



## Aprendizagem Significativa e Situações Didáticas no ensino de limites e derivadas: um estudo bibliográfico

*Meaningful Learning and Didactic Situations in the teaching of Limits and Derivatives: a bibliographic study*

Guttenberg Sergistótnes Santos Ferreira<sup>1</sup>

 <https://orcid.org/0000-0003-3978-8942>  <http://lattes.cnpq.br/3200279528985758>

Maria Madalena Dullius<sup>2</sup>

 <https://orcid.org/0000-0003-0971-992X>  <http://lattes.cnpq.br/0009027904297962>

Marco Antonio Moreira<sup>3</sup>

 <https://orcid.org/0000-0003-2989-619X>  <http://lattes.cnpq.br/5078954333145104>

### RESUMO

Esta revisão sistemática de literatura faz parte de uma tese de doutorado profissional em Ensino de Ciências Exatas, ainda em andamento, que propôs investigar o desenvolvimento de teses e dissertações na temática do Cálculo Diferencial, especificamente sobre ensino de Limites e Derivadas amparado pela Teoria da Aprendizagem Significativa (TAS) ou da Teoria das Situações Didáticas (TSD). Tem-se como problema de pesquisa: Como a TAS ou a TSD, ou ambas, têm sido utilizadas no ensino de Limites e Derivadas? O estudo se desenvolveu segundo os pressupostos da pesquisa exploratória e bibliográfica, por meio de análises de produções acadêmicas inseridas no Catálogo de Teses e Dissertações da CAPES durante o período 2012-2022. Os resultados encontrados sugerem atividades exitosas, sobretudo por meio do desenvolvimento de sequências didáticas e tarefas investigativas, e fazendo uso de diferentes instrumentos metodológicos seguindo os pressupostos teóricos da TAS ou da TSD, tais como: resolução de tarefas, Vê de Gowin, mapas conceituais, pré e pós-testes; no entanto, não foi localizado algum trabalho que tenha sido desenvolvido seguindo a TAS e a TSD concomitantemente.

**Palavras-chave:** Ensino de Cálculo; Ensino de Limites e Derivadas; Aprendizagem Significativa.

<sup>1</sup> Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Ceará - IFCE, Campus Juazeiro do Norte/CE - Brasil. E-mail: [guttenberg@ifce.edu.br](mailto:guttenberg@ifce.edu.br)

<sup>2</sup> Universidade do Vale do Taquari - Univates, Lajeado/RS - Brasil. E-mail: [madalena@univates.br](mailto:madalena@univates.br)

<sup>3</sup> Universidade do Vale do Taquari - Univates, Lajeado/RS - Brasil. E-mail: [moreira@if.ufrgs.br](mailto:moreira@if.ufrgs.br)



## ABSTRACT

*This systematic literature review is part of a professional doctoral thesis in Teaching Exact Sciences, still in progress, which aims to investigate the development of theses and dissertations about Differential Calculus, specifically on the teaching of Limits and Derivatives supported by the Meaningful Learning Theory (MLT) or the Theory of Didactical Situations (TSD). The research problem is: How have the MLT or TSD, or both, been used in teaching Limits and Derivatives? The study was developed according to the assumptions of exploratory and bibliographical research, through analyzes of academic productions included in the CAPES Catalog of Theses and Dissertations during the period 2012-2022. Results suggested successful activities, especially through the development of didactic sequences and investigative tasks, and by different methodological instruments following the theoretical assumptions of the MLT or TSD, such as task solving, Gowin's V, concept maps, pre- and post-tests. The study, however, did not find any work that had been developed using the MLT and TSD concurrently.*

**Keywords:** *teaching Calculus; teaching limits and derivatives; Meaningful Learning Theory.*

## 1. INTRODUÇÃO

O ensino de Cálculo Diferencial e Integral (CDI) vem sendo objeto de estudo em teses e dissertações (Souza, 2014; Bertolazi, 2017; Scremin, 2019; Eckl, 2020), justificado por elevados índices de retenção e/ou evasão em diferentes cursos de graduação. Perspectiva de melhorias naquele ensino, especificamente Limites e Derivadas, estão associadas ao uso de diferentes metodologias e imbricadas com teorias de aprendizagem. A necessidade de compreender o desenvolvimento de ações no ensino e os indícios de sua aprendizagem vão além do grande número de reprovações em CDI, ou seja, a discussão não se restringe apenas ao pensamento algébrico e à aplicação de fórmulas e teoremas. (Pagani; Allevato, 2014).

Nesse cenário, pode-se incluir a discussão sobre o uso de teorias que favoreçam tanto o ensino quanto a aprendizagem de CDI. Para tanto, faz-se necessário que o professor, na posição de mediador, propicie que o estudante entenda os significados de Limites e Derivadas para se minimizar erros na interpretação de resultados obtidos ao longo do processo de aprendizagem. Com isso, buscou-se trabalhos que possuem o intuito de discutir ações no ensino de CDI, perpassando pelo processo de aprendizagem, ou seja, investigou-se teses e dissertações que foram desenvolvidas especificamente com suporte na Teoria das Situações Didáticas (TSD), enquanto metodologia de ensino, e na Teoria da Aprendizagem Significativa (TAS), ou em seus pressupostos.

A TSD envolve a análise de atividades específicas, por meio de suas fases dialéticas (devolução, ação, formulação, validação e institucionalização) que incitam o protagonismo do estudante frente a sua aprendizagem, tornando-o corresponsável durante o processo educativo. Para tanto, o professor deve ocupar o papel de mediador de aprendizagem, fornecendo subsídios teóricos e ainda elaborando atividades que favoreçam o processo cognitivo do estudante. (Brousseau, 2008; Teixeira; Passos, 2013).

A TAS discute a forma como se obtém os indícios de aprendizagem de forma significativa, em uma perspectiva dinâmica, na qual os conhecimentos prévios



(presentes na estrutura cognitiva do estudante) interagem com novos conhecimentos que lhe são apresentados ou por ele descobertos. (Moreira, 2012). Para tanto, deve-se partir daquilo que o estudante já sabe, trabalhando concomitantemente o novo conteúdo e a organização das ideias, de modo que se possam formar hierarquicamente conceitos e conhecimento por meio das experiências vivenciadas. (Garcia, 2020).

Considerando que TAS e TSD se complementam numa fundamentação teórica do processo educativo, tem-se que as concepções de Ausubel sobre aprendizagem com significado dialogam com os pressupostos de Brousseau sobre propostas de ensino que se utilizem de situações didáticas. Com isso, chega-se a pontos de convergência entre essas teorias, pois o uso dos conhecimentos prévios, a elaboração do material didático e a predisposição para aprender (pilares da TAS), podem ser compreendidos como as imbricações existentes entre o saber, o professor e o estudante (pressupostos da TSD).

Este artigo compõe uma tese de doutorado profissional em Ensino de Ciências Exatas, em andamento, e trata de uma revisão sistemática de literatura com objetivo de sintetizar e discutir pesquisas que envolvessem a TAS ou a TSD, ou ambas, no ensino de Limites e Derivadas, para responder à problemática: Como a TAS ou a TSD, ou ambas, têm sido utilizadas no ensino de Limites e Derivadas? Este artigo está organizado da seguinte forma: descrição da metodologia adotada para obtenção de dados, síntese e análise dos resultados encontrados, e, considerações finais.

## 2. METODOLOGIA

Este estudo foi desenvolvido segundo uma revisão sistemática de literatura para avaliar o conhecimento produzido, destacando conceitos, procedimentos, resultados e discussões. (Prodanov; Freitas, 2013). Nisto, a pesquisa foi desenvolvida segundo os parâmetros exploratória e bibliográfica. Uma pesquisa é exploratória quando tem o intuito de trazer maiores informações sobre o tema que se deseja investigar, auxiliando em sua delimitação. Quanto à pesquisa bibliográfica, os autores afirmam que ela ocorre quando se utiliza de material já publicado, objetivando o contato direto do pesquisador com aquilo que já se sabe sobre o tema pesquisado. (Gil, 2008; Prodanov; Freitas, 2013).

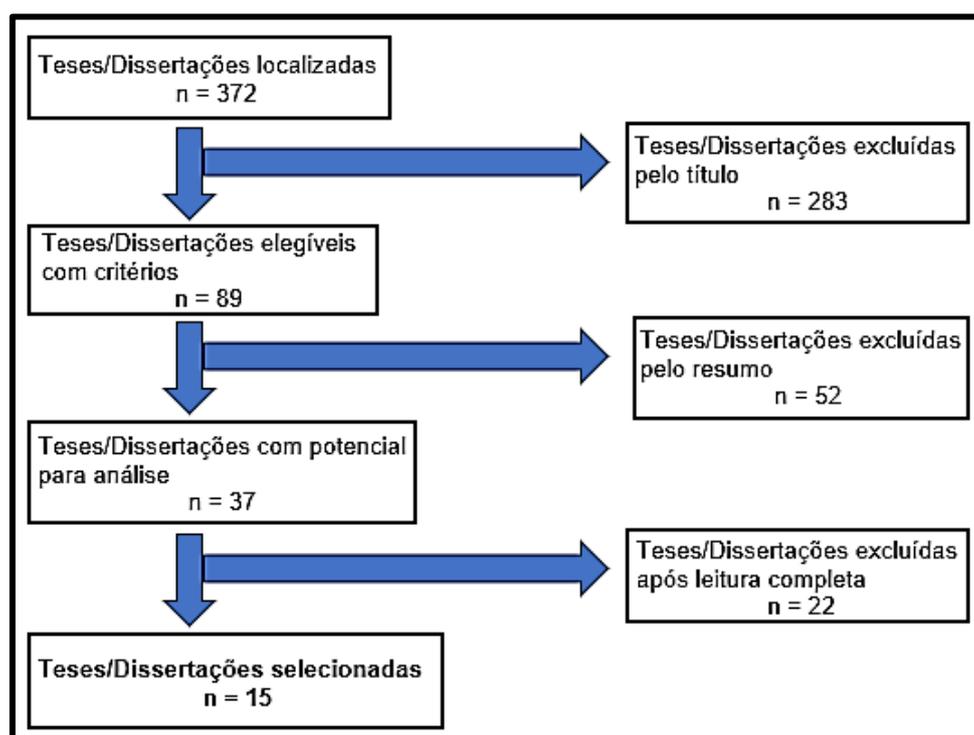
Inicialmente foi realizado um mapeamento de produções acadêmicas inseridas no Catálogo de Teses e Dissertações da CAPES<sup>4</sup>. Essa busca foi realizada utilizando os descritores “Cálculo Diferencial” e “Limites e Derivadas”, de modo que foram localizados 323 trabalhos, desenvolvidos no período 2012–2022. Posteriormente houve nova consulta ao Catálogo de Teses e Dissertações, utilizando os descritores: “Ensino de Cálculo”, que localizou 110 trabalhos; “Ensino de Derivadas”, que localizou 6 trabalhos; e, “Ensino de Limites”, que localizou 4 trabalhos. Essa consulta também utilizou o período 2012–2022. Além disso, percebeu-se que vários trabalhos apareceram em mais de um dos descritores utilizados. Para efeito quantitativo, desconsiderando as repetições, foram localizadas 372 teses e dissertações.

<sup>4</sup> Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior. Disponível em: <https://catalogo.deteses.capes.gov.br/catalogo-teses>. Acesso em: 9 mar. 2023.



Utilizando como critério de elegibilidade as palavras do título da tese/dissertação e sua relação explícita com a TAS ou com a TSD, foram selecionados 89 trabalhos. No momento seguinte se procedeu à leitura dos resumos, com o intuito de fazer nova filtragem a partir da explicitação do uso da TAS ou da TSD ou ainda de seus pressupostos teóricos no desenvolvimento da pesquisa, reduzindo a quantidade para 37 produções acadêmicas com potencial para análise. Por fim houve a leitura dos textos completos, analisando se o objeto matemático trabalhado era Limites ou Derivadas, restando um quantitativo de 15 trabalhos. A Figura 1 sintetiza essa etapa da pesquisa.

**Figura 1** - Seleção de teses/dissertações no Catálogo Capes.



Fonte: Elaborada pelos autores.

Conforme já mencionado, para análise foram selecionados 15 trabalhos acadêmicos, entre teses e dissertações, que apresentam relevância à temática desta revisão de literatura. Esses trabalhos, dispostos no Quadro 1, foram organizados segundo o indicativo TD (Tese/Dissertação) seguido de um número de referência, além de Título, Autor, Ano em que foram publicados, bem como as Instituição de Ensino Superior (IES) de origem.

Com o intuito de orientar a análise das teses e dissertações do Quadro 1, definiu-se como questão de pesquisa: Como a TAS ou a TSD, ou ambas, têm sido utilizadas no ensino de Limites e Derivadas? Para apoiar a análise de dados, foram definidas as seguintes questões auxiliares: Quais os objetos matemáticos trabalhados seguindo os pressupostos da TAS ou da TSD? Como se desenvolveram as propostas pedagógicas e o uso de instrumentos metodológicos? Que público fez parte das investigações e quais as principais dificuldades encontradas? Quais os resultados alcançados após as intervenções didáticas? Na próxima seção constam síntese dos trabalhos analisados,



especificamente quanto às questões auxiliares de pesquisa, e análise dos resultados encontrados.

**Quadro 1** – Teses e Dissertações selecionadas.

TD	Título	Autor	Ano	IES
TD1	Introduzindo o conceito de derivada a partir da ideia de Variação	Airlan Arnaldo Nascimento de Lima	2012	UEPB
TD2	Mapas Conceituais Digitais como elemento sinalizador da Aprendizagem de Cálculo Diferencial e Integral	Naíma Soltau Ferrão	2013	PUC-SP
TD3	Estudo da Aprendizagem do conceito de Limite fundamentado na Teoria da Aprendizagem Significativa aplicado à Licenciatura em Matemática	Gladys Maria Bezerra de Souza	2014	UERR
TD4	Aprendizagem Significativa e Assimilação Obliteradora: um estudo com conceitos de Cálculo	Samuel Souza Meira	2015	PUC-SP
TD5	Proposta Didático-Pedagógica para a Formação Docente em Matemática: investigações de noções conceituais de Cálculo Diferencial e Integral com adoção do Vê Epistemológico de Gowin	Katia Socorro Bertolazi	2017	UEL
TD6	Proposta de Tarefas para um estudo inicial de Derivadas	Maycon Odailson dos Santos Fonseca	2017	UTFPR
TD7	Ensino de Limites de Funções por Atividades	Weber da Silva Mota	2017	UEPA
TD8	Aprendizagem Significativa em atividades de Modelagem Matemática	Cíntia da Silva	2018	UEL
TD9	O Ensino de Cálculo Diferencial e Integral na perspectiva da Sequência Fedathi: caracterização da mediação de um bom professor	Daniel Brandão Menezes	2018	UFC
TD10	Investigação Matemática no ensino de Derivadas em uma turma de Licenciatura em Matemática	Carlos José Ferreira Soares	2019	UNIVATES
TD11	O que $f'(x)$ nos diz sobre $f(x)$ : uma abordagem com uso de tecnologia computacional	Gisele Scremin	2019	UNIVATES
TD12	Ações em um Ambiente Construcionista com o uso de smartphone: uma proposta bimodal para estudar o conceito de Cálculo	Vanessa Rodrigues Lopes	2020	UFMS
TD13	Ensino do conceito de Limite: aplicações de UEPS <sup>5</sup> para identificar indícios de Aprendizagem Significativa com estudantes de Ciências Contábeis	Wilson Carlos Eckl	2020	FURB
TD14	Sequência Didática Digital com a temática Derivadas – um experimento no Ensino Superior	Jonata Souza dos Santos	2021	ULBRA
TD15	As Metodologias Ativas de Aprendizagem e sua contribuição para o Ensino de Cálculo Diferencial e Integral	Líviam Santana Fontes	2021	UNB

Fonte: Elaborado pelos autores.

<sup>5</sup> UEPS – Unidade de Ensino Potencialmente Significativa.



### 3. ANÁLISE DE RESULTADOS

Após a seleção das teses e dissertações segundo os critérios de exclusão já descritos, procedeu-se à análise e síntese daqueles trabalhos. Percebeu-se que sua quantidade vem aumentando ao longo desse período 2012–2022. Além disso, dada a pertinência e atualidade da discussão sobre o ensino de CDI, é possível perceber ainda no Quadro 1 que existem IES de todas as regiões do Brasil que se propuseram a discutir essa temática. A Figura 2 ilustra geograficamente o quantitativo de teses e dissertações que se utilizaram de TAS/TSD enquanto teoria de aprendizagem ou metodologia no ensino de Limites e Derivadas, com a intenção de localizar no mapa do Brasil as pesquisas que foram selecionadas para análise.

**Figura 2** – Seleção de teses/dissertações no Catálogo Capes.



Fonte: Elaborada pelos autores.

Observa-se na Figura 2 que a região sul do Brasil contribuiu com 7 trabalhos acadêmicos no período ora investigado. Esse fato denota a vanguarda das IES situadas naquela região quanto ao uso de TAS/TSD no ensino de CDI, especificamente de Limites e Derivadas. Ademais, há de ressaltar que esse quantitativo corresponde à quase totalidade dos trabalhos desenvolvidos no restante do país. A seguir, constam as questões auxiliares de pesquisa e os resultados encontrados durante a análise das teses e dissertações selecionadas.

#### 3.1. QUAIS OS OBJETOS MATEMÁTICOS TRABALHADOS SEGUINDO OS PRESSUPOSTOS DA TAS OU DA TSD?

Percebeu-se que as teses e dissertações analisadas foram desenvolvidas segundo os objetos matemáticos: Funções, Limites, Derivadas ou Integrais. Quanto à relação entre



as propostas que contemplaram o ensino de CDI e as teorias TAS e TSD, observou-se que os trabalhos TD4, TD8, TD12 discutiram sobre Funções; os trabalhos TD3, TD7, TD8, TD12 e TD13 nortearam seus estudos em Limites; enquanto os trabalhos TD1, TD2, TD4, TD5, TD6, TD9, TD10, TD11, TD12, TD14 e TD15 deram ênfase ao estudo sobre Derivadas; por fim, o TD5 foi o único trabalho a discutir sobre Integrais; dessa forma, tem-se que todos os trabalhos contemplam o estudo de Limites ou de Derivadas.

Ademais, no Quadro 2, se apresenta a referência TD (Tese/Dissertação), o tipo do trabalho, se foi Tese (T) ou Dissertação (D), se contemplou em seus estudos TAS ou TSD e os temas de Limites ou Derivadas, sendo esses últimos os objetos matemáticos desta investigação.

**Quadro 2** - Teses e Dissertações segundo TAS/TSD e Limites/Derivadas.

TD	Tese	Dissertação	TAS	TSD	Limites	Derivadas
TD1		X		X		X
TD2		X	X			X
TD3		X	X		X	
TD4	X		X			X
TD5	X		X			X
TD6		X	X			X
TD7		X		X	X	
TD8	X		X		X	
TD9	X			X		X
TD10		X		X		X
TD11		X		X		X
TD12	X			X	X	X
TD13		X	X		X	
TD14		X	X			X
TD15	X			X	X	X

Fonte: Elaborado pelos autores.

Dentre os trabalhos organizados no Quadro 2, é oportuno fazer uma ressalva quanto aos trabalhos TD6, TD9, TD10 e TD11. O TD6 não apresenta explicitamente o desenvolvimento da TAS em sua condução textual, entretanto, faz uso dos pressupostos da teoria quanto à obtenção de indícios de aprendizagem significativa junto aos estudantes investigados. Algo semelhante ocorre com o TD9, uma vez que o mesmo não desenvolve explicitamente a TSD durante a investigação, no entanto faz uso da Sequência Fedathi<sup>6</sup>, cujas fases de execução (tomada de posição, maturação, solução e prova) se apoiam nos mesmos pressupostos metodológicos que a TSD.

<sup>6</sup> “[...] a Sequência Fedathi propõe que ao se deparar um problema novo, o aluno deve reproduzir os passos que um matemático realiza quando se debruça sobre seus ensaios: aborda os dados da questão, experimenta vários caminhos que possam levar a solução, analisa possíveis erros, busca conhecimentos para constituir a solução, testa os resultados para saber se errou e onde errou, corrige-se e monta um modelo.” (Souza, 2013, p. 18).



Os trabalhos TD10 e TD11 também não foram construídos explicitamente segundo a TSD, entretanto, fazem uso de uma sequência didática que se apoia nos mesmos pressupostos, e por esse motivo compõem essa revisão de literatura. Observou-se também que, dentre as teses e dissertações selecionadas no período 2012-2022, não foram localizados trabalhos que versem sobre TAS e TSD ao mesmo tempo no ensino de CDI.

Oportunamente, Eckl (2020) afirma que é possível que as teorias de aprendizagem e as metodologias de ensino sejam analisadas em momentos distintos, o que não significa a desvinculação do ensino com a aprendizagem, pois “mesmo que os sujeitos tenham a capacidade de aprender por si mesmos, o ato de ensinar é sustentado em bases fundamentadas em teorias da aprendizagem” (Eckl, 2020, p. 43). Considerando o professor como o representante do processo de ensino e vendo no estudante o representante do processo de aprendizagem, Silva (2018, p. 47) reflete que “o professor atua com a intenção de mudar os significados da experiência do aluno que, por sua vez, caso manifeste disposição para aprender significativamente, capta o significado dos materiais educativos”. Nisso é proposto que haja compartilhamento de significados, culminando em um processo educativo potencialmente significativo.

### 3.2. COMO SE DESENVOLVERAM AS PROPOSTAS PEDAGÓGICAS E O USO DE INSTRUMENTOS METODOLÓGICOS?

As teses e dissertações selecionadas foram desenvolvidas em programas de: Doutorado Acadêmico, com um quantitativo de 6 teses; Mestrado Acadêmico, com 4 dissertações; e Mestrado Profissional, sendo 5 dissertações e respectivos produtos educacionais. Essa diversidade de propostas investigativas em programas de pós-graduação, que se utilizam das mais variadas formas de intervenção pedagógica, possuem o intuito de “[...] minimizar as dificuldades encontradas nesse processo de ensino e aprendizagem, como a utilização de softwares, o ensino na perspectiva da Modelagem Matemática, o ensino através da Resolução de Problemas, dentre outros.” (Pagani; Allevalo, 2014, p. 62). Nos trabalhos pesquisados foi possível perceber essa diversidade de propostas pedagógicas aliadas ao uso de variados instrumentos metodológicos; percebeu-se ainda que alguns referenciais teóricos são comuns em mais de dois trabalhos, independente da proposta pedagógica a ser seguida, conforme Quadro 3.

Considerando que os trabalhos TD2, TD3, TD4, TD5, TD6, TD8, TD13 e TD14 foram desenvolvidos sob a ótica da TAS, é natural encontrar referências bibliográficas a Ausubel<sup>7</sup>, Novak<sup>8</sup> e Moreira<sup>9</sup>, por exemplo. Esses autores foram referenciados também nas seções para o desenvolvimento das propostas metodológicas trazendo

<sup>7</sup> David Paul Ausubel (1918-2008) foi um psicólogo da educação que desenvolveu a Teoria da Aprendizagem Significativa, segundo a qual o ensino necessita fazer sentido para quem aprende, apoiando-se em conceitos previamente existentes.

<sup>8</sup> Joseph Donald Novak (1932-2023) foi um educador americano que desenvolveu o recurso didático conhecido como Mapa Conceitual. Os mapas conceituais auxiliam a alcançar uma aprendizagem significativa, estabelecendo conexões entre os conceitos prévios e os novos conhecimentos.

<sup>9</sup> Marco Antonio Moreira é um educador e pesquisador brasileiro que investiga condições de aprendizagem por meio da Teoria da Aprendizagem Significativa, ampliando-a para Teoria da Aprendizagem Significativa Crítica, apresentando princípios facilitadores para potencializar a aprendizagem em situações de ensino.



contribuições específicas que fazem interseção entre a TAS e aquelas propostas. Quanto aos trabalhos TD1, TD7, TD9, TD10, TD11, TD12 e TD15, que se apoiam nos pressupostos da TSD, não se observou a menção a autores como Brousseau<sup>10</sup> ou Almouloud<sup>11</sup> na construção das propostas pedagógicas, mas sendo referenciados enquanto teóricos sobre a TSD.

**Quadro 3** – Síntese das propostas pedagógicas nas teses e dissertações.

<b>TD</b>	<b>Referencial Teórico</b>	<b>Propostas Pedagógicas</b>	<b>Instrumentos Metodológicos</b>
TD1	Almouloud (2007), Artigue (1996), Tall e Vinner (1981)	Sequência Didática	Observação, Diário de Campo, Resolução de Problemas
TD2	Ausubel (1980, 2002), Moreira (2006), Novak e Gowin (1996)	Mapas Conceituais	Observação, Questionários, Brainstorming, Mapas Conceituais
TD3	Ausubel (1980), Dante (2009), Mendoza (2009), Polya (2006)	Resolução de Problemas	Pré-teste, Aulas Expositivas, Pós- teste
TD4	Duval (2009, 2012) Moreira (2012), Novak e Cañas (2006), Novak e Gowin (1984)	Representação Semiótica e Mapas Conceituais	Testes de Conhecimento, Mapas Conceituais
TD5	Novak e Gowin (1984)	Formação Docente (abordagem didática)	Questionário Prévio e Posterior, Vê de Gowin, Relatos de Experiência, Diário de Bordo, Registros de Filmagem
TD6	Moreira (2007), Ponte (2014)	Tarefas Investigativas	Resolução de Tarefas, Diário de Campo
TD7	Artigue (1998), Chevallard (1985), Fiorentini e Lorenzato (2007), Tall (1991)	Sequência Didática	Questionário Diagnóstico, Pré- teste, Pós-teste, Caderno de Anotações
TD8	Almeida e Dias (2004), Blum (2011), (2015), Monteiro (1991)	Modelagem Matemática	Atividades de Modelagem, Vê de Gowin, Análise Textual Discursiva
TD9	Borges Neto (2013), (2016)	Sequência Fedathi	Pré-teste, Pós-teste, Resolução de Problemas
TD10	Magalhães e Varizo (2016), Ponte, Brocardo e Oliveira (2016)	Tarefas Investigativas	Questionário, Anotação dos Estudantes

<sup>10</sup> Guy Brousseau é educador matemático francês, sendo um dos pioneiros na Didática da Matemática. Desenvolveu a Teoria das Situações Didáticas (TSD), segundo a qual cada conhecimento por ser determinado segundo uma situação de ensino.

<sup>11</sup> Saddo Ag Almouloud é um educador malinês que reside e desenvolve pesquisas no Brasil principalmente ligadas a: ensino, aprendizagem, educação matemática, formação de professores, dentre outros.



TD11	Alves, Correia e Mello (2013), Alves e Reis (2010), Marin (2009)	Sequência Didática	Questionário, Diário de Campo, Fotos, Resolução de Atividades
TD12	Papert (1986), (2008)	Ambiente Construcionista	Produção de Material Didático, Gravações de Áudio e Vídeo, Vídeo de tela dos Smartphones, Registros de Dados no WhatsApp, Produções no GeoGebra
TD13	Ausubel (1980), Moreira (2011), Novak (1981)	UEPS	Pré-testes, Organizadores Prévios, Questionários, Resolução de Problemas, Textos com História do CDI, Mapas Conceituais
TD14	Zabala (1998), Zabala e Arnau (2010)	Sequência Didática Digital	Questionários, Banco de Dados do SIENA <sup>12</sup> , Resolução de Atividades do SIENA
TD15	Diesel, Baldez e Martins (2017), Mattar (2017)	Metodologias Ativas	Questionário, Autoavaliação, Análise de Conteúdo

Fonte: Elaborado pelos autores.

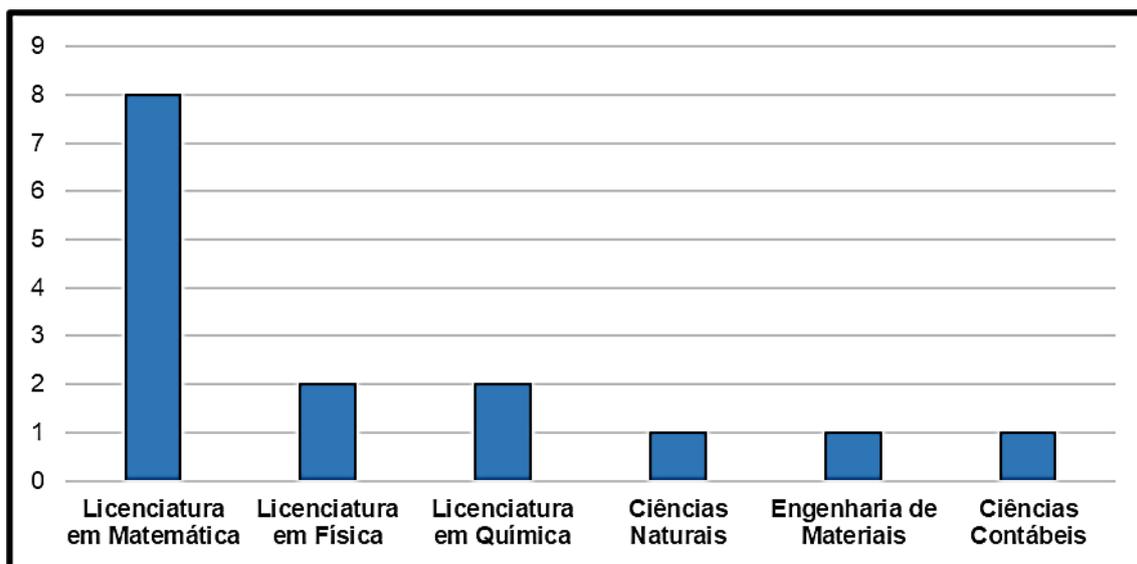
### 3.3. QUE PÚBLICO FEZ PARTE DAS INVESTIGAÇÕES E QUAIS AS PRINCIPAIS DIFICULDADES ENCONTRADAS?

Em relação ao público investigado nessas teses e dissertações, o Gráfico 1 ilustra seus quantitativos. Em se tratando de investigações sobre CDI, envolvendo a TAS ou a TSD, observou-se o predomínio de atividades desenvolvidas em cursos de Licenciatura (Matemática, Física, Química, Ciências Naturais), havendo maior incidência na Licenciatura em Matemática.

Percebe-se que foram desenvolvidas 13 investigações no campo das Ciências Exatas, isto revela uma preocupação da comunidade em relação à formação de professores nessa área. Trabalhos que trazem novas perspectivas metodológicas aos futuros professores e ainda uma discussão junto a um tema do Ensino Superior. Pagani e Allevalo (2014) corroboram esse entendimento e o ampliam, quando afirmam que,

a maior parte deles [trabalhos de teses e dissertações] relata pesquisas no contexto dos cursos de Licenciatura em Matemática e que, nesses trabalhos, além da discussão sobre o ensino e a aprendizagem dos conteúdos relativos ao Cálculo Diferencial e Integral, os autores também apontam que a pesquisa contribuiu para melhoria da formação do professor de Matemática, tornando-o mais preparado para trabalhar esses conteúdos, no Ensino Médio ou na Educação Superior. (Pagani; Allevalo, 2014, p. 67).

<sup>12</sup> SIENA é um sistema desenvolvido pelos grupos de Tecnologias Educativas da Universidade de La Laguna, Tenerife, Espanha e GECM (Grupo de Estudos Curriculares de Educação Matemática) da ULBRA (Universidade Luterana do Brasil), que relaciona informações sobre o conhecimento do estudante, e possui o intuito de favorecer a recuperação de conteúdos matemáticos, para tanto se utiliza de mapas conceituais e testes adaptativos. (Santos, 2021, p. 128).

**Gráfico 1** – Público investigado nas Teses e Dissertações (2012-2022).

Fonte: Elaborado pelos autores.

A partir da leitura desses trabalhos acadêmicos foi possível identificar alguns dos principais fatores que motivaram as investigações. Os altos índices de evasão/reprovação na disciplina de CDI, citados em TD1, TD2, TD5, TD7, TD9, TD10, TD11, TD12, TD13, TD14 e TD15, justificam o desenvolvimento dos estudos. Apesar de não ser necessariamente a causa primária que leva a investigações no âmbito do CDI, certamente é um dos fatores mais relevantes, pois

[...] é disciplina com altos índices de reprovação e evasão no Brasil e em outras partes do mundo. Na área das Ciências Exatas outras disciplinas podem ser consideradas difíceis e apresentar resultados semelhantes, mas por estar presente nas matrizes curriculares de vários cursos de graduação e ser considerada como “base” para outras disciplinas, ela tem um impacto significativo na vida acadêmica dos estudantes e, em função disso, diversas pesquisas trataram do ensino e da aprendizagem de CDI e, algo comum à maioria delas, é a constatação do fraco desempenho dos estudantes e os possíveis responsáveis por esse quadro. (Fontes, 2021, p. 14).

O fraco desempenho dos estudantes citado por Fontes (2021) também foi localizado em outros trabalhos (TD1, TD2, TD4, TD9 e TD10). Ademais, foi percebido que esse desempenho insatisfatório em CDI advém do pouco conhecimento ou dificuldades de aprendizagem enquanto estudantes da Educação Básica. Essa constatação foi evidenciada por Meira (2015), dissertando sobre o ensino de CDI, especificamente sobre dificuldades de aprendizagem e déficit no conhecimento matemático, o autor concluiu que “os resultados da pesquisa revelaram que os níveis de rendimento escolar insatisfatórios estavam associados à falta de conhecimentos prévios e de domínio conceitual dos conteúdos de matemática necessários para uma aprendizagem significativa do Cálculo.” (Meira, 2015, p. 16). Outros fatores também foram mencionados para justificar o insucesso do CDI nos mais diversos cursos de graduação. O Quadro 4 traz uma síntese desses fatores.



#### Quadro 4 – Fatores do insucesso do CDI na graduação.

Principais Fatores de Insucesso
Altos índices de evasão ou reprovação
Redução de rendimento dos estudantes do ensino médio
Dificuldades de aprendizagem
Excessiva apresentação formal e rigorosa
Aulas expositivas

Fonte: Elaborado pelos autores.

Considerando os fatores de insucesso de cursos de CDI mencionados, que também podem ser interpretados como motivadores das teses e dissertações estudadas, é possível compreender que uma abordagem qualitativa naquelas intervenções investigativas se mostra viável, uma vez que se almeja compreender o processo e não apenas seus resultados finais. Essa abordagem qualitativa se fez presente em todos trabalhos lidos, no entanto, alguns deles ainda têm inserções quanto aos aspectos: quantitativo (TD3), descritivo (TD4), uso de UEPS ou sistemas de ensino (TD13, TD14).

Uma possibilidade para evitar o insucesso no ensino de CDI é uma mudança de postura que deve ser perseguida continuamente pelo professor, pois não se pode prescindir de propostas didáticas que fujam do padrão de “aulas expositivas, seguidas da proposição de *listas de exercícios*, elaboradas quase que exclusivamente a partir da réplica de modelos apresentados previamente ou exemplificados no livro didático.” (Fonseca, 2017, p. 87, grifo do autor).

#### 3.4. QUAIS OS RESULTADOS ALCANÇADOS APÓS AS INTERVENÇÕES DIDÁTICAS?

Quanto aos resultados obtidos nas teses e dissertações foi possível perceber que as investigações realizadas apresentaram resultados satisfatórios na maioria dos casos, apesar da diversidade de propostas pedagógicas alicerçadas na TAS/TSD. Os trabalhos TD2 e TD4 foram desenvolvidos com o uso de mapas conceituais para evidenciar a aprendizagem. Enquanto que TD2 obteve elementos sinalizadores de aprendizagem, percebendo nos mapas conceituais instrumentos viáveis para uso na graduação que propiciam aprendizagem significativa de CDI; o trabalho TD4, que utilizou de representações semióticas e mapas conceituais, não apresentou indícios que os estudantes aprenderam/assimilaram os conteúdos ministrados, de modo a ser observar que “[...] no processo de aprendizagem ocorreu a formação de conceitos, mas de forma elementar nos níveis concreto e de identidade de formação de conceitos, já que eles não alcançaram os níveis de formação de conceitos classificatórios e formais necessários para resolução de problemas.” (Meira, 2015, p. 133).

Os trabalhos TD1, TD3, TD6, TD7, TD9, TD10 e TD13 se utilizaram de recursos de resolução de problema ou de resolução de tarefas investigativas. Ressalte-se que TD3, TD6 e TD13 se apoiaram nos pressupostos da TAS; enquanto que TD1, TD7, TD9 e TD10 possuem concordância com os pressupostos da TSD. Ainda sobre o desenvolvimento de trabalhos com auxílio da TSD, ou de seus pressupostos, foi percebido que TD1, TD7, TD9 e TD15 se apoiaram na metodologia de pesquisa



Engenharia Didática (ED) durante a investigação. Esses trabalhos também foram selecionados devido ao fato de que a fase de Experimentação da ED se apoia nos pressupostos da TSD.

Nas análises de TD1 houve a compreensão de que os estudantes investigados conseguiram conceitualizar a Derivada como uma medida de variação e fazendo correlações com taxa de variação instantânea e coeficiente angular da reta tangente, por exemplo. Na conclusão do trabalho TD3 se percebeu que estudantes tiveram acréscimos na assimilação e na aprendizagem dos conteúdos de CDI, considerando inclusive uma postura mais crítica ante a resolução de problemas, entretanto seu desempenho não suscitou um resultado tão significativo quanto esperado.

Na análise de TD6 foi constatado que os estudantes não possuem familiaridade com tarefas investigativas, sendo habituados a usar fórmulas que os conduzem a uma única resposta. Entretanto, foi possível perceber “indícios de aprendizagem do conceito de derivadas, uma vez que os alunos manipularam e exploraram itens necessários para a compreensão desse conceito, [...], na qual de forma intuitiva estabeleceram o conceito de derivada em um ponto.” (Fonseca, 2017, p. 82). O mesmo ocorreu em TD13, pois foram constatadas dificuldades dos estudantes quanto às expressões matemáticas, conjuntos e formas de representação, percebeu-se ainda que os subsunçores<sup>13</sup> foram sofrendo modificações ao longo das atividades e que ao final os estudantes apresentaram indícios de aprendizagem significativa.

Ainda sobre tarefas investigativas, TD10 trouxe como reflexão que o seu desenvolvimento contribui para que o estudante assuma o protagonismo de sua formação educacional, construindo seu conhecimento matemático. Uma vez que foi desenvolvido em um curso de Licenciatura em Matemática, esse trabalho conclui ainda que:

O desenvolvimento das tarefas investigativas poderá contribuir com a formação destes futuros professores de matemática, porque esta metodologia valoriza a iniciativa e a criatividade do aluno, proporcionando ao professor atuar como um mediador que provoca o tempo todo os discentes a agirem como investigadores. (Soares, 2019, p. 125).

Durante a conclusão de TD7 e TD9 foi possível perceber que os estudantes aprimoraram seus conceitos; foram observadas mudanças na forma de exibir as soluções aos problemas propostos, desenvolvendo um pensamento matemático com investigação e reflexão. Especificamente em TD9, que lidou com a metodologia Sequência Fedathi, existem relatos quanto à satisfação ao trabalhar CDI com auxílio do GeoGebra, bem como quanto à mudança que essa prática pedagógica produziu na postura nos estudantes que, por sua vez, tornaram-se mais participativos. As sessões didáticas mostraram potencialidades de como mudar o comportamento docente e transformar as práticas discentes.

Os trabalhos TD5 e TD8, que desenvolveram suas práticas pedagógicas no âmbito da Formação Docente e Modelagem Matemática respectivamente; utilizaram-se de um

<sup>13</sup> “subsunçor é o nome que se dá a um conhecimento específico, existente na estrutura de conhecimentos do indivíduo, que permite dar significado a um novo conhecimento que lhe é apresentado ou por ele descoberto.” (Moreira, 2012, p. 30, tradução nossa).



instrumento em comum para avaliar essas práticas: o Vê de Gowin<sup>14</sup>. Para TD5, desenvolver as abordagens didáticas articuladas com o Vê de Gowin evidenciou a ocorrência de indícios de aprendizagem significativa. Ressalta ainda que na perspectiva da TAS, “as vivências, as experiências e as aprendizagens relevantes estabelecidas com alguma área do conhecimento científico aprimoram, fortalecem e enriquecem os significados lógico e psicológico inerentes àquele conhecimento.” (Bertolazi, 2017, p. 430).

Concordando com a eficiência do Vê de Gowin, na conclusão de TD8 está explícito que esse instrumento revela a forma e as aprendizagens como os estudantes desenvolvem uma atividade de modelagem matemática. Ademais, constatou-se indícios de aprendizagem significativa, uma vez que “foram observados nas fases da modelagem: a escolha de um tema em que se tem interesse em estudar aponta para a predisposição para aprender significativamente, além da existência de subsunçores na estrutura cognitiva dos estudantes.” (Silva, 2018, p. 129).

O foco de TD11 foi o desenvolvimento de uma oficina pedagógica com uma abordagem de derivadas por meio do software Desmos. Esse trabalho, além de promover uma discussão gráfica, algébrica e geométrica do conceito de derivadas, procurou promover a integração entre esses aspectos. Nisso, percebeu-se que o software pode contribuir para que os estudantes sejam mais ativos no processo de aprendizagem, possibilitando uma melhor compreensão conceitual de Derivada. Por fim, pode-se concluir que:

[...] o uso de atividades associadas ao software Desmos demonstraram a possibilidade de substituir metodologias tradicionais por metodologias mais ativas, centradas no aluno e na preocupação com sua aprendizagem e seu aproveitamento, na disciplina de Cálculo I. Sua prática é capaz de promover um ganho a todos, em especial por provocar a descoberta das soluções ao invés de trazê-las prontas e apenas demonstrar. (Scremin, 2019, p. 105).

O trabalho TD12 foi desenvolvido segundo os pressupostos da TSD através de um ambiente construcionista de aprendizagem. Apesar de ocorrer na perspectiva bimodal, ou seja, parte das atividades em espaço virtual e outra parte em espaço presencial, esse trabalho identificou ações que favoreceram o processo de aprendizagem, tais como: desenvolvimento de investigações matemáticas, uso de smartphone com espelhamento de tela, uso do GeoGebra, disponibilização de objetos de aprendizagem, dentre outros. Nesse sentido,

Destacamos que a reflexão e a interação são pontos centrais da abordagem proposta nesta pesquisa de tese, sendo o professor um dos responsáveis em manter o aluno agindo sobre o problema, e oportunizando desequilíbrios cognitivos, que desencadeiam momentos de reflexão, que podem oportunizar situações adidáticas de ação, formulação, validação. (Lopes, 2020, p. 163).

<sup>14</sup> Dixie Bob Gowin (1925–2016) foi um educador americano que realizou seus estudos e pesquisas na Teoria da Aprendizagem Significativa, desenvolvendo o instrumento metacognitivo denominado “Vê de Gowin” que possui a finalidade de compreender a natureza e objetivos de práticas experimentais em Ciências, bem como sobre a estrutura e o processo de construção do conhecimento em si.



O trabalho TD14 fez uso de uma sequência didática digital por meio do sistema SIENA com o intuito de atender conceitos de Aritmética, Álgebra, Funções, Derivadas (produto, quociente e regra de cadeia), além de situações-problema que envolvessem aplicações de Derivadas. Este estudo foi norteado pela TAS, obteve-se como um dos resultados que esse material potencializou a compreensão de conceitos relativos a CDI. Ademais, a cada erro dos alunos, o SIENA fez o encaminhamento a uma nova sequência para suprir aquela dificuldade percebida; sendo assim, os estudantes puderam estudar de forma direta aquilo que possuem maior dificuldade.

Por fim, o TD15 se utilizou de metodologias ativas (aprendizagem baseada em problemas, *think-pair-share* e instrução por pares) para o desenvolvimento das atividades. Durante a investigação se identificou pouca habilidade com argumentação matemática, conflitos entre os resultados obtidos e sua interpretação; entretanto, segundo relato dos participantes, as atividades contribuíram com a participação e com o favorecimento da aprendizagem. Para tanto é necessário que o professor seja flexível quando as situações de ensino não saiam conforme o planejado, de modo a “fazer ajustes e adaptações para que se atinja os objetivos de aprendizagem propostos para determinado conteúdo, exercendo seu papel de mediador do conhecimento.” (Fontes, 2021, p. 127). Na próxima seção constam as considerações finais desta revisão de literatura, ao passo em que se retoma a questão norteadora.

#### 4. CONSIDERAÇÕES FINAIS

A leitura das teses e dissertações possibilitou maior aprofundamento sobre o desenvolvimento de pesquisas no âmbito do CDI, em especial de Limites e Derivadas. A pertinência desses trabalhos, além do uso da TAS ou da TSD, evidencia a preocupação com o planejamento e desenvolvimento desses conteúdos na graduação, sobretudo em cursos de licenciatura, em que houve maior incidência de aplicação das propostas investigativas.

Quanto ao problema de pesquisa que norteou esta revisão de literatura – Como a TAS ou a TSD, ou ambas, têm sido utilizadas no ensino de Limites e Derivadas? – concluiu-se que os estudos lidam explicitamente com apenas uma das teorias, ou ainda, seguindo apenas seus pressupostos teórico-metodológicos. Os resultados encontrados sugerem atividades exitosas, sobretudo por meio do desenvolvimento de sequências didáticas e tarefas investigativas, e fazendo uso de diferentes instrumentos metodológicos, tais como: resolução de tarefas, Vê de Gowin, mapas conceituais, pré e pós-testes.

Por se tratar de uma teoria de aprendizagem, os trabalhos que se utilizaram da TAS necessitaram de uma proposta de ensino que subsidiasse as ações didáticas; no entanto, essas propostas nem sempre foram discutidas na perspectiva de metodologia/teoria de ensino. Quanto aos trabalhos que desenvolveram ações no ensino por meio da TSD, observou-se carência do uso de teoria(s) de aprendizagem que auxiliasse(m) na discussão dos resultados encontrados, na perspectiva de comprovar se houve indícios de aprendizagem.

Por fim, o fato de não ter sido localizado, até o presente momento, alguma tese ou dissertação que desenvolvesse o conteúdo de Limites e Derivadas com a interação



entre a TSD e a TAS, sugere a reflexão sobre a necessidade de propostas investigativas que lidem concomitante e explicitamente com teorias de ensino e de aprendizagem. Posto isto, espera-se que a presente revisão de literatura seja substrato para pesquisas que discutam ações no ensino de CDI e que busquem evidências de aprendizagem durante o processo educativo.

## 5. REFERÊNCIAS

BERTOLAZI, Katia S. **Proposta didático-pedagógica para a formação docente em matemática**: investigações de noções conceituais de cálculo diferencial e integral com adoção do vê epistemológico de Gowin. 2017. 480 f. Tese (Programa de Pós-graduação em Ensino de Ciências e Educação Matemática) – Universidade Estadual de Londrina, Londrina, 2017.

BROUSSEAU, Guy. **Introdução aos estudos das situações didáticas**: conteúdos e métodos de ensino. São Paulo: Ática, 2008.

ECKL, Wilson C. **Ensino do conceito de limite**: aplicação de UEPS para identificar indícios de aprendizagem significativa com estudantes de Ciências Contábeis. 2020. 154 f. Dissertação (Mestrado Profissional em Ensino de Ciências Naturais e Matemática) – Universidade Regional de Blumenau, Blumenau, 2020.

FERRÃO, Naíma S. **Mapas conceituais digitais como elemento sinalizador da aprendizagem de cálculo diferencial e integral**. 2013. 114 f. Dissertação (Mestrado em Educação Matemática) – Pontifícia Universidade Católica de São Paulo, São Paulo, 2013.

FONSECA, Maycon O. dos S. da. **Proposta de tarefas para um estudo inicial de derivadas**. 2017. 100 f. Dissertação (Mestrado Profissional em Ensino de Matemática) – Universidade Tecnológica Federal do Paraná, Londrina, 2017.

FONTES, Líviam S. **As metodologias ativas de aprendizagem e sua contribuição para o ensino de cálculo diferencial e integral**. 2021. 172 f. Tese (Programa de Pós-graduação em Educação) – Universidade de Brasília, Brasília, 2021.

GARCIA, Marilene S. dos S. **Aprendizagem Significativa e Colaborativa**. Curitiba: Intersaberes, 2020.

GIL, Antonio C. **Métodos e técnicas da pesquisa social**. 6. ed. São Paulo: Atlas, 2008.

LIMA, Airlan A. N. de. **Introduzindo o conceito de derivada a partir da ideia de variação**. 2012. 111 f. Dissertação (Mestrado Profissional em Ensino de Ciências e Matemática) – Universidade Estadual da Paraíba, Campina Grande, 2012.

LOPES, Vanessa R. **Ações em um ambiente construcionista com uso de smartphone**: uma proposta bimodal para estudar conceitos de Cálculo. 2020. 170 f. Tese (Programa de Pós-graduação em Educação Matemática) – Universidade Federal de Mato Grosso do Sul, Campo Grande, 2020.



MEIRA, Samuel S. **Aprendizagem significativa e assimilação obliteradora**: um estudo com conceitos de cálculo. 2015. 165 f. Tese (Programa de Pós-graduação em Educação Matemática) – Pontifícia Universidade Católica de São Paulo, São Paulo, 2015.

MENEZES, Daniel B. **O ensino do cálculo diferencial e integral na perspectiva da sequência Fedathi**: caracterização da mediação de um bom professor. 2018. 128 f. Tese (Programa de Pós-graduação em Educação) – Universidade Federal do Ceará, Fortaleza, 2018.

MOREIRA, Marco Antonio. *¿Al final, qué es aprendizaje significativo?* **Revista Currículum**, La Laguna, Espanha, n.25, p.29-56, mar. 2012.

MOTA, Weber da S. **Ensino de limites de funções por atividades**. 2017. 166 f. Dissertação (Mestrado em Educação) – Universidade do Estado do Pará, Belém, 2017.

PAGANI, Erica M. L.; ALLEVATO, Norma S. G. Ensino e aprendizagem de cálculo diferencial e integral: um mapeamento das teses e dissertações produzidas no Brasil. **VIDYA**, Santa Maria, v.34, n.2, p.61-74, jul./dez. 2014.

PRODANOV, Cleber C.; FREITAS, Ernani C. de. **Metodologia do trabalho científico**: métodos e técnicas da pesquisa e do trabalho acadêmico. 2. ed. Novo Hamburgo: Feevale, 2013.

SANTOS, Jonata S. dos. **Sequência didática digital com a temática derivadas - um experimento no ensino superior**. 2021. 256 f. Dissertação (Mestrado em Ensino de Ciências e Matemática) – Universidade Luterana do Brasil, Canoas, 2021.

SCREMIN, Gisele. **O que  $f'(x)$  nos diz sobre  $f(x)$** : uma abordagem com uso de tecnologia computacional. 2019. 134 f. Dissertação (Mestrado Profissional em Ensino de Ciências Exatas) – Universidade do Vale do Taquari, Lajeado, 2019.

SILVA, Cíntia da. **Aprendizagem significativa em atividades de modelagem matemática**. 2018. 145 f. Tese (Programa de Pós-graduação em Ensino de Ciências e Educação Matemática) – Universidade Estadual de Londrina, Londrina, 2018.

SOARES, Carlos J. F. **Investigação matemática no ensino de derivadas em uma turma de licenciatura em matemática**. 2019. 138 f. Dissertação (Mestrado Profissional em Ensino de Ciências Exatas) – Universidade do Vale do Taquari, Lajeado, 2019.

SOUZA, Débora V. de; FONSECA, Rogério F. da. **Proposta didática**: o ensino de noções de cálculo diferencial e integral por meio da aprendizagem baseada em problemas. 2016. Produto Educacional (Mestrado Profissional em Ensino de Ciências e Matemática) – Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia de São Paulo, São Paulo, 2016. Disponível em: <https://educapes.capes.gov.br/handle/capes/563894>. Acesso em: 17 ago. 2022.

SOUZA, Gladys M. B. de. **Estudo da aprendizagem do conceito de limite fundamentado na teoria da aprendizagem significativa aplicado à licenciatura em matemática**. 2014. 258 f. Dissertação (Mestrado Profissional em Ensino de Ciências) – Universidade Estadual de Roraima, Boa Vista, 2014.



TEIXEIRA, Paulo J. M.; PASSOS, Claudio C. M. Um pouco da Teoria das Situações Didáticas (TSD) de Guy Brousseau. **Zetetiké**, v.21, n.39, jan./jun. 2013.

Submetido em: **09/03/2023**

Aceito em: **22/09/2023**