Aprendizagem Significativa Crítica no Ensino de Cálculo Diferencial e Integral

Thiago Massolini MARCHESIN[1]; Jessica dos Reis BELISSIMO[2]
Universidade Estadual Paulista, Faculdade de Ciência, Bauru – SP[1]
Universidade de São Paulo, Instituto de Estudos Avançados, São Carlos - SP[2]
Eixo Temático: Eixo 09 - Formação e profissionalização docente
E-mail do primeiro autor: thiago.m.marchesin@unesp.br

Resumo: Esta pesquisa teve como objetivo investigar as percepções de licenciandos em Física acerca das disciplinas de Cálculo Diferencial e Integral I e II, analisando de que maneira as experiências vivenciadas nesses componentes curriculares relacionam-se à construção de uma Aprendizagem Significativa Crítica. Fundamentada na teoria da Aprendizagem Significativa Crítica de Marco Antônio Moreira, a investigação desenvolveu-se por meio de uma abordagem qualitativa, utilizando a Análise Textual Discursiva como método de interpretação dos dados. Participaram da pesquisa dezesseis estudantes do curso de Física da Universidade Estadual Paulista (Unesp), campus Bauru, que cursaram ou estavam cursando as disciplinas de Cálculo I e II. Os dados foram produzidos a partir de questionários abertos, analisados em etapas de unitarização, categorização e produção de metatextos. Os resultados evidenciaram três categorias centrais: cálculo como construção social, progressão conceitual e articulação dos conhecimentos prévios, e mediação tecnológica na compreensão conceitual. As falas dos discentes indicaram que práticas contextualizadas, articuladas à Física e apoiadas pelo uso de softwares como *GeoGebra* e *Wolfram Mathematica* favorecem a compreensão conceitual, a autonomia intelectual e a atribuição de significados aos conteúdos matemáticos. Conclui-se que o ensino de cálculo se torna mais significativo quando supera práticas mecanicistas e incorpora dimensões críticas, reflexivas e contextualizadas no processo formativo.

Palavras-chave: Ensino de Cálculo. Aprendizagem Significativa Crítica. Formação em Física.

1. Introdução

O Cálculo Diferencial e Integral ocupa uma posição central na formação em Ciências Exatas, especialmente no campo da Física, por fornecer ferramentas matemáticas fundamentais para a modelagem e interpretação de fenômenos naturais. Conceitos como derivada e integral permitem compreender processos relacionados à variação, ao movimento e à acumulação, constituindo elementos essenciais para a construção do conhecimento físico (Pietrocola, 2002). Além de sua relevância científica, o Cálculo também representa, para muitos estudantes, o primeiro contato com uma matemática mais formal, abstrata e rigorosa, desempenhando papel importante no desenvolvimento do pensamento lógico e da capacidade de abstração (Lima, 2018).

Apesar de sua importância na formação acadêmica, diversos estudos apontam dificuldades persistentes nos processos de ensino e aprendizagem do Cálculo Diferencial

e Integral (Silva; Mota, 2024). Entre os principais desafios identificados estão o predomínio de práticas centradas na repetição de técnicas e fórmulas, a excessiva abstração dos conteúdos e a dificuldade dos estudantes em estabelecer relações entre os conhecimentos matemáticos e os fenômenos físicos. Em muitos casos, a aprendizagem acaba reduzida à mecanização de procedimentos algorítmicos, comprometendo a compreensão conceitual e a construção de sentidos para os conteúdos estudados.

Essas dificuldades tornam-se ainda mais significativas na formação inicial de professores de Física, uma vez que a compreensão dos conceitos físicos depende, em grande medida, da apropriação do ferramental matemático. Estudos como os de Zarpelon (2016) e Admiral (2016) evidenciam que limitações na aprendizagem do Cálculo podem repercutir diretamente no desempenho em disciplinas subsequentes e na futura atuação docente, dificultando a articulação entre Matemática, Física e ensino.

Diante desse cenário, torna-se necessário refletir sobre as relações entre o ensino de Cálculo Diferencial e Integral e a formação de professores de Física, especialmente no que se refere às possibilidades de integração entre abstração matemática, compreensão conceitual e contextualização dos fenômenos físicos. Nessa perspectiva, esta pesquisa objetivou investigar as percepções de licenciandos em Física acerca das disciplinas de Cálculo Diferencial e Integral I e II, analisando de que maneira as experiências vivenciadas nesses componentes curriculares relacionam-se à construção de uma Aprendizagem Significativa Crítica.

2. Fundamentos teóricos do ensino de Cálculo Diferencial e Integral na formação de professores de Física

O ensino de Cálculo Diferencial e Integral na formação inicial de professores de Física envolve discussões que ultrapassam aspectos técnicos e operacionais, relacionando-se às concepções de conhecimento, aprendizagem e formação docente presentes nas Ciências Exatas. Historicamente, o Cálculo consolidou-se como linguagem fundamental para a interpretação dos fenômenos físicos, permitindo descrever processos relacionados ao movimento, à variação e às transformações da natureza. Apesar dessa relação intrínseca entre Matemática e Física, o ensino dessas áreas frequentemente ocorre de forma fragmentada, favorecendo uma compreensão compartimentalizada do conhecimento científico.

Segundo Garber (1999), uma das principais dificuldades dos estudantes consiste em transformar expressões matemáticas em compreensão física, evidenciando que aprender Física não depende apenas do domínio técnico de fórmulas e algoritmos, mas da capacidade de interpretar seus significados conceituais. Entretanto, o ensino tradicional de Cálculo costuma privilegiar práticas mecanizadas, centradas na repetição de técnicas de

diferenciação e integração (Larson et al., 1998). Nessa perspectiva, muitos estudantes conseguem resolver procedimentos algorítmicos, mas apresentam dificuldades em compreender os fundamentos conceituais envolvidos (Almouloud; Silva, 2012). Além disso, Beltrão et al. (2023) apontam que as aulas de Cálculo são frequentemente percebidas como excessivamente abstratas e pouco articuladas às aplicações práticas.

Essa racionalidade tecnicista contribui para a fragmentação entre Matemática, Física e formação docente, impactando diretamente a trajetória acadêmica dos licenciandos. Estudos como os de Zarpelon (2016) demonstram que dificuldades nas disciplinas iniciais de Cálculo repercutem no desempenho em componentes posteriores da Física e da Matemática. De modo semelhante, Admiral (2016) identificou dificuldades entre licenciandos em Física na articulação entre conhecimentos matemáticos e físicos, bem como limitações na adaptação desses conteúdos para o contexto escolar.

Diante desse cenário, a Teoria da Aprendizagem Significativa, proposta por Ausubel (1968), oferece contribuições importantes ao defender que a aprendizagem ocorre quando novos conhecimentos relacionam-se, de forma não arbitrária, aos conhecimentos prévios dos estudantes. Entretanto, Moreira (2011) amplia essa perspectiva ao propor a Teoria da Aprendizagem Significativa Crítica, compreendendo a aprendizagem não apenas como assimilação de conteúdos, mas como processo que favorece reflexão, autonomia e posicionamento crítico diante da realidade.

Sob essa perspectiva, o ensino de Cálculo exige a superação de práticas centradas exclusivamente na repetição mecânica de exercícios, passando a valorizar compreensão conceitual, contextualização e construção de sentidos para os conhecimentos matemáticos. Essa compreensão aproxima-se das contribuições de Freire (1996), ao defender uma educação fundamentada no diálogo, na problematização da realidade e na participação ativa dos sujeitos na construção do conhecimento.

Nessa direção, Gontijo (2023) destaca que a integração entre o ensino de Cálculo e atividades investigativas ou experimentais favorece o desenvolvimento do pensamento crítico, permitindo aos estudantes estabelecer relações entre abstração matemática e fenômenos observáveis. Assim, pensar o ensino de Cálculo na formação de professores de Física implica reconhecer a necessidade de práticas pedagógicas que articulem Matemática, Física, contextualização e reflexão crítica, favorecendo processos formativos mais significativos e integrados à realidade dos sujeitos.

Desse modo, pensar o ensino de Cálculo na formação inicial de professores de Física implica reconhecer a necessidade de práticas pedagógicas que articulem abstração matemática, compreensão conceitual, contextualização e reflexão crítica. Mais do que desenvolver competências operatórias, trata-se de favorecer processos formativos capazes de integrar Matemática, Física e realidade social, contribuindo para a formação

de docentes críticos, investigativos e comprometidos com a construção significativa do conhecimento científico.

3. Aportes Metodológicos da Pesquisa

O desenvolvimento metodológico desta pesquisa insere-se em uma abordagem qualitativa, voltada à compreensão dos significados atribuídos pelos licenciandos às suas experiências formativas no contexto do ensino de Cálculo Diferencial e Integral. Conforme Flick (2013), a pesquisa qualitativa busca compreender os fenômenos em seus contextos sociais e educacionais, valorizando as percepções, interpretações e experiências dos sujeitos envolvidos no processo investigativo. Nessa perspectiva, a investigação foi desenvolvida no curso de Licenciatura em Física da Universidade Estadual Paulista (Unesp), campus de Bauru, tendo como foco as disciplinas de Cálculo Diferencial e Integral I e II, devido à importância desses componentes na formação inicial em Física.

A constituição dos dados ocorreu por meio da aplicação de um questionário aberto, composto por questões discursivas relacionadas às metodologias de ensino, organização dos conteúdos, processos avaliativos, dificuldades de aprendizagem e contribuições do Cálculo para a formação acadêmica e docente dos estudantes. A utilização desse instrumento possibilitou maior liberdade aos participantes para expressarem suas percepções, experiências e interpretações acerca das disciplinas investigadas.

Os participantes foram selecionados por amostragem intencional (Flick, 2013), considerando critérios de pertinência em relação aos objetivos da pesquisa. Participaram licenciandos vinculados aos currículos 1605 e 1606 do curso de Física, que cursaram ou estavam cursando as disciplinas de Cálculo I e II.

A análise dos dados fundamentou-se na Análise Textual Discursiva (ATD), proposta por Moraes e Galiazzi (2016), escolhida por sua potencialidade em interpretar os sentidos produzidos nos discursos dos participantes. A ATD caracteriza-se como um método de análise qualitativa que busca produzir compreensões emergentes a partir da fragmentação, reorganização e interpretação dos textos analisados. O processo analítico foi organizado em três etapas interdependentes: unitarização, categorização e produção de metatextos.

Na etapa de unitarização, os discursos dos participantes foram fragmentados em unidades de significado, buscando identificar elementos relevantes relacionados às experiências dos estudantes com o ensino de Cálculo. Em seguida, na categorização, essas unidades foram agrupadas a partir de aproximações semânticas e recorrências presentes nos discursos, possibilitando a construção de eixos temáticos interpretativos. Por fim, a produção dos metatextos consistiu na elaboração de interpretações analíticas articulando os dados empíricos aos referenciais teóricos que fundamentam a pesquisa,

permitindo compreender os sentidos atribuídos pelos licenciandos às práticas pedagógicas vivenciadas nas disciplinas investigadas.

A pesquisa foi aprovada pelo Comitê de Ética em Pesquisa da Unesp, sob o CAAE nº 88588325.40000.5398, garantindo o respeito aos princípios éticos envolvendo pesquisas com seres humanos.

4. Análise textual discursiva das percepções dos discentes

Nesta seção, apresenta-se a Análise Textual Discursiva (ATD) desenvolvida a partir dos discursos dos licenciandos em Física acerca das disciplinas de Cálculo I e II. A análise buscou compreender os sentidos atribuídos pelos estudantes às experiências vivenciadas nessas disciplinas, especialmente em relação às práticas pedagógicas que favorecem, ou dificultam, a construção de uma Aprendizagem Significativa Crítica.

Participaram da pesquisa dezesseis licenciandos que cursaram as disciplinas de Cálculo I e II em diferentes momentos da graduação, sendo treze vinculados ao currículo 1605 e três ao currículo 1606.

Unitarização: sentidos atribuídos pelos discentes

A unitarização dos discursos consistiu na identificação de unidades de significado relacionadas às experiências dos estudantes com o ensino de Cálculo Diferencial e Integral. Entre os sentidos emergentes, destacam-se percepções ligadas ao uso de tecnologias digitais, à contextualização dos conteúdos matemáticos e à organização gradual dos conhecimentos.

Um dos aspectos recorrentes nas falas dos estudantes refere-se à valorização de softwares matemáticos como instrumentos capazes de auxiliar na compreensão dos conceitos abordados nas disciplinas:

> ***Aluno (1):*** *Em cálculo 1 e 2 nós não conhecíamos o geogebra e o wolfram, seria bem úteis no aprendizagem [sic].*
>
> ***Aluno (2):*** *Acredito que utilizar o Wolfram e o geogebra como estratégias de visualizar melhor os gráficos das equações e outras soluções.*
>
> ***Aluno (3):*** *Sim, simulações simples para representar o comportamento da Reta Tangente, por exemplo, facilitaria o entendimento do conceito de derivada ao ser abordada pela primeira vez. [...]*

As falas evidenciam que os estudantes associam parte das dificuldades no aprendizado do Cálculo ao elevado nível de abstração presente nos conteúdos. Nesse contexto, os softwares aparecem como recursos que possibilitam visualizar comportamentos matemáticos e interpretar graficamente conceitos que, muitas vezes, são apresentados apenas de maneira algorítmica e simbólica. Tal percepção aproxima-se das discussões de Scremin *et. al* (2018), ao indicarem que tecnologias digitais podem favorecer a interpretação gráfica e a compreensão conceitual no ensino de Cálculo Diferencial e

Integral.

Além disso, os discursos sugerem que a utilização dessas ferramentas ultrapassa uma função meramente ilustrativa. Quando o Aluno (3) afirma que esses recursos "permitem maiores graus de autonomia por parte do aluno", percebe-se que os estudantes associam a tecnologia à possibilidade de exploração investigativa dos conceitos matemáticos. Essa compreensão aproxima-se das contribuições de Gontijo (2023), ao defender que práticas investigativas e experimentais favorecem o desenvolvimento do pensamento crítico e da autonomia intelectual dos estudantes.

Outras unidades de significado relacionam-se à importância da articulação entre o Cálculo e outras áreas do conhecimento, especialmente a Física:

> ***Aluno (4)**: Acredito que aplicar esses saberes em outras situações ajudou a consolidar e aprofundar.*
>
> ***Aluno (5):** Sim, eu conseguir identificar e entender melhor alguns conceitos da Física Básica. Isso aumentou o meu interesse pois me auxiliou em outras matérias.*
>
> ***Aluno (3):** Relacionar os ferramentais aprendidos com os aspectos físicos ou aplicações em situações reais, como exemplos clássicos de pesquisas*

As falas revelam que os estudantes atribuem maior significado aos conteúdos matemáticos quando conseguem relacioná-los a fenômenos físicos e a situações presentes em sua formação acadêmica. Nesse sentido, o Cálculo deixa de ser percebido apenas como um conjunto de técnicas matemáticas e passa a assumir uma função interpretativa na compreensão de fenômenos físicos. Tal percepção dialoga com Garber (1999), ao destacar que a aprendizagem em Física depende não apenas da manipulação matemática, mas da capacidade de interpretar os significados físicos expressos nas representações matemáticas.

Entretanto, os discursos vão além da simples defesa de aplicações práticas. Alguns estudantes demonstram reconhecer a importância de aproximar o ensino da realidade e das motivações dos próprios sujeitos:

> ***Aluno (6):** Talvez maior aplicação de conhecimentos da realidade dos alunos, dando mais exemplos práticos, descobrir por que os alunos entraram em Física e usar isso ao seu favor para trabalhar o cálculo a partir disso.*
>
> ***Aluno (3):** "[...] acredito que aguça o caráter 'inventivo' à medida que procuramos descrever um fenômeno físico através dos conceitos aprendidos. [...] Compreender o modo como posso usar os conceitos de cálculo para descrever fenômenos físicos e situações correlatas [...] seria superar a barreira de simplesmente aprender a realizar processos puramente matemáticos."*

Nesses fragmentos, observa-se que a contextualização é compreendida como elemento capaz de despertar interesse, curiosidade e participação ativa dos estudantes no

processo de aprendizagem. O uso da expressão “caráter inventivo” sugere que os licenciandos percebem o conhecimento matemático como instrumento de interpretação e elaboração de explicações sobre a realidade física, e não apenas como mecanismo técnico de resolução de exercícios. Essa compreensão aproxima-se da perspectiva freireana de educação, na qual o conhecimento é construído na relação crítica entre sujeito e realidade (Freire, 1968).

Outro eixo de sentido emergente refere-se à organização e progressão dos conteúdos matemáticos:

> ***Aluno (6):*** *[...] Além de um salto considerável entre conhecimentos de modo que parte parecia desconexo, então faltou fazer o “link” entre esses em certos momentos.*
>
> ***Aluno (3):*** *As aulas de Cálculo I e II foram claras e a construção dos saberes matemáticos envolvidos foram graduais de modo a permitirem a visualização da conexão dos tópicos entre si.*
>
> ***Aluno (4):*** *[...] tive dificuldades devido a minha defasagem. Entretanto, acredito que o pré-cálculo minimize esse problema com os novos alunos.*

As falas indicam que os estudantes reconhecem a importância da continuidade e da articulação entre os conteúdos para a compreensão dos conceitos matemáticos. Enquanto alguns discursos apontam dificuldades decorrentes da fragmentação e da ausência de conexões entre os tópicos estudados, outros destacam que a construção gradual dos saberes favoreceu a compreensão e a relação entre diferentes conceitos do Cálculo.

Esses fragmentos revelam que os estudantes percebem a aprendizagem como um processo relacional, no qual novos conhecimentos precisam conectar-se a estruturas previamente construídas. Tal percepção aproxima-se diretamente da teoria da aprendizagem significativa de Ausubel (1968), segundo a qual a aprendizagem ocorre de maneira mais efetiva quando novas informações estabelecem relações não arbitrárias com os conhecimentos prévios do sujeito.

As unidades de significado identificadas na unitarização evidenciam, portanto, que os estudantes valorizam práticas pedagógicas capazes de articular compreensão conceitual, contextualização, visualização matemática e continuidade entre os conteúdos. Mais do que a capacidade de resolver exercícios mecanicamente, os discursos indicam uma busca por atribuição de sentido aos conceitos matemáticos e por relações mais significativas entre o Cálculo, a Física e a realidade dos sujeitos.

Categorização: eixos temáticos emergentes

A análise das unidades de significado permitiu a construção de três categorias centrais: 1) Cálculo como construção social e contextualizada do conhecimento; 2)

Progressão conceitual e articulação dos conhecimentos prévios; e 3) Mediação tecnológica na compreensão conceitual.

A primeira categoria, "*Cálculo como construção social e contextualizada do conhecimento*", reúne falas que evidenciam a necessidade de relacionar os conteúdos matemáticos às experiências, interesses e contextos formativos dos estudantes. Os discursos indicam que a aprendizagem se torna mais significativa quando os licenciandos conseguem compreender aplicações conceituais do Cálculo em fenômenos físicos e situações reais. As falas também revelam que os estudantes não defendem apenas a inserção de exemplos práticos, mas a construção de relações entre o conhecimento matemático e suas próprias motivações formativas. Quando o Aluno (6) menciona a importância de compreender "por que os alunos entraram em Física", evidencia-se uma percepção de ensino vinculada às experiências e interesses dos sujeitos. Essa compreensão aproxima-se das discussões de Freire (1968; 1996), ao defender uma educação construída na problematização da realidade e na valorização da experiência dos sujeitos no processo educativo. Além disso, ao afirmar que o uso do Cálculo para descrever fenômenos físicos "aguça o caráter inventivo", o Aluno (3) sugere uma compreensão do conhecimento matemático como instrumento de interpretação e produção de explicações sobre a realidade. Tal percepção aproxima-se da Aprendizagem Significativa Crítica de Moreira (2011), ao indicar que aprender não se restringe à assimilação de conteúdos, mas envolve desenvolvimento de autonomia intelectual, reflexão e construção crítica de sentidos.

A segunda categoria, "*Progressão conceitual e articulação dos conhecimentos prévios*", evidencia que os estudantes atribuem grande importância à organização gradual dos conteúdos e à continuidade entre os conceitos abordados nas disciplinas. As falas demonstram que dificuldades de aprendizagem emergem quando os conteúdos são apresentados de maneira fragmentada ou desconexa, dificultando o estabelecimento de relações entre diferentes tópicos matemáticos. Por outro lado, discursos que destacam a "visualização da conexão dos tópicos entre si" revelam que os estudantes percebem a aprendizagem de maneira relacional, reconhecendo a importância da articulação entre conhecimentos prévios e novos conceitos. A menção ao pré-cálculo também evidencia que os licenciandos compreendem a influência das defasagens anteriores no acompanhamento das disciplinas, indicando que a aprendizagem em Cálculo depende diretamente das bases matemáticas construídas anteriormente. Essas percepções dialogam diretamente com Ausubel (1968), ao reforçarem a importância dos subsunçores na construção de novas aprendizagens.

A terceira categoria, "*Mediação tecnológica na compreensão conceitual*", relaciona-se à valorização das tecnologias digitais como recursos capazes de favorecer visualização,

interpretação e exploração dos conceitos matemáticos. Os estudantes associam softwares como *GeoGebra* e *Wolfram Mathematica* à possibilidade de compreender graficamente conceitos abstratos e interpretar diferentes representações matemáticas. Entretanto, os discursos indicam que a relevância dessas ferramentas não se limita ao apoio visual. Ao mencionarem a possibilidade de explorar diferentes condições e desenvolver maior autonomia, os estudantes evidenciam que as tecnologias são percebidas como recursos que favorecem investigação, experimentação e participação ativa no processo de aprendizagem. Tal percepção aproxima-se das discussões de Gontijo (2023), ao compreender práticas investigativas como elementos importantes para o desenvolvimento da criticidade e da autonomia intelectual no ensino de Ciências e Matemática.

Metatextos: sentidos construídos nos discursos dos discentes

Os discursos dos licenciandos evidenciam críticas a práticas de ensino centradas exclusivamente na mecanização de procedimentos matemáticos. Em diferentes momentos, os estudantes demonstram que dificuldades no aprendizado do Cálculo não estão relacionadas apenas à complexidade conceitual da disciplina, mas também à forma como os conteúdos são apresentados, frequentemente marcados pela fragmentação, abstração excessiva e pouca articulação com a Física e com a realidade dos sujeitos.

Essa percepção aproxima-se das críticas formuladas por Larson et al. (1998) e Almouloud e Silva (2012), ao destacarem que o ensino de Cálculo frequentemente privilegia a repetição mecânica de técnicas e algoritmos em detrimento da compreensão conceitual. Os discursos analisados indicam que os estudantes reconhecem limites em práticas centradas exclusivamente na dimensão operacional da Matemática, especialmente quando essas práticas dificultam processos de interpretação e atribuição de significado.

Ao mesmo tempo, as falas evidenciam que práticas pedagógicas fundamentadas na contextualização, na visualização matemática e na articulação entre conceitos favorecem aprendizagens mais significativas. Os estudantes demonstram valorizar estratégias que possibilitem compreender o papel do Cálculo na interpretação dos fenômenos físicos, deslocando a aprendizagem de uma lógica puramente técnica para processos mais reflexivos e interpretativos.

Os discursos também revelam que a utilização de recursos tecnológicos pode contribuir significativamente para a construção de aprendizagens mais significativas. Softwares como GeoGebra e Wolfram Mathematica aparecem associados à visualização gráfica, à exploração investigativa e ao desenvolvimento da autonomia intelectual. Nesse contexto, as tecnologias deixam de assumir apenas uma função instrumental e passam a

atuar como mediadoras da construção de significados, favorecendo processos de interpretação conceitual e participação ativa dos estudantes.

Além disso, os licenciandos demonstram reconhecer a importância da organização gradual dos conteúdos e da articulação entre conhecimentos prévios e novos conceitos. As dificuldades relatadas em relação à desconexão entre os tópicos reforçam aspectos centrais da teoria da aprendizagem significativa de Ausubel (1968), ao evidenciarem que a aprendizagem depende da construção contínua de relações conceituais.

Entretanto, os discursos também indicam elementos que ultrapassam a dimensão cognitiva da aprendizagem significativa tradicional. Ao valorizarem autonomia, criticidade, contextualização e interpretação da realidade, os estudantes aproximam-se da perspectiva da Aprendizagem Significativa Crítica proposta por Moreira (2011), na qual aprender envolve não apenas compreender conteúdos, mas desenvolver capacidades reflexivas e posicionamentos críticos diante do conhecimento construído.

Em síntese, os discursos dos licenciandos evidenciam que o ensino de Cálculo Diferencial e Integral se torna mais significativo quando ultrapassa práticas exclusivamente mecanicistas e incorpora estratégias capazes de promover contextualização, continuidade conceitual, visualização matemática e participação ativa dos estudantes. Nesse contexto, a aprendizagem deixa de assumir um caráter meramente operacional e passa a envolver processos de compreensão, interpretação e construção crítica de sentidos sobre os conhecimentos matemáticos e físicos.

5. Considerações Finais

A presente pesquisa buscou compreender as percepções de licenciandos em Física acerca das disciplinas de Cálculo Diferencial e Integral I e II, analisando de que maneira as experiências vivenciadas nesses componentes curriculares relacionam-se à construção de uma Aprendizagem Significativa Crítica. A partir da Análise Textual Discursiva, observou-se que os estudantes reconhecem a importância do Cálculo para a compreensão dos fenômenos físicos e para sua formação acadêmica. Entretanto, os discursos também evidenciaram críticas a práticas de ensino centradas na mecanização de exercícios, na fragmentação dos conteúdos e na excessiva abstração matemática, fatores que dificultam a atribuição de sentido aos conceitos estudados.

Os resultados indicam que os licenciandos valorizam práticas pedagógicas que favoreçam contextualização, articulação entre Matemática e Física, continuidade conceitual e participação ativa dos estudantes no processo de aprendizagem. Além disso, os discursos apontam que recursos tecnológicos, como *GeoGebra* e *Wolfram Mathematica*, podem contribuir para a visualização matemática, a compreensão conceitual e o desenvolvimento de maior autonomia investigativa. As análises também evidenciaram a importância da relação entre conhecimentos prévios e novos conteúdos, aproximando-

se dos pressupostos da Aprendizagem Significativa de Ausubel (1968). Ao mesmo tempo, as falas revelaram elementos que ultrapassam a dimensão cognitiva da aprendizagem, especialmente ao valorizarem criticidade, contextualização e interpretação da realidade, aspectos que dialogam com a perspectiva da Aprendizagem Significativa Crítica proposta por Moreira (2011).

Desse modo, a pesquisa aponta para a necessidade de práticas pedagógicas que superem abordagens exclusivamente tecnicistas no ensino de Cálculo Diferencial e Integral, favorecendo processos formativos mais significativos, reflexivos e articulados à formação inicial de professores de Física.

6. Agradecimentos

Os autores agradecem ao Prof. Dr. Alexys Bruno Alfonso pelo tempo dedicado às discussões e reflexões que contribuíram significativamente para a elaboração deste trabalho.

7. Referências

ADMIRAL, T. D. Dificuldades conceituais e matemáticas apresentadas por alunos de física dos períodos finais. **Revista Brasileira de Ensino de Física**, [S. l.], v. 38, n. 2, p. e2502, 2016. DOI: https://doi.org/10.1590/S1806-11173822122

ALMOULOUD, S. A.; SILVA, M. J. F. Engenharia didática: evolução e diversidade. Revemat: **Revista Eletrônica de Educação Matemática**, Florianópolis, v. 07, n. 2, p. 22-52, 2012. DOI: http://dx.doi.org/10.5007/1981-1322.2012v7n2p22

AUSUBEL, D. P. **Educational psychology: a cognitive view.** New York: Holt, Rinehart and Winston, 1968.

BELTRÃO, I. do S. L. *et al.* **Cálculo diferencial e integral na formação de professores: fragmentos possíveis.** Contribuciones a las Ciencias Sociales, [S. l.], v. 16, n. 9, p. 16033–16050, 2023. DOI: https://doi.org/10.55905/revconv.16n.9-134

FLICK, U. **Introdução à metodologia de pesquisa: um guia para iniciantes.** Porto Alegre: Penso, 2013.

FREIRE, P. **Pedagogia da Autonomia: saberes necessários à prática educativa.** Rio de Janeiro: Paz e Terra, 1996.

GARBER, E. A. **The Language of Physics: The Calculus and the Development of Theoretical Physics in Europe**, 1750–1914. Boston: Birkhäuser, 1999.

GONTIJO, C. H. Estímulo do pensamento crítico e criativo em matemática: uma proposta de oficinas. **Revista de Educação Pública,** [S. l.], v. 32, n. jan/dez, p. 300–324, 2023. DOI: https://doi.org/10.29286/rep.v32ijan/dez.15812

LARSON, R.; *et al.* **Calculus with Analytic Geometry.** Boston: D.C. Heath, 1998

LIMA, W. A. T. **Contextualização: o sentido e o significado na aprendizagem de matemática.** 2018. Tese (Doutorado em Educação) – Faculdade de Educação, Universidade de São Paulo, São Paulo, 2018.

MORAES, R.; GALIAZZI, M. C. **Análise textual discursiva.** 3. ed. Ijuí: Unijuí, 2016.

MOREIRA, M. A. **Aprendizagem significativa: a teoria e textos complementares.** São Paulo: Editora Livraria da Física, 2011.

PIETROCOLA, M. **A Matemática como estruturante do conhecimento físico.** Caderno Brasileiro de Ensino de Física, Florianópolis, v. 19, n. 1, p. 93–114, 2002.

REIS, J. C., SANTANA, I. L., LEMOS, L. S. A relação entre Física e Matemática: uma abordagem teórico-metodológica. **Revista Binacional Brasil-Argentina: diálogo entre as Ciências**, [S. l.], v. 11, n. 02, p. 112–135, 2022. DOI: https://doi.org/10.22481/rbba.v11i02.10903

SANTAROSA, M. C. P.; MOREIRA, M. A. **O Cálculo nas aulas de Física da UFRGS: um estudo exploratório**. Investigações em Ensino de Ciências, Porto Alegre, v. 16, n. 2, p. 317-351, 2011.

SCREMIN, Gisele; QUARTIERI, Marli Teresinha; OLIVEIRA, Eniz Conceição; FELIX, Jorge Luis Palacios. O uso de tecnologia no ensino e na aprendizagem de Cálculo Diferencial. **Revista Docência do Ensino Superior**, Belo Horizonte, v. 8, n. 2, p. 119–139, 2018. DOI: 10.35699/2237-5864.2018.2444. Disponível em: https://periodicos.ufmg.br/index.php/rdes/article/view/2444. Acesso em: 18 maio. 2026.

SILVA, P. A. C. da; MOTA, J. F. Dificuldades nos processos de ensino e de aprendizagem de Mudanças de Coordenadas: uma análise no contexto do Cálculo Integral. **Revista Internacional de Pesquisa em Educação Matemática**, Brasília, v. 14, n. 4, p. 1–16, 2024. DOI: 10.37001/ripem.v14i4.4367

ZARPELON, E. **Análise do desempenho de alunos calouros de engenharia na disciplina de Cálculo Diferencial e Integral I: um estudo de caso na UTFPR.** Dissertação (Mestrado em Ensino de Ciência e Tecnologia) – Universidade Tecnológica Federal do Paraná, Ponta Grossa, 2016. Disponível em: http://repositorio.utfpr.edu.br/jspui/handle/1/2489. Acesso em: 10 mar. 2025.