a explorar novas formas de ensino do Cálculo Diferencial e Integral. Verificamos que integrar recursos digitais no ensino de Cálculo Diferencial e Integral e na formação de Professores de Matemática, promove um melhor entendimento conceitual e ao mesmo tempo, renova as práticas pedagógicas no exercício profissional docente.

As Tecnologias Digitais, quando incorporadas de maneira estratégica, demonstram potencial para tornar as ações pedagógicas mais dinâmica e eficazes. Realçamos a seguir, nas considerações finais, as principais tendências identificadas e a importância de aprofundar o uso de algumas ferramentas tecnológicas discutidas nesta pesquisa, à luz da Educação Matemática.

## Considerações Finais

Os estudos investigados revelam uma tendência clara de ampliação e diversificação no uso das Tecnologias Digitais no ensino de Cálculo Diferencial e Integral, com especial atenção à sua combinação com estratégias pedagógicas ativas.

Este estudo se distingue por preencher uma lacuna significativa na literatura ao focar especificamente na intersecção entre TD, ensino de CDI, e formação de Professores de Matemática. Embora essa perspectiva não tenha sido amplamente discutida na literatura, em parte devido a atenção predominante em outros aspectos do ensino de CDI, como metodologias tradicionais e foco nas dificuldades de aprendizagem, ela oferece uma contribuição relevante para o campo da Educação Matemática.

As TD são vistas como facilitadoras do processo educacional, tanto do ensino quanto da formação de professores, sobretudo, de Matemática, refletindo uma integração mais profunda e significativa no ensino de Matemática. Ou seja, no campo docente profissional, há destaque para uma prática pedagógica pautada na reflexão, reconhecimento das necessidades contemporânea, na motivação para renovar as práticas tradicionais de ensino, e igualmente, disposição para o compartilhamento de ideias e técnicas de aprendizagens considerando toda uma dinâmica de sala de aula.

Constatamos nos diferentes estudos levantados nesta pesquisa, que todos os trabalhos defendem a necessidade de desenvolver um sistema de ensino e aprendizagem eficaz. Em outras palavras, que o sistema em questão deve ser desenhado para melhorar a qualidade do ensino e da aprendizagem, tornando-os mais eficientes e produtivos. A utilização estratégica de TD promovida no ensino de CDI não só potencializa o aprendizado dos estudantes, todavia, capacita futuros Professores de

Matemática, ao enfrentamento dos desafios contemporâneos educacionais.

Concluimos neste artigo que a adoção das TD no ensino de CDI seja bem-sucedida, é fundamental que o processo formativo dos Professores de Matemática acompanhe esse movimento, preparando-os para utilizar metodologias ativas de maneira reflexiva e eficaz em suas práticas docentes.

## Integration of Digital Technologies in Mathematics Teacher Training: Focus on Teaching Differential and Integral Calculus

### Abstract

The present study analyzes the practices and contributions of Digital Technologies – DT in the teaching of Differential and Integral Calculus – CDI in the training process of Mathematics teachers. In this investigation, we proposed to answer two guiding questions: How do digital resources influence conceptual understanding and the pedagogical approach in teaching Differential and Integral Calculus – CDI in Mathematics courses? And what could be effective strategies to integrate digital resources in the training of Mathematics teachers, aiming to improve the quality of teaching Differential and Integral Calculus – CDI? The research used studies from the last 21 years (2003 to 2024) in the Systematic Literature Review – RSL, with the aim of identifying how these technologies have been integrated into the curriculum and equally, how they influence the conceptual and pedagogical understanding of future Mathematics teachers. . It was found that the use of DT is no longer a trend, becoming a necessity to modernize Mathematics teaching, providing new learning opportunities and improving the quality of education. It was also evident that professional teaching training must accompany this movement, training teachers to use active methodologies and technological tools effectively. This study concludes that the integration of DT in CDI teaching enhances learning, while at the same time empowering teachers to face contemporary educational challenges.

*Keywords: Digital Technologies (DT); Differential and Integral Calculus (CDI); Mathematics Teacher Training; Teaching Mathematics; Systematic Literature Review (RSL).*

### Referências

ALMEIDA, M. V. ESQUINCALHA, A. C. ABAR, C. A. A. P. O que dizem as pesquisas sobre Ensino Híbrido e o Cálculo Diferencial e Integral?. **TANGRAM-Revista de Educação Matemática**, v. 5, n. 3, p. 104-131, 2022.

ALVARENGA, K. B; DORR, R. C. VIEIRA, V. D. O ensino e a aprendizagem de cálculo diferencial e integral: características e interseções no centro-oeste

brasileiro. **Revista Brasileira de Ensino Superior**, Brasília, v. 2, n. 4, p. 46-57, 2016.

ALVEZ, A. F. S. **Um estudo das Atividades Proposta em um Curso de Licenciatura em Matemática, na Disciplina de Introdução ao Cálculo Diferencial e Integral, na Modalidade a Distância**. 2011, 96 f. Dissertação (Mestrado Profissional no Ensino de Matemática). Pontifícia Universidade Católica de São Paulo.

BARTHMANN, J. A. L. **Aspectos entre os conceitos de Função e o Cálculo Diferencial e Integral I na prática docente de professores de Matemática**. 295 f. Dissertação (Mestrado em Educação Matemática). Instituto de Geociências e Ciências Exatas do Câmpus de Rio Claro da Universidade Estadual Paulista “Júlio de Mesquita Filho”, 2023.

BARTO, M. C. A. **Um olhar sobre as ideias matemáticas em um curso de cálculo: a produção de significados para continuidade**. 2004. 145 f. Tese (Doutorado em Educação Matemática) – Pontifícia Universidade Católica de São Paulo. (2004).

BRASIL. Ministério da Educação. Conselho Nacional de Educação Superior. Câmara de Educação Superior. **Parecer CNE/CES nº 1.302/2001**. Diretrizes Curriculares Nacionais para os Cursos de Matemática, Bacharelado e Licenciatura. Brasília, 2001.

BURIGATO, S. M. M. S. UM OLHAR SOBRE A INTRODUÇÃO DO CONCEITO DE LIMITE. **Anais do Seminário Sul-Mato-Grossense de Pesquisa em Educação Matemática**, v. 11, n. 1, 2017.

COTRILL, J. D. et. al. Understanding the limit concept: beginning with a coordinate process schema. In: **Journal of mathematical behavior**, vol. 15, 1996, p. 167 – 192.

FLORE, J. B; LIMA, V. M. R; MÜLHER, T. J. O uso das tecnologias da informação e comunicação no ensino de cálculo diferencial e integral: **reflexões a partir de uma metanálise**”, *Abakos*, vol. 6, n. 2, p. 21-35, 2018.

FONSECA, V. G; HENRIQUES, A. A aprendizagem do conceito de limite de funções com recurso a tarefas exploratórias e ao Geogebra. In: **Encontros de Investigação em Educação Matemática, Évora, Portugal, nov. 2016. Atas...**, Universidade de Évora, 2016.

FONTES, L. S. **As metodologias ativas de aprendizagem e sua contribuição para o ensino de Cálculo Diferencial e Integral**. 172 f. Tese (Doutorado em Educação). Universidade de Brasília, Faculdade de Educação, Programa de Pós-Graduação em Educação, 2021.

GALVÃO, M. C. B. O levantamento bibliográfico e a pesquisa científica. In:

FRANCO, L. J.; PASSOS, A. D. C. (Org.). **Fundamentos de epidemiologia**. 2. ed. São Paulo: Manole, 2010.

GALVÃO, M. C. B; RICARTE, . L. M. Revisão sistemática da literatura: conceituação, produção e publicação. **Logeion: Filosofia da informação**, v. 6, n. 1, p. 57-73, 2019.

HELLMANN, L. et al. Geogebra no ensino de cálculo diferencial e integral i. **Revista Eletrônica Científica Inovação e Tecnologia**, v. 7, n. 16, p. 31-46, 2016.

IGLIORI, S. B. C.; ALMEIDA, M. V. Abordagens de ensino para conceitos do cálculo diferencial e integral. **Metáfora Educacional**, n. 16, p. 44-63, 2015.

JORDAAN, T. **Misconceptions of the limit concept in a mathematics course for engineering students**. 2005. Tese de Doutorado. University of South Africa.

LACERDA, L. F. et al. CÁLCULO DIFERENCIAL E INTEGRAL: UMA (RE) CONSTRUÇÃO DE SIGNIFICADOS UTILIZANDO TECNOLOGIA. **Exatas & Engenharias**, v. 8, n. 23, 2018.

LOPES, V. R.; SCHERER, S. Cálculo Diferencial e Integral e o Uso de Tecnologias Digitais de Informação e Comunicação: uma discussão de pesquisas nos últimos onze anos. **Jornal Internacional de Estudos em Educação Matemática**, v. 11, n. 2, p. 145-159, 2018.

MACHADO, J. T. et al. O Geogebra no ensino do cálculo diferencial e integral—uma visão positivista e dialética no percurso da pesquisa. **Cuadernos de Educación y Desarrollo**, v. 16, n. 6, p. e4635-e4635, 2024.

MADUREIRO, M. E. C.; VASCONCELOS, F. H. L.; BARROS, F. E. M. As tecnologias integradas ao ensino e a formação de professores na educação básica: uma revisão sistemática de literatura. **Revista Científica Multidisciplinar Núcleo do Conhecimento**. Ano. 08, ed. 02, vol. 02, pp. 80-94.

MARTINS, E. R. **O Uso dos Softwares Winplot e WinMat no curso de Licenciatura em Matemática: Potencialidades, Possibilidades, e Desafios**. 2013, 126 f. Dissertação (Mestrado em Ensino de Ciências Exatas). Centro Universitário UNIVATES.

MESSIAS, M. A. V. F. **Um Estudo Exploratório sobre a Imagem Conceitual de Estudantes Universitários acerca do Conceito de Limites de Função**. 2013. 133 31 fls. Dissertação (Mestrado Em Educação em Ciências e Matemática) – Universidade Federal do Pará, Belém, 2013.

MOREIRA, P. C.; FERREIRA, A. C. O lugar da matemática na licenciatura em matemática. **Bolema: Boletim de Educação Matemática**, v. 27, p. 981-1005, 2013.

NAIR, G. S. **College students' concept images of asymptotes, limits, and continuity of rational functions**. 2010. Tese de Doutorado. The Ohio State University.

ORFALI, F.; DA PONTE, T. A. P. Contextualização e formalismo matemático no ensino de limites e continuidade: um estudo de caso. In: **XIV Conferencia Interamericana de Educación Matemática**. 2015.

PAULIN, J. F. Viol; RIBEIRO, A. J. Ensino e Aprendizagem do Teorema Fundamental do Cálculo: algumas reflexões a partir de uma revisão sistemática de literatura Teaching and Learning of the Fundamental Theorem of Calculus: some reflections from a systematic literature review. **Educação Matemática Pesquisa**, v. 21, n. 2, 2019.

PELIZZARI, A. et al. Teoria da aprendizagem significativa segundo Ausubel. **revista PEC**, v. 2, n. 1, p. 37-42, 2002.

PINHO, E. V.; SINDEAUX, E. R. Uso de software como ferramenta para auxiliar no estudo de cálculo diferencial e integral no curso de licenciatura em matemática no instituto federal de educação, ciência e tecnologia de roraima. **Fórum de integração ensino, pesquisa, extensão e inovação tecnológica do ifrr-e-issn 2447-1208**, v. 2, n. 3, 2015.

PREVOT, F. B; SCHIMIGUEL, J. Uma revisão sistemática da literatura sobre M-Learning, ABP e Modelagem matemática na aprendizagem de CDI em engenharias. **Revista Signos**, v. 41, n. 1, 2020.

RASMUSSEN, C.; MARRONGELLE, K.; BORBA, M. C. Research on calculus: what do we know and where do we need to go?. **ZDM**, v. 46, p. 507-515, 2014.

REZENDE, W. M. O ensino de Cálculo: dificuldades de natureza epistemológica. **Linguagem, Conhecimento, Ação-ensaios epistemologia e didática. Escrituras: São Paulo**, 2003.

RICHT, A. **Aspectos conceituais e instrumentais do conhecimento da prática do professor de cálculo diferencial e integral no contexto das tecnologias digitais**. 2010, 243 f. Dissertação (Educação Matemática. Universidade Estadual Paulista, Instituto Geociências e Ciências Exatas).

RICHT, A. **Formação de Professores de matemática da Educação Superior e as Tecnologias Digitais: aspectos do conhecimento revelados no contexto de uma comunidade de prática online**. 596 f. Tese (Doutorado em Educação Matemática) – Universidade Estadual Júlio de Mesquita Filho. Rio Claro, 2015.

SANTOS, J. N. et al. Uma revisão sistemática sobre a presença das tecnologias digitais frente às problemáticas do ensino e da aprendizagem do cálculo no ensino superior. **Revista Brasileira de Educação em Ciências e Educação Matemática**,

Cascavel, v. 6, n. 1, p. 110-132. 2022.

SCREMIN, G. et. al. O uso de tecnologia no ensino e na aprendizagem de cálculo diferencial. **Revista Docência Ensino Superior**, Belo Horizonte, 8(2), 119-139, 2018.

SIPLE, I. Z. et al. TIC na prática docente: o olhar de um professor de cálculo diferencial e integral. **Revista Docência do Ensino Superior**, v. 6, n. 2, p. 115-134, 2016.

SOFFNER, R. Tecnologia e educação: um diálogo Freire–Papert. **Revista Tópicos Educacionais**, v. 19, n. 1, p. 147-162, 2013.

SOUZA, R. F. **Recursos da tecnologia da informação e comunicação no ensino da estatística: o GeoGebra**. 2019. 114 f. Dissertação (Mestrado em Ensino de Ciências e Matemática) - Universidade Cruzeiro do Sul, São Paulo, 2019.

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

