

UNIVERSIDADE FEDERAL DE SÃO CARLOS  
CENTRO DE CIÊNCIAS HUMANAS E BIOLÓGICAS  
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM EDUCAÇÃO

ANTONIO CARLOS FONSECA PONTES JÚNIOR

**A DISCIPLINA DE CÁLCULO DIFERENCIAL E INTEGRAL NA PERSPECTIVA DA  
PÓS-GRADUAÇÃO EM EDUCAÇÃO E EDUCAÇÃO MATEMÁTICA: UM  
BALANÇO DAS PRODUÇÕES ACADÊMICAS BRASILEIRAS.**

Sorocaba - SP

2021

**ANTONIO CARLOS FONSECA PONTES JÚNIOR**

**A DISCIPLINA DE CÁLCULO DIFERENCIAL E INTEGRAL NA PERSPECTIVA DA  
PÓS-GRADUAÇÃO EM EDUCAÇÃO E EDUCAÇÃO MATEMÁTICA: UM  
BALANÇO DAS PRODUÇÕES ACADÊMICAS BRASILEIRAS.**

Texto de dissertação apresentado ao Programa de Pós-Graduação em Educação da Universidade Federal de São Carlos/SP, *campus* Sorocaba, como requisito para obtenção do título de Mestre.

Orientadora: Prof.<sup>a</sup> Dr.<sup>a</sup> Bárbara C. M. Sicardi Nakayama

Sorocaba - SP

2021

Pontes Junior, Antonio Carlos Fonseca

A disciplina de cálculo diferencial e integral na perspectiva da pós-graduação em educação e educação matemática: um balanço das produções acadêmicas brasileiras / Antonio Carlos Fonseca Pontes Junior -- 2021.  
175f.

Dissertação (Mestrado) - Universidade Federal de São Carlos, campus Sorocaba, Sorocaba  
Orientador (a): Bárbara Cristina Moreira Sicardi Nakayama  
Banca Examinadora: João Frederico da Costa Azevedo Meyer, Paulo César Oliveira  
Bibliografia

1. Ensino de cálculo. 2. Mapeamento sistemático. 3. Disciplina de cálculo diferencial e Integral. I. Pontes Junior, Antonio Carlos Fonseca. II. Título.

Ficha catalográfica desenvolvida pela Secretaria Geral de Informática (SIn)

DADOS FORNECIDOS PELO AUTOR

Bibliotecário responsável: Maria Aparecida de Lourdes Mariano -  
CRB/8 6979

**ANTONIO CARLOS FONSECA PONTES JÚNIOR**

**A DISCIPLINA DE CÁLCULO DIFERENCIAL E INTEGRAL NA PERSPECTIVA DA  
PÓS-GRADUAÇÃO EM EDUCAÇÃO E EDUCAÇÃO MATEMÁTICA: UM  
BALANÇO DAS PRODUÇÕES ACADÊMICAS BRASILEIRAS.**

Texto de dissertação apresentado ao Programa de Pós-Graduação em Educação, *campus* Sorocaba, para obtenção do título de Mestre em Educação. Sorocaba, 15 de dezembro de 2021.

Orientadora

---

Prof.<sup>a</sup> Dr.<sup>a</sup>. Bárbara Cristina Moreira Sicardi Nakayama

UFSCar - Sorocaba

Examinador

---

Prof. Dr. João Frederico C. A. Meyer

Unicamp - Campinas

Examinador

---

Prof. Dr. Paulo César Oliveira

UFSCar - Sorocaba

« Nunca confie no narrador. Somente confie na história. »

Neil Gaiman

## AGRADECIMENTOS

Os agradecimentos são sempre uma sessão capciosa, pois alguém pode ficar de fora e a dor no coração pode bater. A essas pessoas, já peço perdão.

Primeiro, preciso agradecer minha família. O apoio, o suporte, o carinho, o amor e as comidas passadas por cima do muro enquanto eu escrevia. Mãe, Du, Ana, Pai, amo vocês. Ao Antonio Carlos Senior, em especial, agradeço as noites perdidas me ajudando no texto. À minha mulher, Juliana, por todo o carinho e suporte durante este trajeto que foi tão turtuoso. Sem você, tudo seria mais difícil.

À Bárbara, que passou todos os maus-bocados comigo sendo minha orientadora. Foi somente devido a sua graciosidade de todas as horas e a firmeza nas horas necessárias que cheguei até aqui.

Aos meus filhos peludos Belinha, Jô e Toby.

Aos meus professores. Todos. Foi graças a vocês que pude ir me moldando a ser quem sou hoje. Em especial: Cacilda, Juscelane, Mário Luiz, Vera, Cheti, Petrônio (meu primeiro orientador de PIBIC), Edmundo, Joni, Laécio, Renata e todos do Mestrado, que tiveram que se adaptar num mundo sem o menear de cabeça dos alunos para saber se o que você está falando está sendo captado.

Aos meus quase irmãos desde a infância Flora e Brunno.

Ao meu quase irmão desde a faculdade Paulada.

Às minhas amigas que vieram graças à Unicamp: Joana, Nathalia, Carina.

Aos da República: Comar, Márcio, André, Sil, Dri, MC.

Aos do Evolução: Soninha, Danilo, Fernando.

Aos da Caixa: Rodrigo, Márcio, Carlinha e Les Enfants Terribles.

A todos meus amigos e colegas da Ufac, em especial ao Isaac, Márcio, Flor, Jani, Ronaldo, Márcia, Guida que tanto me apoiaram para chegar até aqui.

Aos meus aluninhos e aluninhas do S2 da Ufac.

Às minhas crianças do Bonde dos Otários.

Aos maravilhosos colegas e amigos do NEPEM, que tanto me ajudaram neste período. Em especial aos filhos da Bárbara: Sol, Claudinha, Oreste e Fábio. E aos novos: Simone, Ju, Leandro e Gustavo. Arrasem.

Aos meus colegas de turma de Mestrado. Tiraram nossos cafezinhos.

À Fernanda: muito obrigado por tudo que você fez durante o mestrado. Você é nota 10!

Ao meu neurocirurgião Rogério Turolo que extirpou o desgraçado do Bolsocisto da minha cabeça.

À minha psicóloga Fabiana, que toda semana me ajuda a extirpar outras coisas da minha cabeça.

Aos grandes da Matemática, da Educação e da Educação Matemática.

Aos grandes dos gibis: Stan Lee, Jack Kirby, Roy Thomas, John Buscema, John Byrne, Steve Englehart, Tom Palmer, Frank Miller, David Mazzucchelli, Alan Moore, Dave Gibbons, Neil Gaiman, Brian Bendis, Geoff Johns, Chris Claremont, Mike Mignola, Will Eisner, Kurt Busiek, Mark Waid, Denny O'Neil, Grant Morrison, Mark Millar, Garth Ennis, Steve Dillon, Neal Adams, Uderzo, Gosciny, e a lista vai.....

Em especial, ao mestre George Pérez:



## RESUMO

Este trabalho tem como objetivo identificar e caracterizar a perspectiva dos trabalhos desenvolvidos nos Programas de Pós-graduação em Educação e Educação Matemática (EM) através da realização de um mapeamento sistemático (MS) sobre a disciplina de Cálculo Diferencial e Integral (CDI) e seu ensino. Para a realização do MS, foi considerado como banco de dados as dissertações e teses dos programas citados acima na Biblioteca Digital Brasileira de Dissertações e Teses (BDTD) e no Catálogo de Teses & Dissertações (BTD) da CAPES. A pesquisa balizou-se na busca de respostas para a questão: Como a disciplina de CDI (e seu ensino) é idealizada/percebida/trabalhada pelas pesquisas acadêmicas produzidas nos Programas de Pós-Graduação em Educação e EM? A metodologia da pesquisa é qualitativa e para realizar o MS, foram utilizados os conceitos de mapeamento e revisão sistemática de Falbo *et al.* (2017) e de Melo (2006, 2013). No mapeamento inicial, sobre o ensino de CDI, foram selecionadas 67 publicações que tinham como foco o ensino/aprendizagem do Cálculo. Após a categorização, foram encontrados 5 eixos que denominamos: 1) Análise epistemológica sobre o ensino de Cálculo; 2) Análises históricas do ensino de Cálculo; 3) O professor de Cálculo; 4) Aprendizagem de/no Cálculo; e 5) Mapeamento do Cálculo. Num segundo momento, foram acrescentados mais 96 trabalhos, totalizando 163 dissertações e teses analisadas. Como principais resultados identificou-se a tendência crescente da Educação e EM a discussão do ensino de CDI a partir de 1999 e, de maneira geral, tendo o eixo principal na Aprendizagem de/no Cálculo, de forma geral, ou com a aplicação de alguma metodologia e/ou utilizando alguma tecnologia que não seja a tradicional no ensino. Além disso, pode-se ver uma lacuna preeminente na discussão do professor que Ensina o Cálculo, sendo elas menos de 10% das publicações voltadas para esta temática e da Educação Inclusiva no ensino do CDI.

**Palavras-chave:** Ensino de Cálculo. Mapeamento Sistemático. Disciplina de Cálculo Diferencial e Integral.

## ABSTRACT

This work aims to identify and characterize the perspective of the work developed in Graduate Programs in Education and Mathematics Education (ME) through the realization of a systematic mapping (MS) on the discipline of Differential and Integral Calculus (CDI) and its teaching. For the realization of the MS, it will be considered as database dissertations and theses of the programs mentioned above in the Brazilian Digital Library of Dissertations and Theses (BDTD) and in the CAPES Theses & Dissertations Catalog (BTD). The research was based on the search for answers to the question: How the CDI discipline (and its teaching) is idealized/perceived/worked on by the academic researches produced in Graduate Programs in Education and ME? The research methodology is qualitative and to carry out the MS, the concepts of mapping and systematic review by Falbo et al. (2017) and Melo (2006, 2013). In the initial mapping, on the teaching of CDI, 67 publications were selected that focused on teaching/learning Calculus. After categorization, 5 axes were found, which we called: 1) Epistemological analysis on the teaching of Calculus; 2) Historical analysis of the teaching of Calculus; 3) The Calculus teacher; 4) Learning from/in Calculus; and 5) Mapping of Calculus. In a second moment, 96 more works are added, totaling 163 analyzed dissertation and theses. The main results identified the growing trend of Education and MS to discuss the teaching of CDI from 1999 and, in general, having the main axis in the Learning of/in Calculus, in general, or with the application of some methodology and/or using some technology that is not traditional in teaching. In addition, one can see a preeminent gap in the discussion of the teacher who Teach Calculus, with less than 10% of the publications focused on this theme and on Inclusive Education in the teaching of CDI.

Keywords: Teaching of Calculus. Systematic Mapping. Differential and Integral Calculus Discipline.

## LISTA DE FIGURAS

Figura 1 – Capa da <i>Action Comics</i> #1 (1938).....	17
Figura 2 – Foto do autor no ainda recém-construído <i>campus</i> da Ufac (1981).....	19
Figura 3 – Índice da revista <i>Creepshow</i> (1982) .....	26
Figura 4 – Mapa da Gália nas histórias do Asterix .....	27
Figura 5 – Capa do livro “ <i>How to Draw Comics: The Marvel Way</i> ” .....	28
Figura 6 – “Mãos que desenham”, de M. C. Escher .....	31
Figura 7 – “Mão com uma esfera reflexiva, de M. C. Escher .....	32
Figura 8 – “Cada Vez Mais Pequeno I” de M. C. Escher .....	33
Figura 9 – “Fita de Möbius II” de M. C. Escher .....	34
Figura 10 – O mar cor de vinho de Homero .....	36
Figura 11 – Fases de elaboração de um MS .....	39
Figura 12 – Tira de SBMC de Zach Weinersmith .....	41
Figura 13 – Vaso com a representação de Hércules matando a Hidra.....	42
Figura 14 – Capa da revista “ <i>Astro City: A Visitor’s Guide</i> ”.....	43
Figura 15 – Um <i>valkut</i> nórdico.....	48
Figura 16 - Uma triquetra.....	49
Figura 17 - Capa da revista Flash (1959) #105.....	54
Figura 18 – A professora de ciências como super-heroína pela Marvel Comics.....	55
Figura 19 – Fragmento do livro Elementos de Euclides, dos papiros de Oxirrinco.....	57
Figura 20 – Poster da Sociedade de Justiça a América, por Jerry Ordway.....	60
Figura 21 – Professor Pardal e seu ajudante, Lampadinha.....	62
Figura 22 – Mapa da Ciméria, lar de Conan, o Bárbaro .....	63
Figura 23 – Nuvem de palavras relativa aos referenciais metodológicos.....	76
Figura 24 – Nuvem de palavras relativa aos referenciais teóricos .....	81
Figura 25 – Organização das etapas da Sequência Fedathi .....	99
Figura 26 – Imagem de <i>Avengers</i> (1998) #4 por George Pérez.....	129
Figura 27 – Página da Revista <i>Marvels</i> (1994) #2 .....	131
Figura 28 – Capa de Crise nas Infinitas Terras (2016) por Alex Ross.....	133
Figura 29 – Imagem de <i>The Quotable Sandman</i> (2000), com frase de Neil Gaiman e arte de Dave McKean.....	135

## LISTA DE GRÁFICOS

Gráfico 1. Distribuição de dissertações e teses, por ano de publicação.....	69
---	----

## LISTA DE TABELAS

Tabela 1. Dissertações e teses, por ano de publicação, de 1979 a 2020 .....	68
Tabela 2. Número de dissertações e teses por universidade .....	70
Tabela 3. Número de dissertações e teses por região geográfica.....	71
Tabela 4. Procedimentos metodológicos apresentados nas pesquisas do MS.....	73
Tabela 5. Principais referenciais metodológicos nas dissertações e teses.....	75
Tabela 6. Aportes Teórico-Metodológicos apresentados nas pesquisas do MS.....	77
Tabela 7. Agrupamento de objetivos observados no levantamento inicial .....	82
Tabela B1. Procedimentos Metodológicos nas pesquisas do MS inicial .....	173

## LISTA DE QUADROS

Quadro 1. Critérios de inclusão e exclusão de trabalhos no MS.....	52
Quadro 2. Quantidade de trabalhos encontrados em cada bases de dados.....	64
Quadro 3 – Distribuição dos trabalhos nos eixos e subeixos estabelecidos no Mapeamento Sistemático.....	80
Quadro 4. Trabalhos no eixo “Análise epistemológica sobre o ensino de Cálculo”.....	85
Quadro 5. Trabalhos no eixo “Análises históricas do ensino de Cálculo” .....	90
Quadro 6. Trabalhos no eixo “O professor de Cálculo” .....	94
Quadro 7. Trabalhos no eixo “Aprendizagem de/no Cálculo” .....	101
Quadro 8. Trabalhos no eixo “Mapeamento do Cálculo” .....	115
Quadro A1. Pesquisas encontradas no Mapeamento Inicial.....	158
Quadro B1. Eixos e Subeixos estabelecidos no MS inicial.....	174

## LISTA DE ABREVIATURAS E SIGLAS

ABNT – Associação Brasileira de Normas Técnicas

Anhanguera – Universidade Anhanguera

BBC – *British Broadcasting Corporation*

BDTD – Biblioteca Digital Brasileira de Teses e Dissertações

BTD – Catálogo de Teses e Dissertações

CAPES – Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior

CDI – Cálculo Diferencial e Integral

COVID-19 – *Corona Virus Disease 2019*

DC – *Detective Comics*

EaD – Educação (Ensino) a Distância

EJA – Educação de Jovens e Adultos

ENEM – Encontro Nacional de Educação Matemática

EUA – Estados Unidos da América

GEPFPM – Grupo de Estudo e Pesquisa em Formação de Professores de Matemática

GEPRAM – Grupo de Estudos e Pesquisa sobre Práticas Formativas e Educativas em Matemática

GO – Unidade Federativa de Goiás

HQ – História(s) em Quadrinhos

IBICT – Instituto Brasileiro de Informação em Ciência e Tecnologia

IES – Instituição de Ensino Superior

IFCE – Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Ceará

MS – Mapeamento Sistemático

MPP – *Mathematic Plotting Package*

NEPEM – Núcleo de Estudos e Pesquisas sobre Narrativas Educativas, Formação e Trabalho Docente

PDF – *Portable Document Format*

Pibid – Programa Institucional de Bolsa de Iniciação à Docência

PR – Unidade Federativa de Paraná

PROAES – Pró-Reitoria de Assuntos Estudantis da Ufac

PROFMAT – Mestrado Profissional em Matemática em Rede Nacional  
PUC-GO – Pontifícia Universidade Católica de Goiás  
PUC-PR – Pontifícia Universidade Católica do Paraná  
PUC-RS – Pontifícia Universidade Católica do Rio Grande do Sul  
PUC-SP – Pontifícia Universidade Católica de São Paulo  
RESuLT – Revisão Sistemática da Literatura  
REUNI – Programa de Apoio a Planos de Reestruturação e Expansão das Universidades Federais  
RS – Revisão Sistemática  
RS – Unidade Federativa do Rio Grande do Sul  
SBEM – Sociedade Brasileira de Educação Matemática  
SBMC – *Saturday Morning Breakfast Cereal*  
SIPEM – Simpósio Internacional de Pesquisa em Educação Matemática  
SP – Unidade Federativa de São Paulo  
StArt – *State of the Art Through Systematic Review*  
TIC(s) – Tecnologia(s) da Informação e Comunicação  
UEL – Universidade Estadual de Londrina  
Ufac – Universidade Federal do Acre  
UFC – Universidade Federal do Ceará  
UFES – Universidade Federal do Espírito Santo  
UFG – Universidade Federal de Goiás  
UFJF – Universidade Federal de Juiz de Fora  
UFMG – Universidade Federal de Minas Gerais  
UFMS – Universidade Federal do Mato Grosso do Sul  
UFMT– Universidade Federal de Mato Grosso  
UFOP – Universidade Federal de Ouro Preto  
UFPA – Universidade Federal do Pará  
UFPE – Universidade Federal de Pernambuco  
UFPR – Universidade Federal do Paraná  
UFRN – Universidade Federal do Rio Grande do Norte  
UFS – Universidade Federal do Sergipe

UFSC – Universidade Federal de Santa Catarina

UFSCar – Universidade Federal de São Carlos

UFSM – Universidade Federal de Santa Maria

UnB – Universidade de Brasília

Unesp – Universidade Estadual Paulista

UNIBAN – Universidade Bandeirantes

Unicamp – Universidade Estadual de Campinas.

Unilassale – Universidade La Salle

Unioeste – Universidade do Oeste do Paraná

UFPeL – Universidade Federal de Pelotas

UNISUL – Universidade do Sul de Santa Catarina

USP – Universidade de São Paulo

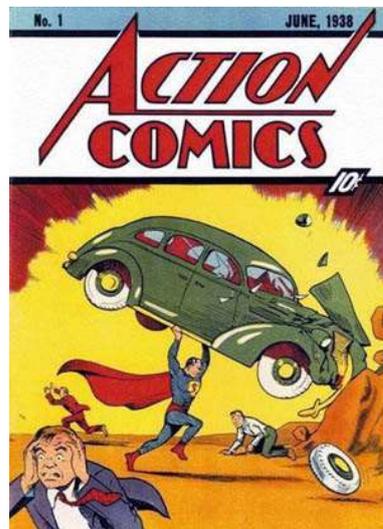
## SUMÁRIO

INTRODUÇÃO: A CAPA DO NOSSO GIBI .....	17
<b>1 MOVIMENTOS PARA O MAPEAMENTO SISTEMÁTICO.....</b>	<b>27</b>
1.1. UMA INTRODUÇÃO NÃO TÃO SISTEMÁTICA .....	27
1.2. UM ESSENCIAL INTERLÚDIO (O MAPEAMENTO SISTEMÁTICO) .....	37
1.3 FIM DO INTERLÚDIO OU VOLTEMOS À (C)ciÊNCIA .....	41
1.4 O DESENVOLVIMENTO DO NOSSO CENÁRIO: A EDUCAÇÃO MATEMÁTICA.....	43
1.5 O PASSO-A-PASSO DO NOSSO MAPEAMENTO SISTEMÁTICO.....	51
1.5.1 1ª ETAPA: PLANEJAMENTO .....	51
1.5.2 2ª ETAPA: CONDUÇÃO E LOCALIZAÇÃO DOS TRABALHOS .....	53
1.5.3 3ª ETAPA: SINTETIZAÇÃO E ANÁLISE DOS RESULTADOS.....	53
1.6 UM <i>PIT-STOP</i> PARA ENXERGARMOS ONDE ESTAMOS.....	53
<b>2 A GÊNESE DA NOSSA “HEROÍNA”: OS PRIMEIROS PASSOS DA DISCIPLINA CÁLCULO DIFERENCIAL E INTEGRAL NO BRASIL .....</b>	<b>55</b>
2.1 O “PREDECESSOR” DA NOSSA HEROÍNA: O CÁLCULO DIFERENCIAL E INTEGRAL.....	55
2.2 OS PASSOS DA NOSSA HEROÍNA NA TERRA DE MALBA TAHAN.....	60
2.3 NOSSO MAPEAMENTO INICIAL .....	63
2.4 O MAPEAMENTO SISTEMÁTICO – PARTE 2 (A REVANCHE).....	66
<b>3 A NOSSA AVENTURA CHEGOU AO FIM. MAS SERÁ QUE CHEGOU MESMO? .....</b>	<b>130</b>
<b>4 REFERÊNCIAS.....</b>	<b>135</b>
<b>5 ANEXOS.....</b>	<b>158</b>

## INTRODUÇÃO: A CAPA DO NOSSO GIBI

Excelsior! O icônico escritor, criador e editor de quadrinhos dos Estados Unidos, Stan Lee<sup>1</sup>, nos ensina que devemos aproximar o leitor do mundo “real” e é nessa missão que queremos fazer esta apresentação. No mundo das histórias em quadrinhos, a capa sempre foi um dos artifícios para seu sucesso. Elas geralmente tendem a mostrar uma cena dinâmica, com seus personagens principais, para dar a sensação que, dentro daquela revista, você vai encontrar algo que vai aumentar sua dopamina. Talvez uma das capas mais icônicas é a de *Action Comics* #1, de junho de 1938, com a primeira aparição do Superman (Figura 1).

FIGURA 1 – CAPA DA ACTION COMICS #1 (1938)<sup>2</sup>.



Fonte: Disponível em: <https://www.comics.org/issue/293/cover/4/>. Acesso em jul. 2021.

Estas capas são denominadas de capas trailers segundo PORTO (2017). Esta introdução aqui tem a função de servir como uma capa para este trabalho de pesquisa.

<sup>1</sup> Nascido como Stanley Martin Lieber, na cidade de Nova York em 28 de dezembro de 1922 e faleceu em 12 de novembro de 2018, Stan Lee é considerado o grande nome dos quadrinhos estadunidenses, sendo o criador dos grandes nomes do Universo Marvel, tais como Homem-Aranha, Quarteto Fantástico, X-Men, Hulk, Homem de Ferro e Vingadores. Suas colunas nas edições das revistas da Marvel, *Stan's Soapbox*, além de propagandear as revistas da editora, tinham por objetivo fazer esta aproximação com o leitor. Excelsior era sua assinatura costumaz nessa coluna.

<sup>2</sup> A revista *Action Comics* nº 1, lançada pela DC, é considerada o início do domínio dos super-heróis nas bancas estadunidenses. Foi ela que iniciou o que denominada Era de Ouro nos quadrinhos (LESCHEN, 2021). O Superman (que por anos foi chamado de Super-Homem no Brasil) foi criado pelo escritor estadunidense Jerome “Jerry” Siegel (1914-1996) e o artista canadense radicado nos Estados- Unidos Joseph “Joe” Shuster (1914-1992). A arte da capa é de Shuster, com cores (supostamente) do artista estadunidense Jack Adler (1917-2011).

Aqui queremos mostrar os elementos que o famoso designer estadunidense Chip Kidd trata nos seu livro *Julgue Isto* (KIDD, 2016), ao descrever que devemos ser claros o suficiente para que as pessoas entendam o que queremos imediatamente, mas também devemos manter um mistério para que o leitor queira se aprofundar mais.

Espero que esta minha apresentação passe no crivo de Kidd e faça com que o leitor continue a ler a minha pesquisa. Mas antes, peço escusas se este início possa parecer um tanto estranho numa dissertação, mas como os quadrinhos fazem parte da minha vida há muito tempo, eu trouxe os gibis para junto da minha pesquisa para poder tentar deixá-la ainda mais “minha cara”.

A nossa pesquisa vai tratar sobre a disciplina do Cálculo Diferencial e Integral e/ou seu ensino.

A disciplina do Cálculo Diferencial e Integral é considerada, assim como o *Action Comics #1* é para os quadrinhos, fundamental para cursos superiores dos cursos nas áreas de Exatas, Tecnológicas e ainda é presente em diversos outros cursos das Sociais Aplicadas, uma vez que ela trabalha com conceitos que são considerados basilares para o desenvolvimento da Matemática, Física, Economia, Química, para falar alguns.

Por isso, quando tratamos da área de Matemática no ensino superior, ela é a “heroína” de diversas pesquisas desta área. O contexto em que a disciplina é investigada é extremamente amplo, assim como os agentes que fazem estas pesquisas.

Como nossa heroína, ela será devidamente apresentada e ambientada no contexto brasileiro, mas aqui queremos conhecê-la com mais profundidade. E, para isso, pretendemos responder a nossa questão norteadora que será apresentada ainda aqui.

Nas capas mais recentes (e quando eu digo recente, nestes últimos 30 anos aproximadamente), além da importante imagem que chamará a atenção para o trabalho, estão estampados os nomes dos artistas. E aqui acredito que seja o momento de contar um pouco deste que vos falará por algumas páginas.

Eu praticamente nasci na universidade. Meu pai é professor aposentado da Universidade Federal do Acre (Ufac). Foi o primeiro professor de Estatística de lá formado na área e um dos primeiros professores do curso de Matemática. E, praticamente junto com a entrada dele na universidade, veio a minha entrada no mundo.

FIGURA 2. FOTO DO AUTOR NO AINDA RECÉM-CONSTRUÍDO CAMPUS DA UFAC.



Fonte: Acervo Família Pontes

Desde que eu me conheço por gente, eu estou “ligado” aos estudos do tipo estado da arte, revisão e mapeamento sistêmico. Na realidade, em diversos dos tipos “mapeamento” descritos por Vosgerau & Romanowski (2014). Eu fui uma criança precoce, que aprendeu cedo a ler e escrever e, além disso, era daquelas que queria saber de tudo. Acho que para se “livrar” de mim, meu pai me ensinou a procurar em enciclopédias e dicionários quando tinha dúvida factual sobre alguma coisa. E eu sempre fui de mergulhar nos meus interesses, que foram variando durante os anos. Além disso, meu pai tem uma coleção de discos sobre a qual muitas vezes eu me debruçava para catalogar. E, além disso, quase como num *snowballing* descrito por Falbo (2017), eu buscava mais informações sobre as bandas, seus componentes, etc. Isso tudo, claro, numa época pré-internet.

Este meu instinto de catalogação sempre me propulsionou para mapear o que havia de algum assunto do meu interesse. Ainda com sete anos, lembro de noites e noites a fio na Biblioteca Central da Ufac, enquanto meu pai dava aula, eu buscava em todos os livros que ali tinha sobre Mitologia Grega, uma aventura específica que me chamou a atenção na época (Os Argonautas). Não só contente com o que achei nos livros específicos dos assuntos, debatia com o bibliotecário onde mais poderia

achar informações. E, por fim, com um caderninho na mão, me debrucei em um enorme dicionário de Mitologia Grega, lendo verbete por verbete, para achar alguma coisa relacionada a aventura em si ou aos tripulantes do Argo, inclusive anotando inconsistências dentro do próprio dicionário ou com outros livros.

Ainda que, claro, de maneira rudimentar, essas minhas memórias são essenciais para que eu consiga relacionar emocionalmente o quão importante é a criação de panoramas na área acadêmica. A necessidade deles como um ponto de partida para pesquisadores iniciantes, apontada por Vosgerau & Romanowski (2014), mas para além disso, estas pesquisas possibilitam uma maior efetividade para o pesquisador no tempo despendido em busca de novas frentes de pesquisa sobre um assunto. Para mim, isso só mostra também como é essencial que estas pesquisas tenham exigida uma alta qualidade, como aponta Falbo (2017).

Na universidade, sou filho de um projeto se não inovador, no mínimo interessante da Unicamp. O curso 51, conhecido como “Cursão”, permitia que o estudante fizesse um rol de matérias comuns nos 3 primeiros semestres e no fim do terceiro escolher o curso final (no caso da minha época, era Matemática Pura, Matemática Aplicada, Licenciatura em Matemática, Física Pura ou Aplicada e Licenciatura em Física). Lembro que essa possibilidade foi determinante para escolher a Unicamp para a minha graduação. Inicialmente, escolhi Matemática Aplicada e nela enveredei por quase  $\frac{3}{4}$  do curso. Mas, por ter começado a dar aulas (como estagiário) num colégio que trabalhava com EJA (então supletivo), acabei rumando no fim para a Licenciatura. Isso é importante, pois esta trajetória foi determinante para a minha identidade como professor e, finalmente, como professor que pesquisa a Educação Matemática.

E em 2008, voltei à minha segunda casa, a Universidade Federal do Acre (UFAC), dessa vez como professor na área de Matemática. Desde o início, eu trabalhei praticamente todos os semestres em cursos de licenciatura, em geral com as disciplinas ligadas ao Cálculo que fazem parte das disciplinas básicas iniciais dos cursos. O curso de Licenciatura em Matemática havia passado recentemente por um movimento de mudança no projeto pedagógico, que buscava atender os anseios de alguns docentes, com uma maior sintonia com a formação de professores. O curso tem disciplinas que desde o primeiro semestre busca integrar o aluno na escola, com incursões frequentes dos mesmos nas escolas públicas de Rio Branco. Antes desta mudança, havia uma reclamação da sociedade e dos nossos egressos de como o

curso era antes notadamente um “bacharelado com algumas pinceladas de didática”. Tínhamos um número reduzidíssimo de formados, e destes, ainda menos seguiam a carreira de professor (a quantidade de licenciados em Matemática que eram policiais, bombeiros era, e ainda é, bem expressiva). Este cenário é detalhadamente descrito na tese do meu colega, José Ronaldo Melo (2010).

Outro cenário que ocorria na época da minha entrada na Ufac era que o governo do Estado havia feito uma parceria com a universidade para formar um número expressivo de professores no interior do estado, sendo que quase todos eram professores leigos. Este programa foi enorme (no contexto acreano, claro), englobando todos os 22 municípios do Acre e todas as licenciaturas que tínhamos na época (Matemática, Letras, Educação Física, História e Geografia e o curso de Pedagogia). Eram disciplinas modulares, oferecidas nas férias dos professores e, em geral, dadas pelos professores da Ufac. Este programa, apesar de não ser a maneira ideal, foi tido como bem-sucedido. Pessoalmente, pude vivenciar a importância do programa ao trabalhar em turmas de diversos municípios nas minhas férias. E que experiência gratificante, pois trabalhávamos com estudantes que já eram professores e, portanto, já tinham suas próprias concepções pedagógicas. Como eu era um professor iniciante, foi maravilhoso para mim este intercâmbio de experiências. Fora que assim eu pude conhecer a realidade do interior do Acre (que é muito diferente da capital, onde nasci e vivi minha infância). Este programa é minuciosamente detalhado no trabalho de dissertação da minha colega Simone Bezerra (2009).

Já a realidade dos outros cursos de licenciaturas em que trabalhei (Física e Química) era diferente. Lá prevalecia uma visão mais “puramente conteudista” e uma tendência de um conflito entre as matérias do núcleo duro e as ditas “pedagógicas”. Muitos professores desejavam trabalhar em cursos de bacharelado e então tratavam a licenciatura como se fosse “o que tinha naquele momento”. Deste modo, eu via que muitos alunos tinham dificuldade de “aceitar” que seriam professores. Mas teve um programa que mudou muito esta realidade, o Programa Institucional de Bolsa de Iniciação à Docência (Pibid).

Eu tive a oportunidade de ver o Pibid de perto, mesmo não sendo parte dele inicialmente, pois foi meu pai (aquele moço da foto, com 29 anos de experiência a mais), que era professor de Estatística, mas que dava aulas nas licenciaturas havia 30 anos, que foi quem elaborou e conseguiu aprovar o Pibid na Ufac e foi o seu coordenador institucional por 3 anos. Certamente, o programa é algo que trouxe uma

maior interação entre a universidade e as escolas. Os estudantes vinham cheios de gás com o que eles tinham trabalhado nas escolas. Ou ainda, eles viam a dura realidade do professor ao acompanhar o dia a dia da escola. Isso é bem resumido por Nakayama, Gama, Pinheiro e Santos Junior (2017) na apresentação do dossiê dos programas e políticas de formação de professores e valorização do magistério quando dizem:

Em canais de diálogo estabelecidos, em contextos nos quais os sujeitos estão em interação social nas diferentes práticas educativas, bem como de saberes disciplinares e experienciais, a constituição formativa passa pela construção de caminhos diferenciados nos campos conceituais, abordagens e novas percepções educativas. (NAKAYAMA; GAMA; PINHEIRO; SANTOS JÚNIOR, 2017).

Algumas experiências dentro do Pibid na Ufac foram registradas em Sousa, Garcia e Santos (org., 2017), para o qual este que vos fala deu uma pequena contribuição em Pontes Junior (2007).

Nos meus quase 13 anos de carreira, foi raro um semestre que eu não trabalhasse com Cálculo, ou com uma disciplina que seria um Pré-Cálculo na Matemática. Já no início busquei novos livros, para poder deixar uma leitura menos “pesada” para os alunos. E assim fui cada vez mais me aprofundando e me deliciando com o ensino de Cálculo. Sempre buscava discutir com os outros colegas que também trabalhavam a disciplina para tentar novas metodologias, ou trabalhar este ou outro conceito de maneira diferente. Eu me identifiquei muito com os estudantes, com aqueles rostos quase desesperados por estarem nos anos iniciais da sua graduação, e “enfrentarem” uma disciplina que era sempre considerada como um grande “bicho papão”. Infelizmente, este estigma era ainda mais perpetuado por colegas, chegando a ouvir a frase que, além de infeliz, é conotada de uma misoginia absurda: “É no Cálculo que separamos os meninos dos homens”.

Logo que entrei na Universidade Federal do Acre, tinha minhas pesquisas enveredando para a Matemática Aplicada, na linha da Biomatemática difundida na Unicamp, ao trabalhar com Lógica *Fuzzy*. Mas, desde o início, a minha vocação de professor fez com que buscasse ligar este trabalho com a sala de aula. Óbvio, ver como professores que eu admirava, como o João Frederico Meyer (Joni), conseguia navegar nestes mares conjuntos, me deu inspiração.

Com o passar dos anos, minha trajetória na universidade me fez aos poucos ir deixando a Matemática Aplicada de lado e me enxergar cada vez mais como

professor, formador e, mais ainda, formador de formadores. Mas ao me sentir nesta “fragmentação” que é o ser humano contemporâneo, como nota Ferreira (2007), sem dúvida trouxe angústia no momento de estabelecer um fio condutor para o que queria pesquisar.

Entretanto, a minha participação na gestão universitária foi fundamental para aterrar ainda mais o rumo da minha pesquisa.

Na gestão universitária, tive a maravilhosa oportunidade de trabalhar na área de assistência estudantil e, portanto, estar mais perto das múltiplas dificuldades que nossos estudantes têm que passar para poder completar sua graduação. E foi aqui que concordo plenamente com Ferreira (2007) quando ela enfatiza o quão importante é o diálogo, que exige a “disposição generosa das pessoas”. Comecei, em 2014, como diretor de Arte, Cultura e Assuntos Estudantis, que era ligada à Pró-Reitoria de Extensão da Ufac. Em seguida, coube a mim capitanear uma ação que talvez seja um dos meus trabalhos mais queridos: conceber e defender no conselho universitário a criação da Pró-Reitoria de Assuntos Estudantis (PROAES). Em seguida à sua criação, assumi uma das suas diretorias, a Diretoria de Apoio Estudantil. Nela, o diálogo com os estudantes foi um fator decisivo para criação e ampliação de diversos auxílios para os mesmos. Em seguida, assumi a diretoria do núcleo relacionado aos cursos de Educação a Distância (que também estava num momento crítico, com a criação do primeiro curso à distância da universidade, justo a Licenciatura em Matemática. Por fim, assumi a pró-reitoria, um papel que tenho um orgulho imenso de ter assumido até o fim da nossa gestão, em 2016. E, durante todo este processo, continuei assumindo minhas aulas de Cálculo. Com a ampliação de disciplinas no curso de Licenciatura em Matemática ligadas à Educação Matemática, para minha alegria acadêmica, assumi disciplinas ligadas à Educação Matemática, como História da Matemática e Matemática e Sociedade.

*Fast-forward* para 2019. E aqui, caro leitor, imaginem os violinos tristes tocando no fundo. Numa manhã de segunda-feira, no dia de 22/07/2019, o seu narrador acordou com todo o lado esquerdo do corpo dormente. Quando vos digo todo, era todo: até na língua, orelha. Tudo. Bom, no mesmo dia fui ao hospital e, depois de ficar internado, descubro que tem um tumor alojado no lado direito do meu cérebro. Logo venho para Sorocaba (para onde meus pais, após a aposentadoria, retornaram) e faço a cirurgia para a retirada do que eu carinhosamente chamei de bolsocisto, ao descobrimos que na verdade o cisto era um câncer, um glioma cerebral de grau 1.

Logo depois da minha cirurgia, da qual tive uma recuperação gradual e bem-sucedida, busquei contato com as professoras Bárbara e Renata para participar das reuniões conjuntas do Grupo de Estudos e Pesquisa sobre Práticas Formativas e Educativas em Matemática (GEPRAEM) e do Núcleo de Estudos e Pesquisas sobre Narrativas Educativas, Formação e Trabalho Docente (NEPEM). Comecei a participar dessas reuniões, e foi nas reuniões do NEPEM que pude me aproximar mais dos textos da Passeggi e entender a profundidade e potencialidade dos textos narrativos e que além disso, a partilha dos mesmos pois “é importante que o exercício de autorreflexão, conduzido durante a escrita, se realize num espaço de partilha” (PASSEGGI, 2010).

Isto me impulsionou a tentar entrar no Programa de Educação da UFSCAR-Sorocaba, mesmo com muitos receios pois a prova ocorreu menos de 100 dias depois de ficar com minha cabeça aberta por 7 horas. Mas, claro, empolgado em poder explorar um campo de saber que para mim sempre foi de muita importância.

Ao entrar no programa, consegui fortalecer ainda mais a minha identidade como professor, pois “ser professor é conquistar uma posição no seio da profissão, mas é também tomar posição” (NÓVOA, 2017).

Foi também dentro do NEPEM que pude me deleitar com uma palestra da professora Marisol Vieira Melo, que apresentou seus caminhos dentro do Estado da Arte como um instrumento potente de pesquisa, usando sua tese como base (MELO, 2013). E então, quase como uma epifania, um fragmento de ideia para o meu projeto surgiu, quando um “passeio de memória” trouxe à tona a ligação que eu tinha com este tipo de pesquisa desde os meus primórdios.

O ambiente acolhedor e instigador do NEPEM me impulsionou a trabalhar esta dissertação num formato mais “autoral”. Foi vendo e ouvindo as vozes dos meus colegas de grupo que pude entender e captar este trabalho como meu e, com isso, como precisava dar uma voz minha ao seu desenvolvimento. Newton<sup>3</sup> não poderia estar mais correto quando escreveu para Robert Hooke<sup>4</sup> (sim, aquele das leis das

---

<sup>3</sup> Isaac Newton (1643-1727) foi um astrônomo, físico, matemático inglês conhecido pelas diversas contribuições para a ciência humana, entre elas, as leis do movimento, da gravidade e, claro, o Cálculo Diferencial e Integral.

<sup>4</sup> Robert Hooke (1635-1703) foi um matemático, físico e arquiteto inglês. Conhecido pela sua Lei relacionada à elasticidade dos corpos, ele também foi considerado o primeiro a observar um micro-organismo usando um microscópio. A sua disputa com Newton sobre as descobertas da Lei de Gravitação Universal foi transformada em uma rivalidade que perdurou por anos até depois da morte de Hooke.

molhas) que se ele conseguia enxergar mais longe, é porque estava sobre os ombros de gigantes<sup>5</sup>.

E foi nesse contexto de descobertas do que a Educação podia fazer pelas pessoas, pelas suas famílias e, por fim, para a sociedade como um todo, que pude estabelecê-la como meu principal enfoque de trabalho e de pesquisa.

Dentro desta área de conhecimento tão ampla, por onde poderia começar? Praticamente não tinha “outra opção” senão onde eu onde eu mais atuo e sobre o qual eu mais debatia com meus colegas de área: na Educação Matemática, mais especificamente investigar as disciplinas de Cálculo, notadamente o Diferencial e Integral de uma função real. Em cima deste assunto, diversas abordagens me surgia à mente: será que havia mais a trazer sobre a Filosofia ligada a ela? O quanto a prática pedagógica do professor influencia no seu aprendizado? Como seria a percepção dos alunos ou dos professores sobre a mesma? Existem novas abordagens no seu ensino? Estas abordagens devem ser diferenciadas com relação ao público que se quer atingir ou “Cálculo é Cálculo” independente do curso? Estes e outros questionamentos são todos válidos, naturalmente.

Entretanto, um outro questionamento foi surgindo: quais trabalhos já foram realizados com foco na disciplina Cálculo Diferencial e Integral (CDI), com viés educacional? Este tema traria, de certa forma, uma combinação perfeita com minha vocação de catalogar informações, utilizar planilhas e bancos de dados, organizá-los e apresentá-los de forma mais sintetizada. Ao buscar trabalhos com este tema, não encontrei nenhum que pudesse responder ao questionamento, especificamente para o Cálculo Diferencial e Integral. Entretanto, havia a necessidade de especificar melhor o que e onde buscar, qual a perspectiva adotada para esta pesquisa. E, assim, chegamos então à pergunta que deverá nortear a pesquisa que aqui vos apresento: **Como a disciplina de Cálculo Diferencial e Integral (e seu ensino) é idealizada/percebida/ trabalhada pelas pesquisas acadêmicas produzidas nos Programas de Pós-Graduação em Educação e Educação Matemática?**

---

<sup>5</sup> A citação original é “*If I have seen further it is by standing on the shoulders of Giants*”.

FIGURA 3 – ÍNDICE DA REVISTA *CREEPSHOW* (1982) <sup>6</sup>

Fonte: Acervo do autor.

Depois deste interlúdio pessoal, aqui apresento como esta pesquisa será apresentada:

No primeiro capítulo, faremos um movimento pelos paradigmas da Educação, com o objetivo de inserir a metodologia utilizada no nosso estudo. Em seguida, falaremos sobre o nosso *background*, o cenário da nossa história, estabelecendo a Educação Matemática como nossa bússola guiadora, além de fazer uma breve recapitulação da sua presença no Brasil. Posteriormente, pormenorizaremos o caminho da nossa pesquisa para nos ajudar a compreender a perspectiva que os programas de pós-graduação têm do ensino de Cálculo.

No segundo capítulo, falaremos sobre nossa “heroína”, a disciplina de Cálculo, percorrendo sobre a sua trajetória no Brasil. E, posteriormente, mostraremos um mapeamento inicial sobre seu ensino que nos permitiu conceber com mais propriedade a nossa questão norteadora.

No terceiro capítulo, mostraremos o balanço das produções acadêmicas dos programas de pós-graduação em Educação e Educação Matemática.

Nas considerações finais, destacam-se os resultados dos balanços dos capítulos anteriores. E abrindo novas possibilidades de *spin-offs* da nossa história, ou seja, novas possibilidades para o rumo que este trabalho pode seguir.

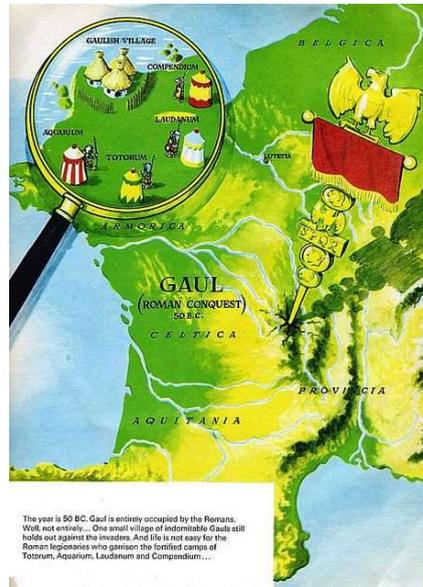
---

<sup>6</sup> A revista *Creepshow* foi lançada pela editora New American Library e é uma adaptação do filme homônimo do mestre do terror Stephen King. A arte é de outro mestre do terror, mas nos quadrinhos, Bernie Wrightson (1948-2017), com cores da sua futura esposa Michele Robinson (1948-2015)

# 1 MOVIMENTOS PARA O MAPEAMENTO SISTEMÁTICO

## 1.1 UMA INTRODUÇÃO NÃO TÃO SISTEMÁTICA

FIGURA 4 – MAPA DA GÁLIA NAS HISTÓRIAS DO ASTERIX<sup>7</sup>.



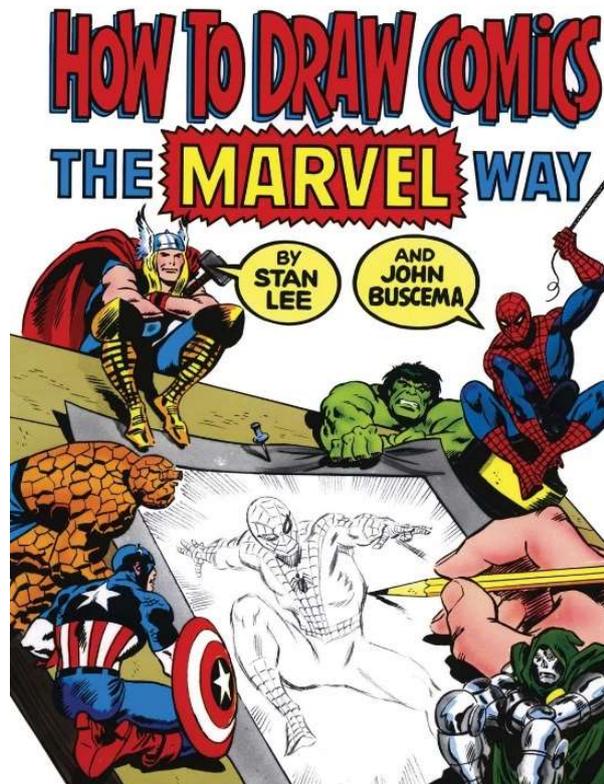
Fonte: Acervo do autor.

Aqui vamos nos debruçar um pouco em como nosso caminho será trilhado. Pensando na nossa relação com as histórias em quadrinhos, podemos pensar que aqui será quando o roteirista estabelece de qual maneira a história se desenvolverá. Historicamente, este desenvolvimento é diferente para cada roteirista. Por exemplo, um dos mais famosos quadrinistas Stan Lee costumava fazer seu roteiro de maneira mais livre, descrevendo de maneira bem geral os acontecimentos (Lee; Buscema, 1984), sendo que ficava a cargo dos desenhistas estabelecerem os layouts e pormenores da página. Em seguida, ao receber a arte, ele estabelecia os diálogos e devolvia para a finalização da mesma. Já outro famoso roteirista, Alan Moore, costumava estabelecer todos os pormenores da história, incluindo o fundo e formato dos quadros, as maneiras como os personagens estavam posicionados nos quadros,

<sup>7</sup> Asterix (no original em francês *Astérix le Gaulois*) é uma série de quadrinhos belga, publicada em francês, que mostra a única vila Gaulesa que não teria sido conquistada pelo imperador romano Júlio César. O principal pano de fundo para as histórias é a retratação dos estereótipos dos povos europeus. Foi criada pelo escritor René Goscinny (1926-1977) e pelo artista (que assumiu os roteiros após a morte do seu colega) Albert Uderzo (1927-2020). O irmão deste, Marcel Uderzo (1933-2021), foi o colorista de boa parte dos álbuns anteriores a 1980.

os ângulos de tomada de quadro. Aos desenhistas, cabiam seguir este roteiro, mas vez ou outra, tentar realizar mudanças, verificando na sequência com o autor se não se encaixava melhor com a história. No nosso caso, temos basicamente a situação do roteirista-desenhista, no qual vivenciamos a história mais completamente, enxergando os rumos da mesma, sendo guiados pela mão firme, porém bondosa, da orientadora.

FIGURA 5. CAPA DO LIVRO “HOW TO DRAW COMICS: THE MARVEL WAY”<sup>8</sup>.



Fonte: Acervo do autor.

Para esse trabalho, pensamos em trilhar o cuidadoso estudo secundário do mapeamento sistemático que tem, portanto, um caráter qualitativo de análise de dados. Naturalmente serão colocadas pequena pitadas de dados quantitativos através de tabelas com números e percentuais, mas, na sua essência, a metodologia qualitativa prevalece.

<sup>8</sup> O livro *How to Draw Comics the Marvel Way* foi lançado pela Marvel em 1978 e mostrava para aspirantes a quadrinistas como desenvolver sua técnica no desenho, ao estilo Marvel. Foi escrito por Stan Lee e por John Buscema (1927-2002), um dos grandes artistas da Marvel durante os anos 1960s até 1990s, trabalhando com quase todos os personagens da editora, e com maior destaque na revista dos Vingadores, Thor e Conan, o Bárbaro.

Esta metodologia nos permitiu (e ainda permite) estabelecer, como diz Vosgerau e Romanowski (2014, p. 167) que “[...] a compreensão do movimento da área, sua configuração, propensões teóricas metodológicas, análise crítica indicando tendências, recorrências e lacunas”.

Mas antes de trilhar completamente no rumo do mapeamento sistemático, faço aqui uma trajetória passando por alguns dos paradigmas da Educação<sup>9</sup>.

Nos contextos de COVID-19, o movimento nem sempre Fordista e cadenciado da Ciência tem embasbacado, quiçá irritado, aqueles que recentemente têm buscado nela uma solução para tomarem o seu sorvete sem paranoicamente se preocuparem em quantas vezes aquela colher foi submetida a um processo de esterilização. Este movimento e os resultados das novas pesquisas sobre o assunto, que nos são reproduzidos em velocidade de *stories* do Instagram, fazem com que haja uma descrença nestes resultados, nos conhecimentos científicos e até na própria Ciência (SCHWANTES e ARNT, 2020).

Se a Ciência, aquela que insistem que é a com C maiúsculo, dos empirismos, das tabelas estatísticas, do microscópio eletrônico no laboratório estéril, está desacreditada, o que podemos dizer daquela pesquisa que muitas vezes até a própria academia costuma colocar em prateleiras inferiores: a pesquisa qualitativa. Este recôndito academicista, que muitas vezes foi perniciosamente encoberto por “meras” diferenças no seu fomento, ou por risadinhas e cacarejos nos corredores universitários comuns entre “Humanas” e “Exatas”, possivelmente não foi mais bem representado no Brasil neste fim dos anos 10 do século XXI que pelos tempos tenebrosos que aqui estamos.

Se a ciência exata da Matemática nos traz a inquietude da comprovação da Conjectura Forte de Goldbach<sup>10</sup>, trazida por Fortunato (2017), é só com a Filosofia que podemos observar realmente a beleza dos Teoremas da Incompletude de Gödel<sup>11</sup>

---

<sup>9</sup> Como paradigmas da Educação, nos baseamos no conceito trabalhado pela professora Maria Cândida Moraes (2006), calcado no conceito inicial do filósofo Thomas Kuhn (1922-1996), e apoiado no centenário filósofo francês Edgar Morin, definido por ela como: “um tipo de relação muito forte, que pode ser de conjunção ou disjunção, que possui uma natureza lógica entre um conjunto de conceitos-mestres” (MORAES, 2012).

<sup>10</sup> O matemático prussiano Christian Goldbach (1690-1764) propôs que todo número inteiro par, acima de 2, é a soma de dois números primos. É um dos mais conhecidos problemas em aberto na Matemática. Tanto que é central no conto “*Sixty Million Trillion Combinations*” do grande escritor de ficção científica estadunidense (nascido na Rússia) Isaac Asimov (1920-1992) e no maravilhoso filme de 2007 “*A Sala de Fermat*” (La habitación de Fermat) dos diretores espanhóis Luis Piedrahíta e Rodrigo Sopeña.

<sup>11</sup> O matemático austro-húngaro Kurt Gödel provou dois teoremas da Lógica Matemática, que, basicamente se enunciam assim:

e, com eles, o “assassinato” do programa de Hilbert<sup>12</sup>. Se existe no Cálculo Diferencial e Integral uma beleza quase mecânica (aqui, não tendo como não puxar para o lado do inglês), é com a historiografia que podemos analisar a arte por trás dele e da briga entre Newton e Leibniz<sup>13</sup> para decidir quem é o seu genitor.

Dentro das Humanidades e, para focar um pouco mais, dentro da área de Educação, são as pesquisas qualitativas que dão o tom. E, claro, os seus mais diversos paradigmas, que nos envolvem em conceitos que inicialmente nos faz parecer que estão falando grego conosco, e no fundo estão, pois podemos estabelecer em cada um a **epistemologia**, a **ontologia**, a **axiologia** e assim discutindo nossa **práxis**. O caminho aqui percorrido começando pela “volta às coisas mesmas”, mas que precisamos da *epoché* de Husserl (ainda não fugimos do grego). Mostrando as idas e vindas, numa resvalada lá no plano (Des)cartesiano, pudemos contar com a visão que é aquela que, em geral, nos é apresentada como a Ciência (aquela do C), sendo lembrado que os zigue-zagues científicos devem ser criticados em suas essências também. Num zague que diriam alguns seria para a esquerda, a “filosofia da práxis” apresentou a totalidade que não é só a soma das partes que lhe são constituintes (MARTINS, 2017). Nisso, é permitida uma visão mais que riemanniana (e ainda mais eudoxiana) da integral que é a soma das suas partições e tão fundamentalmente se relaciona à anti-derivada. Então, o Superman (não o do Planeta Diário, que Umberto Eco detestava por ser incapaz de lutar pela mudança social (GIL VILLA, 2017)), mas sim o niilista, o *Übermensch* de Nietzsche apresentado em um soar de metais (enquanto o osso sobe e desce)<sup>14</sup> e toda a sua influência em tantos

- 
- a) "Qualquer teoria axiomática recursivamente enumerável e capaz de expressar algumas verdades básicas de aritmética não pode ser, ao mesmo tempo, completa e consistente. Ou seja, em uma teoria consistente, sempre há proposições que não podem ser demonstradas nem verdadeiras, nem falsas.
  - b) "Uma teoria, recursivamente enumerável e capaz de expressar verdades básicas da aritmética e alguns enunciados da teoria da prova, pode provar sua própria consistência se, e somente se, for inconsistente.

Com isso, “Um abalo ocorreu no projeto de Hilbert quando Gödel anunciou que havia mostrado a existência de uma sentença verdadeira da aritmética, mas não demonstrável no sistema formal da aritmética dos números naturais e, ainda, que esse sistema não podia provar a sua própria consistência” (BATISTELA, 2017). Para mais informações, sugiro esta tese.

<sup>12</sup> David Hilbert (1862-1943) foi um matemático alemão que é considerado um dos pais do formalismo matemático. Seu programa tinha o objetivo de construir uma rigorosa teoria que seria capaz de descrever toda a Matemática. Para mais, ver Batistela (2017) ou Ferreira (1995).

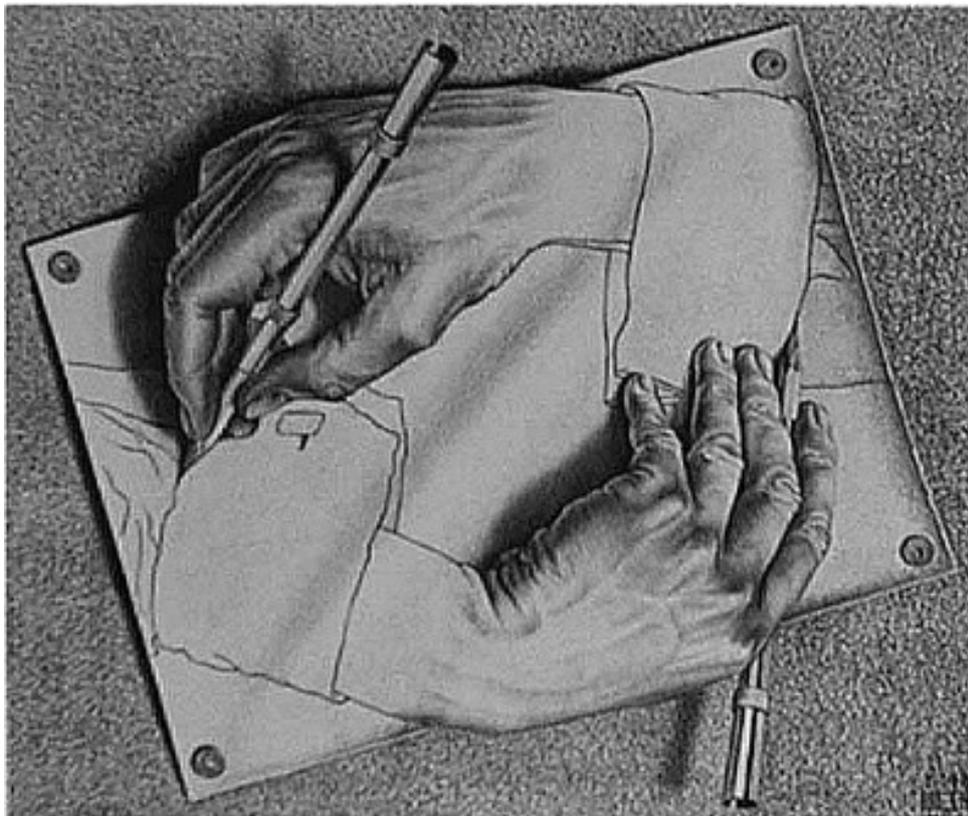
<sup>13</sup> Gottfried Wilhelm Leibniz (1646-1716) era um filósofo, cientista, diplomata e matemático alemão que é conhecido como co-criador do Cálculo, introduzindo uma notação que é até hoje utilizada.

<sup>14</sup> *Übermensch* foi descrito no livro “Assim Falou Zaratustra” (Also Sprach Zarathustra), que é título também de uma composição de Richard Strauss e é trilha sonora de uma cena marcante do filme 2001: Uma Odisseia no Espaço de Stanley Kubrick.

que lutaram contra o controle social, que analisaram a psiquê humana arquetipicamente.

Por fim, pudemos confrontar com olhares diferenciados sobre as ciências. Este confronto traz e volta a questão supracitada de Cs e cs. As constatações de Maturana, apresentadas por Fortunato (2017) sobre o método científico lançam luz, ou melhor, deixam mais difusos para os mais simplistas, sobre a questão do absolutismo que o termo “cientificamente comprovado” traz. Ainda sobre isso, Maturana e Varela (1995) trazem o desenho “Mãos que desenham” do artista holandês Maurits Cornelius (M. C. Escher) para descrever o quão difícil é estabelecer a origem de um determinado processo científico.

FIGURA 6 – “MÃOS QUE DESENHAM”, DE M. C. ESCHER



Fonte: Disponível em: <https://www.arteeblog.com/2015/08/analise-de-drawing-hands-de-m-c-escher.html>. Acesso em jul. 2021.

A pesquisa qualitativa, em geral, pelo menos se assume complexa, como preconiza o novo espírito científico proposto por Bachelard (2000). A ela não se supõe inteiramente desprovida de valores e ecos culturais.

FIGURA 7 – “MÃO COM UMA ESFERA REFLEXIVA” DE M. C. ESCHER



Fonte: Disponível em: <https://www.arteeblog.com/2016/06/analise-de-hand-with-reflecting-sphere.html>. Acesso em jul. 2021.

Para utilizar outra obra de Escher, a “Mão com uma esfera reflexiva”, a presença do observador no evento observado gera mudanças (como na Figura 7) e como esta presença pode causar mudanças no próprio evento. Além disso, poderia associar a imagem como uma mostra de como o ponto de vista não necessariamente traduz uma origem aos processos científicos. Aqui, podemos lembrar o aviso de Bauman, ressaltado por Gil Villa (2017), no qual a “racionalidade procedimental”, de cujos perigos para a moralidade “distrai o pesquisador, impedindo os trabalhos de distanciamento do objeto de estudo para poder compreendê-lo em profundidade” (GIL VILLA, 2017, pg. 58).

A ligação de M. C. Escher e a matemática é tão intrigante que o Matemático Bruno Ernst conviveu por um ano com o artista o que resultou no livro *O Espelho Mágico de M. C. Escher*<sup>15</sup>, lançado originalmente em 1978. Entretanto, esta ligação acabou sendo muito mais “intuitiva” que teórica, como inicialmente viu o decepcionado professor Harold Scott MacDonald Coxeter. Mas a convivência com o geômetra inglês fez com que as obras de Escher tivessem uma “consistência” matemática maior. Sobre isso, o próprio Escher escreveu (numa carta sobre a obra *Cada Vez Mais Pequeno I* de 1956 citada no livro de Ernst):

...o professor Coxeter chamou-me a atenção para o método da redução de dentro para fora, o qual anos em vão, tinha procurado. Pois uma redução de fora para dentro (como em *Cada vez mais Pequeno I*) não traz nenhuma satisfação filosófica porque assim não resulta nenhuma composição logicamente acabada e perfeita...” (ESCHER apud ERNST 2018).

FIGURA 8 – “CADA VEZ MAIS PEQUENO I” DE M. C. ESCHER



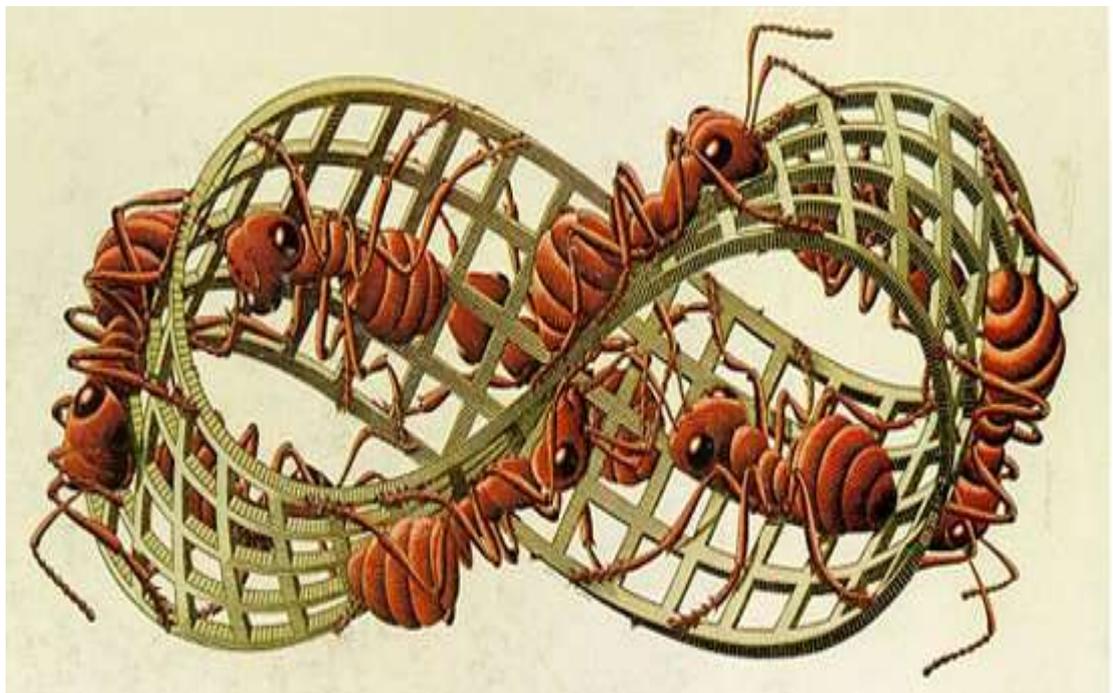
Fonte: Disponível em: <https://webpages.ciencias.ulisboa.pt/~ommartins/seminario/escher/pequeno1.html>. Acesso em jul. 2021.

E, ainda na toada das aventuras matemáticas de Escher, a figura matemática enigmática Fita de Möbius cujo descobrimento foi atribuído aos matemáticos alemães Johann Benedict Listing (o pai da Topologia) e August Ferdinand Möbius, numa situação paralela à briga Newton vs. Leibniz. Mas, olha, se olharmos para os romanos

<sup>15</sup> No original: *De toverspiegel van M.C. Escher*

dois séculos antes do nosso ano zero, vemos que esta figura era bastante representada (CARTWRIGHT; GONZÁLEZ, 2016). Ela até hoje gera bastante interesse fora da Matemática. Tanto é que [ALERTA DE SPOILER] usando uma faixa de Möbius invertida, os Vingadores conseguem voltar no tempo no último filme dos Vingadores, na Fase 2 da Marvel Studios, de 2019, nominado Vingadores: Ultimato. A versão Escheriana nos permite ter uma noção de movimento na superfície (Figura 9).

FIGURA 9 – “FITA DE MÖBIUS II” DE M. C. ESCHER.



Fonte: Disponível em: <https://webpages.ciencias.ulisboa.pt/~ommartins/seminario/escher/pequeno1.html>. Acesso em jul.2021.

Ainda remetendo a Maturana e Varela (1995), há uma passagem em que eles citam as ações do personagem Robinson Crusóé, do livro homônimo de Daniel Defoe, mas podemos inclusive atualizar para a obra cinematográfica mais recente, o filme “Náufrago”, no qual o personagem principal Chuck Noland sofre um acidente aéreo e fica completamente isolado numa ilha (ainda mais isolado que Crusóé, que logo se encontra com o personagem “Sexta-Feira”). Inicialmente, Noland não expressa nenhuma expressão vocal, uma vez que não teria ninguém para ouvi-lo. Mas, depois de um longo tempo, ele cria um interlocutor (a bola de vôlei “Wilson”) para que consiga manter diálogos. Isso aconteceria porque

O fenômeno do linguajar na rede de acoplamento social e linguístico, o mental não é algo que está dentro do crânio [...] a consciência e o mental pertencem ao domínio do acoplamento social. [...] podemos tratar a nós mesmos como fontes de interações linguísticas seletoras de nosso vir-a-ser [...] é a rede de interações linguísticas que nos torna o que somos” (MATURANA e VARELA, 1995).

As pesquisas qualitativas trazem em si mais um questionamento sobre uma ciência “ordenada”. Este questionamento é inclusive trazido para as ciências naturais. Esta (in)disposição pode ser exemplificada pela própria metamorfose da ciência proposta por Prigogine e Stengers (1984). Para eles, a termodinâmica mostrou diretamente as mudanças que a ciência em si passou. E isso levou aos cientistas questionarem com mais veemência a noção de uma ciência ordenada, que sempre leva a processos reversíveis. E que, a partir desta analogia, os autores verificaram que “as ciências da natureza libertaram-se, portanto, de uma concepção estreita da realidade objetiva que crê deve negar em seus princípios a novidade e a diversidade, em nome de uma lei universal imutável”. Ainda, para eles, “a história das ciências não tem a simplicidade atribuída à evolução biológica no sentido da especialização; é uma história mais sutil, mais retorcida, mais surpreendente”. Para os autores

como toda história social, a história das ciências é um processo complexo, no qual coexistem acontecimentos determinados por interações locais, e projetos informados por concepções globais sobre a tarefa da ciência e a ambição do conhecimento” (PRIGOGINE; STENGERS, 1984).

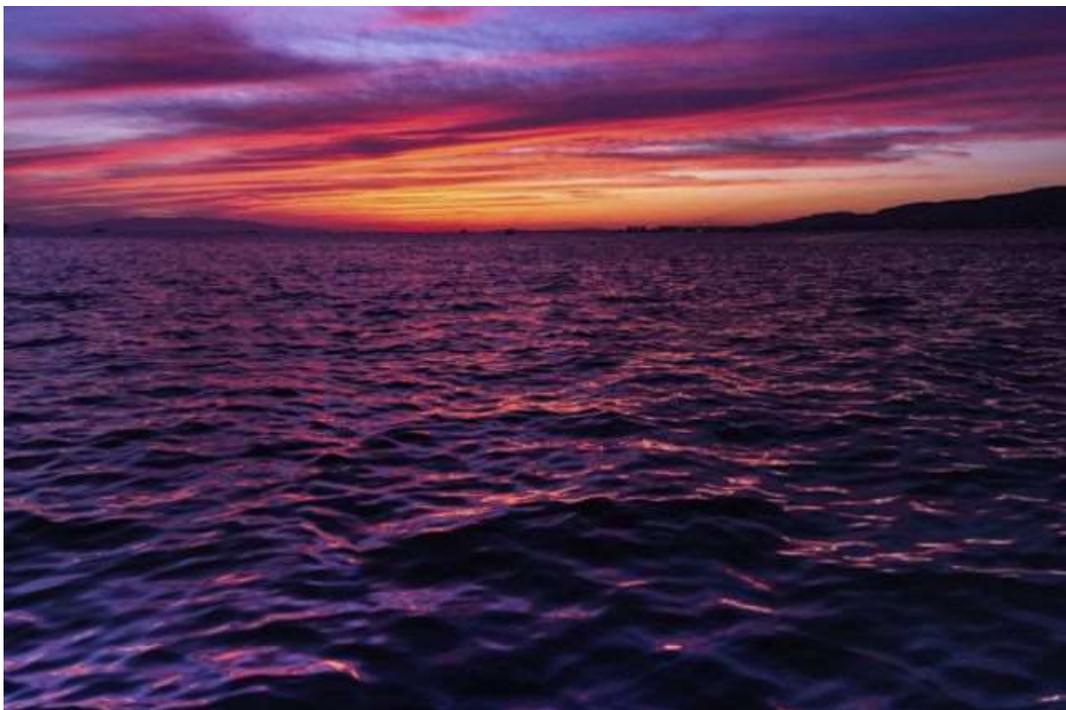
A linearidade ou uma concepção positivista da evolução das ciências acaba tratando como um comportamento científico normal somente a resolução de problemas específicos, além de uma ideia de compartimentalização crescente das disciplinas científicas.

Quando tratamos de pesquisas qualitativas, a linguagem é essencial. Seja na metodologia da pesquisa narrativa, pesquisa etnográfica, semiótica, ela indica o caminho da pesquisa. Não poderia ser diferente, se até algo que consideramos como “físico” como a percepção de cores é algo que pode ser tratado historicamente e, além disso, linguisticamente. Historicamente, podemos considerar que o azul é uma cor que deveria ser reconhecida como uma das mais populares, afinal, é a cor do céu, do mar. Entretanto, o intelectual britânico Gladstone, seguido pelo filólogo Geiger perceberam que não havia menções ao azul em textos de civilizações mais antigas. Como um

exemplo, ao invés do oceano ser descrito como azul, Homero o descreve, em *Ilíada*, como sendo de cor “vinho escuro”.

Com a questão da linguagem, uma tribo da Namíbia foi pesquisada por Jules Davidoff, aproveitando a situação que nesta tribo não há palavra para descrever a cor “azul”. Durante a pesquisa, ele apresentou para os membros da tribo 12 quadrados, sendo que onze deles eram verdes, e um único quadrado, azul. A surpresa do experimento, é que apesar da grande diferença de cor, os indivíduos da tribo não foram capazes de diferenciar os quadrados (BBC News, 2016). Nesta toada, será que somente nós, lusófonos, sentimos saudades? Ou somente os alemães têm *Schadenfreude* (aquela alegria ou satisfação que sentimos quando outra pessoa está sofrendo)? Esta questão da linguagem mais uma vez é tratada por Maturana e Varela, afirmando que “As palavras da linguagem passam a ser objetos que ocultam as coordenações comportamentais que as constituem operacionalmente no domínio linguístico” (MATURANA e VARELA, 1995).

FIGURA 10 – O MAR COR DE VINHO DE HOMERO



Fonte: Disponível em: [https://www.bbc.com/portuguese/noticias/2016/02/160221\\_civilizacoes\\_antigas\\_cor\\_azul\\_rb](https://www.bbc.com/portuguese/noticias/2016/02/160221_civilizacoes_antigas_cor_azul_rb). Acesso em jul. 2021.

Voltando à temática da ciência em si, ou melhor dizendo, do conhecimento científico, Maturana e Varela afirmam que “não é o conhecimento, mas o conhecimento do conhecimento o que nos compromete”. Como isso poderia ser remetido à famosa frase atribuída a Sócrates: “Só sei que nada sei”? Num diálogo fictício do filósofo com os criadores do movimento de autoquantificador Gary Wolf e Kevin Kelly, com a “participação” de Maturana e Varela há uma concordância dos dois com Sócrates ao dizer que saber é agir e que conhecimento e a verdade são formas de adaptação, na medida em que ambos servem para manter as operações do sistema dentro de um meio-ambiente específico. (BELLIGER e KRIEGER, 2016).



## 1.2 UM ESSENCIAL INTERLÚDIO (O MAPEAMENTO SISTEMÁTICO)

Há uma miríade de definições para os trabalhos dos tipos ligados ao estado da arte dentre eles a revisão sistemática (RS) e o mapeamento sistemático (MS). No nosso trabalho, eles serão conduzidas por nosso Mestre dos Magos, ou seja, pelas definições propostas por Falbo *et al.* (2017, p.1) sendo que ele mesmo, no caso do Mapeamento Sistemático, se baseia na xará da minha orientadora Barbara Kitchenham e Stuart Charters (2007) que definem o MS como “uma revisão ampla dos estudos primários existentes em um tópico de pesquisa específico que visa identificar a evidência disponível nesse tópico”. Frisemos também que a partir do mapeamento pode ser realizada alguma RS. Vosgerau e Romanowski (2014) nos diz que os trabalhos que seguem essa linha têm como foco principal observar vários trabalhos do tema escolhido, e a partir desse estudo e observação, elencar as possíveis lacunas existentes, para que ocorram novas interpretações e pesquisas.

Tanto o Mapeamento quanto a Revisão Sistemática são estudos secundários que permitem identificar e agregar as evidências disponíveis quando tratamos de alguma questão de pesquisa, segundo Kitchenham (2010). Nessa metodologia, devemos seguir as orientações propostas por Falbo *et al.* (2017) tendo como base Kitchenham e Charters (2007), e são elas: o planejamento do mapeamento, condução do mesmo e publicação de resultados. Salienta-se que os processos são destinados tanto para revisão sistemática quanto para o mapeamento sistemático.

Caro leitor, peço escusas se por algum motivo aqui ficar técnico demais, mas é assim demandado para que possamos, mais à frente, entender com mais minúcias quais os caminhos da nossa heroína. No início da realização do MS/RS é quando os objetivos são traçados e define-se qual a intenção do estudo, verificando-se a existência ou não de trabalhos na mesma linha. Como segundo passo, o objeto da pesquisa é definido e as estratégias para a condução do MS/RS são traçadas. Nesse momento o pesquisador escolhe o banco de dados que será utilizado como base de consulta, levando em consideração sua importância para a área estudada e sua confiabilidade. Ou seja, temos que tomar o máximo cuidado quando utilizarmos referências de sites buscadores como o *Google*, *Bing*, *Yahoo*, *Baidu* (se você instalou algum programa grátis e não prestou atenção nos passos de instalação), *Cadê* (sim, se você conhece este buscador, já denota sua idade), entre outros. (FALBO *et al.*, 2017)

Dando sequência, serão selecionadas as palavras chaves ou como o autor denomina “*strings*” para a busca. É preciso ter atenção para que as palavras englobem o objetivo do estudo. Em alguns casos é recomendado o uso de aspas, que resultará somente em pesquisas que direcionam as palavras-chaves. Por último, é de suma importância a definição dos critérios excludentes e includentes, levando em conta o tema e quais deles respondem sua problemática, selecionando eixos que convergem ou divergem entre os trabalhos. (FALBO *et al.*, 2017).

Já na segunda fase, será hora de colocar a mão na massa e realizar os passos realizados na etapa supracitada. Ao serem colocados em ação, selecionaremos os estudos que convergem para nossos objetivos e, a partir disso, vamos conferir a qualidade dos critérios de inclusão e exclusão. Após isso, a meta é reunir os dados a partir de formulários que serão utilizados para tabular e criar a interseção entre as informações colhidas. Alguns aplicativos podem ser muito utilizados, o mais comum sendo o “Microsoft Excel” ou “Microsoft Access”, mas podemos (e no viés deste texto, devemos) conhecer os aplicativos utilizados para fora da “Janela”. Outras ferramentas mais específicas para o MS é o RESuLT, PaperTool, StArt, entre outros.

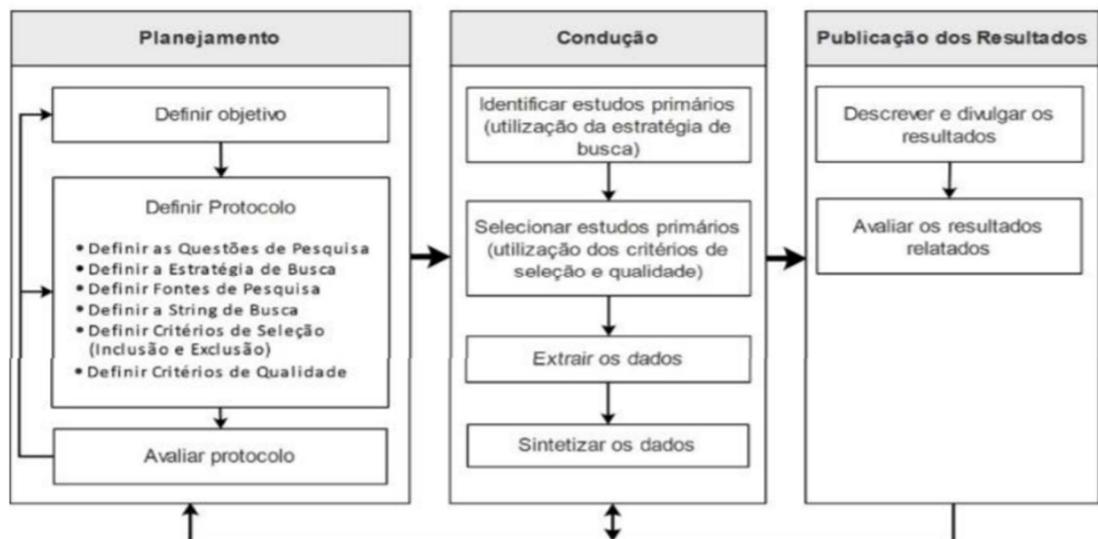
Por fim, chegamos na última etapa, que é composta pela sistematização dos dados. Nessa etapa, fazemos a caracterização e estratificação, com o propósito de buscar estratégias ou respostas para a problemática analisada. Daí, conseguimos gerar resultados, que podem ser publicados em dissertações, trabalhos de conclusão

de curso, periódicos, no grupo de *whatsapp* da família, etc. Na Figura 11, temos um diagrama o qual contém um resumo sobre os passos supracitados.

Caro leitor, note que existe uma certa recursividade nos passos, uma vez que cada passo deve ser dado avaliando e analisando o passo anterior. Não devemos temer dar um passo para trás se notarmos que nosso MS está com alguma inconsistência. Esta recursividade é bastante utilizada em programas computacionais e mesmo na nossa vida: quantas vezes não demos um passo atrás para poder seguir em frente em busca de nossos objetivos.

Aparadas todas as arestas, aí sim podemos ir, como diz Buzzy Lightyear: “Para o infinito, e além”.

FIGURA 11 – FASES DE ELABORAÇÃO DE UM MS.



Fonte: Falbo *et al.* (2017)

Então, a importância do mapeamento sistemático é ressaltada e embasada, resguardando o pesquisador com um método que reúne vários trabalhos de uma mesma temática, buscando assim traçar caminhos para uma pesquisa ou análise a partir da MS, indicando contribuições que foram importantes para a área. Para além do Mapeamento Sistemático, temos também a metodologia conhecida como Estado da Arte.

E o que seria Estado da Arte? Segundo Ferreira (2002), Estado da Arte é uma pesquisa de caráter bibliográfico com o objetivo de mapear e discutir uma determinada produção acadêmica, para tentar responder quais aspectos e dimensões ganham

destaque e/ou são privilegiadas num determinado recorte local/temporal, além de realizar uma possível categorização dos trabalhos, para tentar entender um determinado fenômeno. Ou, ainda, buscar responder uma pergunta norteadora que guiará esta pesquisa. Estes tipos de pesquisa ainda podem identificar as lacunas de pesquisas deste tipo de produção, além de entender quais as principais metodologias que são utilizadas no tema.

Mas será que o **mapeamento sistemático** se conecta com esta visão crítica da ciência?

Ao se buscar entender e mapear as pesquisas realizadas sobre o determinado tema, pode-se procurar também os movimentos que levaram as pesquisas a seguirem um determinado apontamento e quais motivações que podem ter gerado as supracitadas lacunas. Inclusive, pode-se investigar se, como diz Gil Villa (2017) “o espírito da burocracia persegu[iu] o pesquisador representado no fantasma do procedimento”. Ou seja, se o procedimento pode ter afastado alguma curiosidade do pesquisador. Mas, claro, este tipo de pesquisa parece ser uma versão ainda mais focada da imagem da biblioteca, a instituição regida pela ordem, onde o aprendiz de pesquisador deve sentir-se bem, “protegido por tanta sabedoria presente, morta, mas sempre disposta a despertar, a ressuscitar” (GIL VILLA, 2017, 60).

Mas, também, podemos imaginar a pesquisa de Mapeamento Sistemático como sendo uma tentativa de criar uma “picada” nos ramais (como chamamos no Acre) do conhecimento. Um *save point* de uma longa missão de um jogo. E, por ter esta finalidade, deve salvaguardar que todos os seus itens também foram salvos. Um mapeamento sistemático mal realizado pode equivaler a você ter que enfrentar o Chefão da fase, sem aquela armadura que tanto lutou para conseguir. Ou, na linguagem do Cálculo, sem uma escolha ideal de um ponto inicial para analisar a Série de Taylor.



### 1.3 FIM DO INTERLÚDIO OU VOLTEMOS À (C)CIÊNCIA

Gil Villa faz uma alusão ao Titã Sísifo, relacionando com os pesquisadores.

Para ele:

Sísifo se apresenta em várias dimensões do trabalho do pesquisador. A partir de uma perspectiva sincrônica, o estudante é um asno destinado a subir as escadas da biblioteca todos os dias carregado de livros. A partir de uma perspectiva diacrônica, após o Trabalho de Conclusão de Curso da graduação, vem a dissertação de mestrado e depois a tese de doutorado. E depois, se tiver a sorte de conseguir uma bolsa – o que é mais difícil ainda em conjunturas de crises econômicas-, terá que apresentar projetos e ainda agradecer pelo sacrificado trabalho que comportam em caso de serem financiados, seguindo as maneiras e modos de Frei João, porque dessa forma nos permitimos continuar sofrendo uma estação mais no calvário da fama. (GIL VILLA, 2017)

Nesta visão, o pesquisador é mais que um sofredor, é um condenado. Mas seria o pesquisador tão masoquista assim? Por que nós não corremos desesperados, para fugir deste Dia (mês/ano/vida) da Marmota. Ou ainda, poderíamos ampliar a versão, baseado nesta tira do *Saturday Morning Breakfast Cereal* de Zach Weinersmith:

FIGURA 12. TIRA DE SBMC DE ZACH WEINERSMITH<sup>16</sup>



Fonte: Disponível em: [https://www.smbc-comics.com/comic/2014-02-05\\_](https://www.smbc-comics.com/comic/2014-02-05_) Acesso em jun. 2021.

- I) <sup>16</sup> Sísifo! Você foi amaldiçoado a empurrar uma pedra morro acima, apenas para vê-la cair repetidamente / Nãããão!
- II) Tá bom, um adendo: toda vez que a pedra rolar de volta, um contador que não tem nenhum sentido vai dizer que você aumentou um nível! / Uhuu! (tradução nossa)

Podemos considerar os níveis (do jogo) “sem sentido”, tanto quanto as mensurações realizadas nas pesquisas de MS. No fim, para nós que pretendemos ser pesquisadores, talvez o que mais seja importante é quanto a pesquisa nos faça sentido e, ainda mais, a importância intrínseca que ela tenha para nós e como sentimos que ela é importante para a sociedade. Para nós, estes “contadores” acabam sendo também como aquelas pequenas vitórias do nosso dia-a-dia. A cada um dos nossos 12 Trabalhos, nós temos uma sensação boa, como no fim da limpeza dos estábulos do Rei Áugias. Mas também temos aquela sensação triste de infinitude na luta contra a Hidra de Lerna, que quando você acaba um artigo, mais um (para fazer) surge no seu lugar.

FIGURA 13. VASO COM A REPRESENTAÇÃO DE HÉRCULES MATANDO A HIDRA.



Fonte: Disponível em: <https://fantasia.fandom.com/pt/wiki/Hidra?file=Hidra-lernaean.jpg>. Acesso em mai. 2021.

E, então, talvez aí seja a beleza dos trabalhos do Mapeamento Sistemático – Ele serve para ajudar os nossos Hércules a apontar quais cabeças já foram “arrancadas” e quais são as cabeças mais proeminentes.



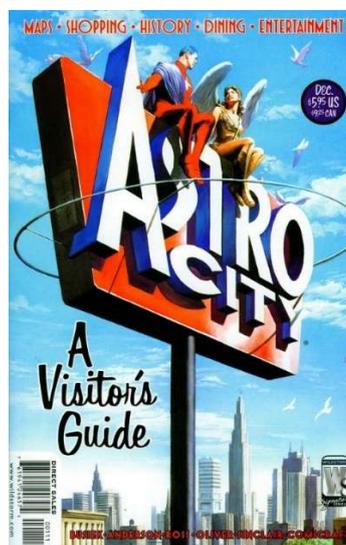
#### 1.4 O DESENVOLVIMENTO DO NOSSO CENÁRIO: A EDUCAÇÃO MATEMÁTICA.

Nos últimos anos houve um crescimento acentuado da produção científica, gerando pesquisa em todo mundo. Na mesma proporção, cresceram também estudos sobre os professores que lecionam Matemática, especialmente, como é o nosso caso, no ensino superior. Uma publicação importante que conseguiu apontar este movimento foi realizada pelo Grupo de Estudos e Pesquisa sobre formação de professores de Matemática (GEPFPM) em 2013, dirigido pelo professor Dr. Dário Fiorentini. Foram encontradas 858 pesquisas com esse cerne, entre os anos de 2001 a 2012, um número expressivo para a Educação Matemática.

Dentro do cenário da Educação/Educação Matemática, e procurando responder a nossa questão norteadora, utilizaremos o mapeamento sistemático como metodologia, que tem caráter qualitativo de análise de dados. Aqui cabe lembrar novamente que o caráter quantitativo deste tipo de análise está somente no uso de tabelas e gráficos, sem a utilização de métodos estatísticos inferenciais. Portanto, iremos estabelecer que, apesar das tabelas e gráficos, o nosso estudo é qualitativo em sua essência.

Nesta metodologia, invocamos Vosgerau e Romanowski (2014), quando falam que esses estudos nos “permitem o entendimento do movimento da área analisada, sua configuração, tendências teóricas metodológicas, análise crítica, indicando tendências, recorrências e lacunas”.

FIGURA 14. CAPA DA REVISTA “ASTRO CITY: A VISITOR’S GUIDE”.



Fonte: Acervo do autor.

As pesquisas qualitativas quebram a barreira existente entre pesquisador e pesquisado, salvaguardando um olhar de não neutralidade do pesquisador, inclusão textual e o entendimento de significados das dinâmicas históricas e relacionais. Além do mais, a interpretação da pesquisa qualitativa posiciona-se a favor de uma visão holística dos acontecimentos, ou seja, leva em conta todos os componentes da situação analisada e suas influências recíprocas.

Como nos sussurra diretamente Gatti e André (2010), as pesquisas qualitativas são uma modalidade investigativa, que foi implementada e consolidada, de forma a corresponder a compreensão das características que são formadoras do ser humano, de suas interações e construções culturais em suas proporções grupais, comunitárias e/ou pessoais. Estas mesmas autoras também nos indicam ainda que os métodos de pesquisa qualitativa são os mais congruentes e aptos a responderem os questionamentos levantados, as intercorrências que podem surgir ao longo do estudo, visto que, proporcionam um melhor entendimento dos processos de aprendizagem, de relações dos processos institucionais e culturais.

Na pesquisa, que engloba os trabalhos que abordam o tema do presente estudo, foram utilizadas as teses e dissertações dos programas de Educação e Educação Matemática.

D'Ambrósio<sup>17</sup> e sua vasta sobrançelha disse que possivelmente foi o caráter interdisciplinar da Educação Matemática que fez com que nos seus primórdios ela fosse, muitas vezes, quando não ignorada, mal-entendida por alguns matemáticos (D'AMBRÓSIO, 1996). De quanto o professor escreveu este texto até hoje, lá se foi um quarto de década. Mas, infelizmente, esta situação ainda paira no nosso mundo acadêmico.

A Educação Matemática como área de pesquisa teve seus primórdios com o livro de 1895 de John Dewey<sup>18</sup> *Psicologia de um Número*<sup>19</sup> que é quase um *react* ao formalismo na Matemática. Entretanto o que é considerado o marco para a EM seria

---

<sup>17</sup> Ubiratan D'Ambrósio, professor, matemático e, mais importante, educador matemático paulistano nascido em 1932 e falecido neste sombrio ano de 2021, é considerado por muitos o maior expoente de Educação Matemática brasileira e o criador da Etnomatemática. Era impossível não o reconhecer devido às fartas sobrançelhas talvez só rivalizadas pelas de Monteiro Lobato.

<sup>18</sup> John Dewey (1859-1952) foi um psicólogo e reformador educacional, que tinha uma forte verve democrática, que baseou os seus estudos para as reformas educacionais, baseados em princípios da socialdemocracia.

<sup>19</sup> Originalmente "*The psychology of Number*".

a contribuição do alemão Felix Klein<sup>20</sup>, que em 1908 publicou o “*Matemática elementar de um ponto de vista avançado*”, na qual propõe o “absurdo” conceito que o professor só teria sucesso no ensino de Matemática se o fizesse de forma intuitivamente compreensível (imagino aqui a quantidade de vezes que esse livro deve ter sido arremessado na parede na época). (D’AMBROSIO, 2004).

Ah, 1908 foi de veras especial. Foi o nascimento da grande Simone de Beauvoir<sup>21</sup> em Paris. E na terra dos *fumetti*<sup>22</sup>, em Roma, no Congresso Internacional de Matemáticos, tivemos o início da Comissão Internacional de Instrução Matemática (IMUK/ICMI), com a liderança de Klein.

Na primeira metade do século XX, começaram timidamente a surgir algumas tentativas da EM ter seu espaço dentro das sociedades de pesquisa, como por exemplo a criação em 1920 do *National Council of Teachers of Mathematics* (NCTM), nos EUA. Mas, após a Segunda Guerra Mundial, houve uma certa “efervescência” da área em todo mundo, em especial na Europa. Tanto que foi em Lyon, na França, que foi realizado o Primeiro Congresso Internacional de Educação Matemática<sup>23</sup> (ICME). Na década dos Beatles<sup>24</sup>, os anos 1960s, foi criada a revista especializada em pesquisa na área, o *Journal of Research in Mathematics Education* (JRME)<sup>25</sup>. Entretanto, os educadores matemáticos ainda preferiam frequentar a reunião anual da (AERA) e isso levou à criação em 1968 de um *Special Interest Group* (SIG) para pesquisas em Educação Matemática.

A Gotham City<sup>26</sup> brasileira (talvez pela história mais brilhante, Astro City<sup>27</sup>) por onde nossa heroína se aventura aqui no Brasil seguiu os passos iniciais bem similares

<sup>20</sup> Felix Christian Klein (1849-1925) é um matemático e educador matemático alemão, fundador e primeiro líder da Comissão Internacional de Instrução Matemática que é conhecida pelas siglas ICMI (International Commission on Mathematical Instruction) e IMUK (Internationalen Mathematischen Unterrichtskommission).

<sup>21</sup> Simone Lucie Ernestine Marie Bertrand de Beauvoir, a Simone de Beauvoir, (1908-1986), é uma escritora francesa e grande ícone do movimento feminista mundial.

<sup>22</sup> Fumetti é o termo dado para as HQs na Itália. O maior representante destes quadrinhos trazidos para o Brasil é o caubói Tex, da editora Bonelli.

<sup>23</sup> ICME – International Congress on Mathematical Education, com a primeira edição em 1969 em Lyon, e as próximas ocorreram nos anos bissextos.

<sup>24</sup> A maior banda de pop-rock inglês do século XX, composta por John Lennon, Paul McCartney, George Harrison e Ringo Star, que lançou um dos maiores sucessos do seu tempo, *Yesterday*.

<sup>25</sup> Revista de Pesquisa em Educação Matemática, que iniciou em janeiro de 1970, lançada anualmente até 1996, e a partir daí com 5 edições anuais

<sup>26</sup> Gotham City é a cidade onde ocorre a maioria das aventuras do Batman, em geral descrita como um lugar escuro, lúgubre, com gárgulas nos seus prédios. Interessante pensar que nas primeiras histórias traduzidas do Morcego no Brasil, ela foi chamada de “Riacho Doce”.

<sup>27</sup> Astro City foi a cidade que é praticamente a protagonista das histórias dos quadrinhos com seu nome, criada por Kurt Busiek, Brent Anderson e com designs e capas de Alex Ross.

que nos EUA. Nos convolutos anos 1950s no Brasil, o ensino-aprendizagem em Matemática começou a ser mais abordado, vindo das discussões dos Congressos Nacionais de Ensino de Matemática (1955 em Salvador, 1957 em Porto Alegre, e 1959 no Rio de Janeiro). Decorrendo daí, um aumento expressivo de atividades com diversos congressos estaduais. Mas, em 1961, o Grupo de Estudos do Ensino de Matemática (GEEM), em São Paulo, entra no *zeitgeist* do Movimento da Matemática Moderna<sup>28</sup>, que acabou tomando o cerne das discussões no Congresso Nacional de 1966 (SBEM, n.d.). Mas, no início dos anos 1970s, os materiais educacionais amplamente calcados neste espírito foram duramente criticados por, na opinião de alguns, supostamente, ampliar os problemas no ensino-aprendizagem da Matemática.

Segundo Iglori (2004), havia uma espécie círculo vicioso de 1980 e início de 1990, no qual:

Por um lado, se seu reconhecimento adviria da divulgação das pesquisas, por outro os espaços próprios a essa divulgação restringiam-se quase que a duas revistas – *Bolema*<sup>29</sup> e *Zézetiké*<sup>30</sup> – e aos trabalhos acadêmicos para fins de titulação. Por todo o país era crescente a organização de núcleos de pesquisas em educação Matemática nos programas de pós-graduação em educação, além da consolidação dos programas de pós-graduação específicos em educação Matemática, como o da UNESP-Rio Claro e o da PUC-SP. (IGLIORI, 2004, p. 64).

E é neste viés de praticamente uma “resistência”, que surge a Sociedade Brasileira de Educação Matemática em 1988, mas que já estava sendo germinada na 6ª Conferência Interamericana de Educação Matemática, em Guadalajara, México sendo finalmente impulsionada pelo I Encontro Nacional de Educação Matemática (ENEM) de 1987 em São Paulo. A primeira produção do evento está ligada com a criação da Sociedade Brasileira de Educação Matemática, que tem como propósito a difundir a formação matemática para a população brasileira. Desde a década de 80 o ENEM ocorre, e nasceu da sede de múltiplos estudiosos da área se reunirem para que uma discussão acerca da Educação Matemática no país fosse realizada. Com

---

<sup>28</sup> A Matemática Moderna (*New Math* ou *New Mathematics* originalmente em inglês) foi um movimento internacional surgido na década 1950s e bem ativo nos anos 60s e 70s. Ele era baseado nos pilares da conceituação, manipulação e aplicações.

<sup>29</sup> *Bolema* (Boletim de Educação Matemática) é a mais antiga e uma das mais conceituadas publicações na área de Educação Matemática no Brasil. Ela é vinculada ao programa de pós-graduação em Educação Matemática da Unesp – *campus* Rio Claro e teve sua primeira edição lançada em 1985.

<sup>30</sup> *A Zézetiké* é a revista de Educação Matemática vinculada à Faculdade de Educação da Unicamp. Ela foi fundada em 1993 pelo CEMPEM (Centro de Estudo, Memória e Pesquisa em Educação Matemática), e tem seu nome derivado da palavra grega original para zetética, uma doutrina filosófica aplicada à Matemática cujo objetivo seria a incansável busca pela verdade, mesmo que haja dúvida que realmente possa atingi-la.

uma relevância imensa, o ENEM agrupa discentes de Licenciatura em Matemática e Pedagogia, pesquisadores e professores de todo o território brasileiro, o que gera uma chance de discussões importantes para a área da Educação Matemática, culminando em muitos trabalhos significativos na área (SBEM, 2019). Em 2019, ocorreu a XIII edição do ENEM e, por ser trienal, o próximo evento deverá ocorrer em 2022.

O Seminário Internacional de Pesquisa em Educação Matemática (SIPEM) também é um evento realizado pela SBEM que tem como finalidade promover o intercâmbio entre os grupos que, em diferentes países, se dedicam às pesquisas na área da Educação Matemática. Ele busca também a divulgação das pesquisas brasileiras e promover o encontro destes pesquisadores, gerando a possibilidade do conhecimento das investigações que estão sendo realizadas em diferentes instituições. Ele tem um formato diferente, mais hermético, no qual pesquisadores ligados a grupos de pesquisas da SBEM, trocam experiências e discutem pesquisas produzidos por eles e seus colaboradores (discentes de graduação, de pós-graduação, pesquisadores associados, etc.). Por fim, também busca propiciar a formação de grupos integrados de pesquisa, congregando pesquisadores brasileiros e estrangeiros, para que seja possível o avanço das pesquisas em Educação Matemática em nosso país (SBEM, 2018). O SIPEM teve sua primeira edição em 2000 e está na sua sétima edição, que foi realizada em 2018. A oitava edição foi realizada em novembro de 2021, de maneira *online* devido à pandemia de COVID-19 que assola ainda o nosso país e o resto do mundo.

Outra ação importante, para além (ou somado a) SBEM, foi criado em 1997 um grupo de estudo (GE), que posteriormente transformou-se no grupo de trabalho GT-19 na Associação Nacional de Pós-Graduação e Pesquisa em Educação (ANPEd). Segundo Iglioni (2004), esta ação foi importante pois os encontros da SBEM, nesta época, abordavam muito mais resultados de estudos sobre ensino de Matemática do que, propriamente, estudos sobre a Educação Matemática.

Mesmo com a trajetória já tornada secular (que sabemos que é um piscar de olhos para a História), a Educação Matemática como área de pesquisa ainda sofre considerável dúvida em ser ontologicamente um campo em si. Muitos matemáticos a vê como uma mera ferramenta da Matemática para “chegar nos menos aptos”, como já ouvi de um colega de profissão. Ou ainda de tratar a Educação Matemática como uma área ou um apêndice “menor” que a Matemática. E o que falar de alguns colegas da Educação, que consideram a área como simplesmente uma subárea da Educação,

como se ela não tivesse epistemologia própria, “só sugando” as da Educação para propósitos direcionados à Matemática.

Killpatrick (1996) tenta estabelecer o seu texto “estacas” epistemológicas para que estas visões sejam dirimidas, estabelecendo que a Educação Matemática tem suas próprias: relevância, validade, objetividade, originalidade, rigor e precisão, prognóstico, reprodutibilidade e, por fim, relacionamento. Após estas considerações, acredito que a discussão (ainda) mais interessante em seu texto, ao propor um experimento mental simples:

Imagine um matemático de pesquisa dizendo: “eu estou ficando velho e não posso por muito mais tempo fazer Matemática original. Eu acho fascinante os esforços de meus netos para aprender Matemática e tenho visitado algumas salas de aula em escolas. Eu decidi que Educação Matemática é um campo ao qual eu gostaria de me juntar, porque eu penso que posso dar uma contribuição”.

Isso parece plausível?

Agora imagine um educador matemático dizendo: “eu estou ficando velho e não posso por muito mais tempo fazer um trabalho original em Educação Matemática. Eu acho fascinante os esforços dos meus netos para fazer Matemática e tenho visitado alguns departamentos universitários de Matemática. Eu decidi que pesquisa em Matemática é um campo ao qual eu gostaria de juntar-me, porque eu penso que posso dar uma contribuição”.

Isso parece plausível? (KILLPATRICK, 1996)

E aqui acredito que seja a importância dos três campos, Educação Matemática, Educação e Matemática se entrelaçarem, como um *valknut*<sup>31</sup> viking, mostrando o quanto o elo entre os três campos podem gerar um conhecimento mais sólido:

FIGURA 15. UM VALKNUT NÓRDICO.

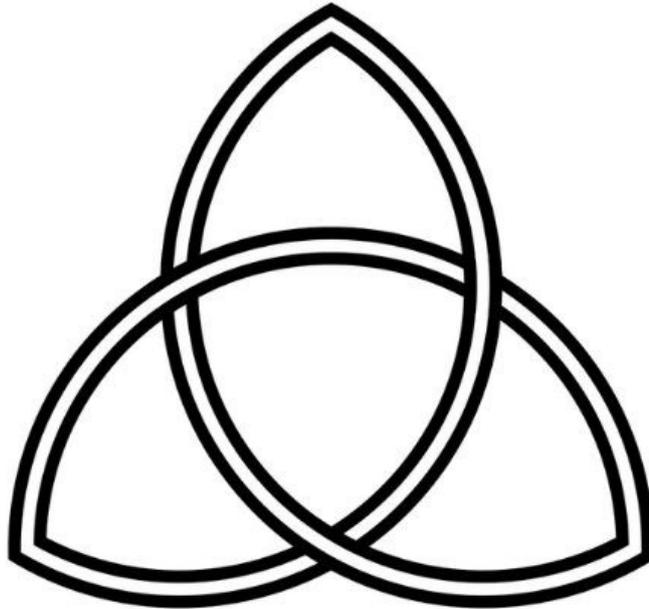


Fonte: Disponível em: <https://en.wikipedia.org/wiki/File:Valknut.svg>. Acesso em nov. 2021.

<sup>31</sup> O *valknut* é um símbolo de diversos povos germânicos, que se acredita ser relacionado com o deus-pai da mitologia nórdica, Odin.

Uma outra visão que veio também a este humilde escriba foi a mais famosa triquetra<sup>32</sup> (que deve ser bem mais familiar para aqueles que mergulharam na série *Dark*<sup>33</sup>), numa demonstração que podemos inserir o nosso estudante no centro da mesma, se beneficiando dos conhecimentos das três áreas:

FIGURA 16. UMA TRIQUETRA



Fonte: Disponível em: <https://www.dicionariodesimbolos.com.br/triquetra/>. Acesso em nov. 2021.

Na minha trajetória, tenho buscado pautar minhas ações na tentativa de proporcionar aos meus estudantes, colegas e até para vocês, caros leitores, no sentido em que o Bicudo (1999) fala da formação como uma extensão do cultivo de uma “semente” do saber. Podemos então entender que é através do cuidado com a **forma/ação** que ajudaremos o ente que se torna pleno sendo/fazendo, mas com a invariante que é a preocupação, ou ainda a pré-ocupação que é invariante em todas as abordagens da Educação Matemática. (BICUDO, 1999). Ou seja, é o cuidado com a formação da pessoa que segue como essencial. Ou melhor, o cuidado com o desabrochar da potencialidade, como diz a autora.

<sup>32</sup> A triquetra é um símbolo encontrado em artefatos arqueológicos dos anos 400 a.C. e muito utilizado em runas germânicas.

<sup>33</sup> *Dark* é uma série alemã desenvolvida pela plataforma de *streaming* Netflix, que durou de 2017 a 2020. Seu tema principal é viagem no tempo e os diversos paradoxos que ela causa.

Portanto, é por seguir esta questão epistemológica que optamos em incluir somente os programas de Educação e Educação Matemática no nosso trabalho, mesmo ciente do quantitativo de produção sobre o CDI nos programas de Matemática (em especial no Mestrado em rede do PROFMAT).

Observo que esta escolha não tem como objetivo menosprezar os programas de Ensino de Matemática, mas sim levar em consideração que a Educação Matemática tem uma abrangência que leva ao cuidar, pois, como diz Bicudo (1999):

A Educação Matemática toma como ponto de partida o cuidado com o aluno, considerando sua realidade histórica e cultural e possibilidades de vir-a-ser; cuidado com a Matemática, considerando sua história e modos de manifestar-se no cotidiano e na esfera científica; cuidado com o contexto escolar, lugar onde a Educação Escolar se realiza; cuidado com o contexto social, onde as relações entre pessoas, entre grupos, entre instituições são estabelecidas e onde a pessoa educada também de um ponto de vista matemático é solicitada a situar-se, agindo como cidadão que participa das decisões e que trabalha participando das forças produtoras. (BICUDO, 1999 p. 7)

Notamos no nosso mapeamento inicial que há uma produção acadêmica muito significativa sobre o ensino de CDI nos programas de Educação e de Educação Matemática. Assim, para que o objetivo inicial de termos uma perspectiva da disciplina do ensino de CDI nas produções acadêmicas destes programas seja alcançado, decidimos também incluir no nosso mapeamento as produções sobre o ensino de CDI.

Pudemos observar também no nosso mapeamento inicial que as pesquisas têm crescido acompanhando o número de programas de Educação e Educação Matemática. Segundo Fiorentini *et al.* (2016), o número de programas na área de Educação mais que dobrou entre 2000 e 2013, passando de 54 para 121 (na época da pesquisa). Hoje, segundo a plataforma Sucupira da CAPES, temos 191 programas na área de Educação aprovados, sendo que 28 são denominados como Educação Matemática (ou similares). Até 2000, apenas os programas da Unesp Rio Claro e da PUC-SP existiam, e a partir de 2001, tivemos uma criação de diversos programas nesta área. Devido a esse interesse acadêmico nas duas últimas décadas, tivemos um aumento significativo na produção na Educação Matemática e, conseqüentemente, um número maior de trabalhos falando sobre a disciplina de CDI e seu ensino, com enfoque na Educação.

Diante da relevância dos eventos e da expansão supracitada, escolhemos realizar um mapeamento sistemático, embasado em Vosgerau e Romanowski (2014), que diz que os trabalhos que seguem essa linha têm como foco principal observar

vários trabalhos do tema escolhido. Falbo *et al.* (2017) nos diz que a principal diferença entre MS e RS está no escopo do trabalho. Como aqui pretendemos fazer uma varredura mais ampla dos trabalhos para buscar uma perspectiva da nossa heroína, a escolha pelo MS foi realizada.

Então, a importância do mapeamento sistemático, é ressaltada e embasada, resguardando o pesquisador com um método que reúne vários trabalhos de uma mesma temática, buscando assim, traçar caminhos para uma pesquisa ou análise a partir da MS contribuições com importância para a área.



## 1.5O PASSO-A-PASSO DO NOSSO MAPEAMENTO SISTEMÁTICO

Com base na proposição feita por Falbo *et al.* (2017), temos como meta realizar um mapeamento sistemático sendo utilizado como banco de dados da Biblioteca Digital Brasileira de Teses e Dissertações (BDTD) do Instituto Brasileiro de Informação em Ciência e Tecnologia (IBICT) e do Catálogo de Teses e Dissertações (BTD) da CAPES, para, que assim, nosso objetivo seja atingido, que é identificar e caracterizar, com base nos trabalhos encontrados locais, a perspectiva sobre a disciplina de Cálculo Diferencial e Integral (e seu ensino) dos programas pós-graduação em Educação e Educação Matemática. Para isso, a coleta de dados foi realizada seguindo os passos nomeados como: planejamento, condução e localização dos trabalhos e sintetização e análise de dados.

### 1.5.1 1ª Etapa: Planejamento

Inicialmente, foi necessária a delimitação do objeto de pesquisa e o objeto para qual foi realizado o mapeamento sistemático. Então, escolhemos como banco de dados os 13 anos do Encontro Nacional de Educação Matemática (ENEM), os 7 anos dos Seminários Internacionais de Pesquisa em Educação Matemática (SIPEM), e os bancos de dados da Biblioteca Digital Brasileira de Dissertações e Teses (BDTD) e do Catálogo de Teses & Dissertações (BTD) da CAPES restringindo aos programas de Educação e Educação Matemática que estão relacionados diretamente com o questionamento da pesquisa.

Na segunda etapa, realizaremos a definição das *strings* de busca que se dará da seguinte forma:

- a) nos dois eventos: cálculo, derivada, integral, diferencial, limite;
- b) nas bases de dados: “cálculo diferencial”, “ensino de cálculo”, “cálculo 1”, “cálculo I”, “derivada \* integral”.

Ao restringir aos programas de pós-graduação de Educação Matemática, podemos utilizar as *strings* dos eventos.

A diferença das *strings* se deve ao escopo de cada base de busca. Nos eventos relacionados à Matemática e nos programas de Educação Matemática, as expressões (cálculo, derivada, integral, diferencial, limite) são comumente ligadas à disciplina de Cálculo. Entretanto, o mesmo não ocorre necessariamente a outros contextos “não-matemáticos”, que possivelmente levaria a um grande número de falsos positivos.

A terceira etapa foi estabelecer os critérios de inclusão e exclusão do nosso mapeamento. Estes critérios estão descritos no Quadro 1.

QUADRO 1. CRITÉRIOS DE INCLUSÃO E EXCLUSÃO DE TRABALHOS NO MS.

INCLUSÃO	EXCLUSÃO
Trabalho cujo foco seja discutir, trabalhar, destacar e avaliar a disciplina de Cálculo Diferencial e Integral e seu ensino ou dos seus conceitos essenciais (limite, derivada e integral).	Trabalho cujo foco não seja discutir, trabalhar, destacar e avaliar a disciplina de Cálculo Diferencial e Integral e seu ensino ou dos seus conceitos essenciais (limite, derivada e integral).
Trabalhos que tenham como sujeitos de pesquisa ou pesquisador os professores ou estudantes das disciplinas que tratam dos conceitos das disciplinas de Cálculo Diferencial e Integral (limite, derivada e integral).	Trabalhos que não tenham sujeitos de pesquisa ou pesquisador os professores ou estudantes das disciplinas que tratam dos conceitos das disciplinas de Cálculo Diferencial e Integral (limite, derivada e integral).
Trabalhos cujos resumos deixam claro que estejam tratando da disciplina de Cálculo Diferencial e Integral, seu ensino ou dos seus conceitos essenciais (limite, derivada e integral).	Trabalhos cujos resumos não deixam claro que estejam tratando da disciplina de Cálculo Diferencial e Integral, seu ensino ou dos seus conceitos essenciais (limite, derivada e integral).
Trabalhos que sejam oriundos dos programas de pós-graduação em Educação ou em Educação Matemática.	Trabalhos que não sejam oriundos dos programas de pós-graduação em Educação ou em Educação Matemática.
Trabalhos que estejam na íntegra.	Trabalhos apenas com resumos, resumos expandidos ou ainda que não tenham acesso ao conteúdo integral.
Trabalhos que estejam em português.	Trabalhos que não estejam em português.

Fonte: Elaborado pelo autor.

### 1.5.2 2ª Etapa: Condução e localização dos trabalhos

Após realizar o acesso aos bancos de dados de dissertações e teses, preenchemos com os seguintes itens:

- a) universidade;
- b) ano;
- c) tipo do trabalho (dissertação ou tese);
- d) título;
- e) autor;
- f) resumo, dando uma perspectiva geográfica, temporal e temática.

Para realizarmos o MS/RS, com o propósito de encontrar eixos entre os trabalhos, o fichamento foi feito seguindo os critérios: objetivo do trabalho (dissertação ou tese), referencial teórico utilizado, metodologia utilizada e principais resultados abordados, para por fim, realizar a análise de forma concreta.

### 1.5.3 3ª Etapa: Sintetização e análise dos resultados.

O objetivo dessa última etapa é colocar em prática a análise conforme os critérios estabelecidos anteriormente e para os eixos dos trabalhos de forma mais aguçada, para relacionar os dados e as informações, procurando assim uma relação entre eles, para por fim, solucionar a problemática e dar forma ao mapeamento sistemático em si, cujos resultados serão mostrados no próximo capítulo.



## 1.6 UM PIT-STOP PARA ENXERGARMOS ONDE ESTAMOS

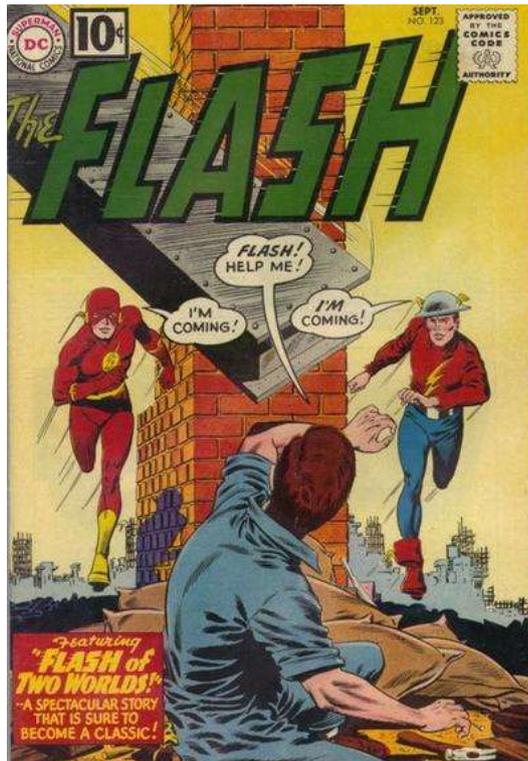
Caro leitor, agora conseguimos ver em qual Terra do nosso Multiverso<sup>34</sup> estamos trilhando dentro da nossa história. O caminho inicial na trilha paradigmática

---

<sup>34</sup> O conceito de Multiverso, em que múltiplos universos existem ao mesmo tempo tem raízes na filosofia da teoria do Atomismo dos gregos, cujo expoente foi Demócrito (c. 480 AC – c. 370 AC) e no século XX ganhou

foi estabelecido para que o vosso autor, humildemente, tenha tentado expressar as escolhas que foram tomadas dentre as várias possíveis, e como o caminho do Mapeamento Sistemático pode ser uma via de potencialidade aos percorremos este mundo até então quase-obscurecido do Ensino de Cálculo na nossa Terra, Educação/ Educação Matemática.

FIGURA 17 – CAPA DA REVISTA FLASH (1959) #105<sup>35</sup>



Fonte: Acervo do autor

Ao conhecermos um pouco deste mundo, espero que um gosto de quero-mais fique na sua boca, para que possamos trilhar o resto da nossa aventura. E, para isso, queremos que você conheça a nossa heroína, a disciplina de Cálculo Diferencial Integral. Não perca tempo: vire a página que temos muito mais.

---

força com o princípio de superposição quântico surgido na teoria do físico austríaco Erwin Schrödinger (1887-1961). Mas foi nos quadrinhos da DC Comics que foi mais popularizado (ver também nota de rodapé 12).

<sup>35</sup> Em 1956, capitaneada pelo editor estadunidense Julius Schwartz (1915-2004), a DC Comics decidiu recriar diversos dos seus super-heróis como o Flash e o Lanterna Verde (que é considerado o marco da denominada Era de Prata dos Quadrinhos). Em 1961, houve um encontro entre o novo Flash e o Flash da Era de Ouro (que no Brasil, foi bizarramente traduzido como Joel Ciclone). A partir daí, foi estabelecido a criação de múltiplas Terras que geraram o Multiverso da DC. O escritor Gardner Fox (1911-1986) e o artista Carmine Infantino (1925-2013), ambos estadunidenses, foram os idealizadores da história. O desenho da capa também é de Infantino, com arte-final do estadunidense Murphy Anderson (1926-2015) e letras do austríaco Israel "Ira" Schnapp (1892-1969). Sobre o Multiverso, ver nota de rodapé 13.

## 2 A GÊNESE DA NOSSA “HEROÍNA”: OS PRIMEIROS PASSOS DA DISCIPLINA CÁLCULO DIFERENCIAL E INTEGRAL NO BRASIL.

FIGURA 18 – A PROFESSORA DE CIÊNCIAS COMO SUPER-HEROÍNA PELA MARVEL COMICS.



Fonte: Disponível em: <https://www.marvel.com/watch/digital-series/marvel-make-me-a-hero/science-teacher-turned-super-hero>. Acesso em mai. 2021.

### 2.1 O “PREDECESSOR” DA NOSSA HEROÍNA: O CÁLCULO DIFERENCIAL E INTEGRAL

No mundo dos heróis, a ideia de “legado” é extremamente importante. Talvez, o maior nome relacionado a isso é o Fantasma<sup>36</sup> de Lee Falk<sup>37</sup>, cuja origem remonta à ideia de legado. O Fantasma, o Espírito que Anda, é o protetor do país fictício Bangalla desde o século XVI, com isso acredita-se que ele seria imortal. Na realidade, o primeiro Fantasma foi Christopher Walker, e quando ele morreu, seu filho assumiu o manto do herói, que foi passado de geração a geração até o Fantasma da atualidade, Kit Walker.

<sup>36</sup> O Fantasma (The Phantom no original) é o personagem homônimo de uma tirinha de jornal criada por Lee Falk em 1936 e desde então é publicada. Colorido nos EUA de roxo, essa cor foi mudada em diversos países, como aqui no Brasil, em que ele é vermelho e azul nos países escandinavos.

<sup>37</sup> Quadrinista estado-unidense (1911-1999), nascido como Leon Harrison Gross e é conhecido pela criação do Fantasma e do mágico Mandrake.

Na maioria das situações, estes legados não são tão “integrais” assim, sendo o que o novo herói detém o codinome e muitas vezes a essência do seu predecessor, mantendo um possível laço afetivo que o leitor pudesse ter com ele. No mundo dos super-heróis, praticamente todo grande super-herói teve uma ideia de legado na sua carreira, em especial aqueles da Era de Ouro<sup>38</sup>: Flash, Lanterna Verde, Tocha Humana, Mulher-Maravilha, Superman, Batman, Robin, Cavaleiro Negro, Capitão América, Sandman entre outros. Conforme os anos se passaram, os da Era de Prata<sup>39</sup> também começaram a ter seu próprio legado: Capitão Marvel, Hulk, Homem de Ferro, Homem-Aranha, Thor, Cavaleiro/Motoqueiro Fantasma, e por aí vai.

Essa história de legado acabou se tornando essencial para o mundo das HQs e se tornou uma característica importante para a sua história.

Portanto, podemos colocar o Cálculo Diferencial e Integral como sendo um predecessor da nossa heroína, trazendo seus legados para ela.

O próprio Cálculo Diferencial e Integral como algo uniforme não surge como a alegoria (também ligada a Newton) da maçã da Teoria da Gravidade, como se uma divindade matemática aparecesse e dissesse *fiat Calculum* e lá surgisse toda a complexa teia de interligação dos conceitos ligados ao CID.

A história do Cálculo é extremamente rica e, como muitas dentro da história da Matemática, também repleta de contradições, confluências e disputas. Garzella (2003) nos indica que sua história iniciou nos gregos, desde Arquimedes, passando por grandes nomes da ciência, como René Descartes<sup>40</sup> (aquele do “Penso, logo existo”), Pierre de Fermat<sup>41</sup> e, considerados os pais do Cálculo, Isaac Newton e Gottfried Leibniz. A disputa da paternidade do Cálculo é uma história muito mais intrigante e quase uma guerra digna dos programas do Ratinho. Esta disputa gerou muitos trabalhos, sendo um importante tópico na série de livros “*The Baroque Cycle*” do

---

<sup>38</sup> A Era de Ouro dos quadrinhos é o período que começa a estreia do Superman em Action Comics #1 (1938) até a estreia do novo Flash em Showcase #4 (1956). É nela que há o *boom* de quadrinhos de super-heróis nos EUA, com as estreias do Batman, Robin, Capitão América, Tocha Humana, Capitão Marvel (Shazam!).

<sup>39</sup> A Era de Prata é o período que inicia com a estreia do novo Flash em Showcase #4 (1956). O fim da Era não é consenso, mas a maioria dos historiadores de quadrinhos encerra o período com o início da saga do Lanterna Verde e Arqueiro Verde de Denny O’Neil e Neal Adams. Pois, com isso, haveria um “fim” da era de inocência que seria uma das principais características da Era.

<sup>40</sup> René Descartes (1596-1650) era um filósofo, cientista e matemático francês, que é conhecido pela invenção da Geometria Analítica e o método filosófico e científico Cartesianismo.

<sup>41</sup> Pierre de Fermat (1607-1665) é um matemático francês que foi conhecido pelo auxílio na criação do Cálculo Diferencial e nos seus trabalhos na Teoria dos Números, um dos quais gerou um dos mais conhecidos problemas da Matemática: o último Teorema de Fermat.

escritor estadunidense Neal Stephenson, e o enredo principal do livro chamado *A guerra do Cálculo*<sup>42</sup> escrito por Jason Socrates Bardi.

Rosenthal (1951) fala que a própria sequência comumente utilizada para o ensino de CID até os dias de hoje e presente na grade maioria de livros de Cálculo (limite → derivada → integral) segue praticamente o rumo inverso da história dos conceitos, uma vez que a ideia de integral era discutida pelos gregos, em especial Arquimedes e Eudoxo, pela ideia de calcular a área de figuras planas.

Outros conceitos presentes na Antiguidade grega, embora só tenham sido formalizados no século XIX, é o de número real, que está intimamente ligado ao conceito de continuidade, como podemos ver no livro “possivelmente mais influenciador de todos os tempos” Elementos de Euclides (Boyer, 2012), quando ele fala da teoria da proporção.

FIGURA 19 – FRAGMENTO DO LIVRO ELEMENTOS DE EUCLIDES, DOS PAPIROS DE OXIRRINCO.



Fonte: Disponível em: <https://personal.math.ubc.ca/~cass/Euclid/papyrus/tha.jpg>. Acesso em dez. 2021.

Quando falamos do conceito de limites, imediatamente o conceito de infinito deve ser abordado, e este conceito é outro que atormentava a cabeça desde a antiguidade, tanto nos pensamentos matemáticos e filosóficos. Os conceitos de infinitamente grande e infinitamente pequeno também eram considerados na época,

<sup>42</sup> Originalmente “The Calculus Wars” de 2007.

mas quando Zenão de Eleia propôs seus paradoxos<sup>43</sup>, as contradições ao considerarmos grandezas divisíveis infinitamente e grandezas indivisíveis trouxeram contradições que fizeram com que estes conceitos fossem extremamente rechaçados à época (MELLO; LORIN, 2014). Além disso, quando tratamos do conceito de **infinitamente pequeno**, a distinção entre os conceitos de **infinito atual** e **infinito potencial**<sup>44</sup>, já muito debatida por Aristóteles, foi essencial para a história do Cálculo.

Mas foi num vai-e-volta histórico confuso que algo do conceito de **infinitesimal** foi produzido. E esta ideia foi uma das principais diferenças em como os papais Isaac e Gottfried conceberam sua versão de Cálculo. Segundo Zuccheri & Zudini (2013):

Em particular, Leibniz (em seu *Nova methodus pro maximis et minimis, itemque tangentibus, quae nec fractas nec irrationales quantitates moratur, et singulare pro illis calculi genus*, 1684) definiu o **diferencial** estabelecendo que  $dx$  representa um incremento arbitrário da abscissa  $x$  e  $dy$  o incremento correspondente na ordenada  $y$  no ponto correspondente da reta tangente da curva, mas nos cálculos, tendia a considerar  $dx$  infinitamente pequeno e considerava  $dy$  como a diferença das ordenadas correspondentes a  $x+dx$  na própria curva. (ZUCCHERI; ZUDINI, 2013, tradução livre do autor).

Por conta dessa dificuldade com relação ao(s) infinito(s), muitos matemáticos pré-século XIX evitavam usá-lo nas formalizações dos conceitos, como por exemplo a definição de limite<sup>45</sup> de Cauchy, que era muito mais intuitiva, porém simplificada, que a definição mais moderna de

É quando chegamos no conceito de **função** que temos uma separação mais clara da Matemática Moderna para a Antiga. E sua potencialidade é extremamente expandida quando nosso caro René (que existia) pensou em fazer um apêndice para o seu Discurso do Método<sup>46</sup> e escreveu *La géométrie*, divertindo-se a com Álgebra e a Geometria e elaborando o plano que hoje lhe gera a mais do que devida homenagem. (DEAN, 2011).

O conceito de **variável** foi sendo pouco-a-pouco desenvolvido com o tempo, como por exemplo quando Newton denomina as quantidades variando com o tempo como *fluentes* e suas velocidades *fluxiones*. Estas quantidades inicialmente eram

---

<sup>43</sup> Os paradoxos de Zenão são conhecidos como: o Paradoxo da Dicotomia, o Paradoxo da Flecha e o Paradoxo de Aquiles e a Tartaruga.

<sup>44</sup> Para mais sobre o assunto, ver Siqueira & Lorin (2019)

<sup>45</sup> "Quando os valores sucessivamente atribuídos a uma variável se aproximam indefinidamente de um valor fixo, de modo que eles finalmente difiram deste valor tão pouco quanto quisermos, esse último é chamado o limite de todos os outros." (CAUCHY, 1821 *apud* E-Cálculo n.d.)

<sup>46</sup> Originalmente "*Discours de la méthode*".

consideradas no contexto da mesma equação algébrica. E foi com Euler que o conceito de função e de variável se generaliza (ZUCCHERI; ZUDINI, 2013).

O conceito de **derivada**, como a questão da tangente a curvas, é analisado desde a Antiguidade, por exemplo por Euclides, Apolônio e Arquimedes (PAULO, 2016). Segundo Godoy (2004), no século XVII, Fermat desenvolveu um método para encontrar máximos e mínimos de uma função, usando a ideia de tangente nula e, para achar a tangente, fazer as secantes se “colidirem” foi essencialmente para a formulação da derivada, tanto que Laplace considerava Fermat como pai do Cálculo Diferencial (claro que pode ter havido um tanto de “pachequismo” de Laplace, já que ambos eram franceses). Também trabalhando com tangentes, Isaac Barrow foi considerado um dos precursores do Cálculo, pois trabalhou o problema do movimento e, por conseguinte, das taxas de variação. Ele foi o tutor de Newton.

O conceito de **integral**, surge da ideia de quadraturas, ou seja, calcular áreas, desde a Antiguidade, e o destaque maior para Arquimedes. Além de Fermat, o geômetra Cavalieri foi fundamental para o desenvolvimento do conceito, pois pensou a área como sendo uma soma infinita de componentes “indivisíveis” (CIRILO, 2008).

Mesmo que Barrow tenha percebido que havia uma relação entre o problema do movimento e o da área, foi seu tutorado, Newton que conseguiu desenvolver mais plenamente essa relação. Praticamente ao mesmo tempo, Leibniz também desenvolve trabalhos nesta área. Por fim, os dois são considerados os pais do Cálculo Diferencial e Integral, pois do trabalho de ambos que se desenvolve o Teorema Fundamental do Cálculo.

A teia destes conceitos e os resultados práticos que daí se parte eram ensinados nas universidades europeias. E é da França que surge o que é considerado o primeiro livro-texto de CDI: “*Analyse des infiniment petits pour l'intelligence des lignes courbes*” escrito pelo controverso Marquês de l'Hôpital e publicado em 1696. Em 1756, o professor Abbé Nicolas Louis de La Caille insere uma sessão sobre CDI no seu livro-texto “*Leçons élémentaires des mathématiques*”, que ele continuou a revisar e ampliar até 1768. Com a publicação em 1797 do tratado de Lagrange “*Théorie des fonctions analytiques*”, a disciplina de CDI sofre diversas mudanças em suas notações e algumas formalizações.

Com isso, caro leitor, saímos do Velho Mundo vamos acompanhar os passos da nossa heroína em *Terra Brasilis*.

FIGURA 20 – POSTER DA SOCIEDADE DE JUSTIÇA DA AMÉRICA POR JERRY ORDWAY



Fonte: Acervo do Autor.

## 2.2 OS PASSOS DA NOSSA HEROÍNA NA TERRA DE MALBA TAHAN

Meu caro leitor, acredito que neste momento, algumas perguntas lhe vêm à cabeça: como nossa heroína veio para o Brasil? Qual caminho ela percorreu? E por onde andou até chegarmos na nossa história?

Segundo Lima (2013), nossa heroína chegou no nosso país em 1810, sendo ministrada pela primeira vez no *Curso Mathematico* da Academia Real Militar do Rio de Janeiro, que havia sido recém-criada, utilizando uma tradução do livro *Traité Élémentaire de Calcul Différentiel et de Calcul Intégral* do francês Sylvestre François

Lacroix (1765-1843), que foi o principal autor de livros-texto de sua época. Esta tradução foi feita por Francisco Cordeiro da Silva Torres Alvin (1775-1856), em 1812 e, de acordo com Silva (1996), se tornou o primeiro livro-texto de Cálculo, em português, a ser adotado para o ensino da Matemática superior no Brasil. Este livro foi a principal referência teórica durante décadas para o ensino desta disciplina no país.

Sobre o Cálculo ensinado na Escola Politécnica de São Paulo, Antonio Sylvio Oliveira (2004) afirma que tomava como referência o livro *Premiers Éléments du Calcul Infinitesimal* de Hyppolite Sonnet, que dá ênfase aos infinitésimos e à noção intuitiva de limite. Segundo Lima (2006), houve uma junção do Cálculo com a Geometria Analítica entre 1901 e 1918, e segundo Antonio Oliveira (2004) o programa era: funções; método da exaustão; método de Leibniz; método de Newton; método de Lagrange; Cálculo Diferencial (como consequência dos três métodos anteriores); aplicações analíticas e geométricas do Cálculo Diferencial; Cálculo Integral; métodos de integração; integrais definidas e aplicações geométricas do Cálculo Integral.

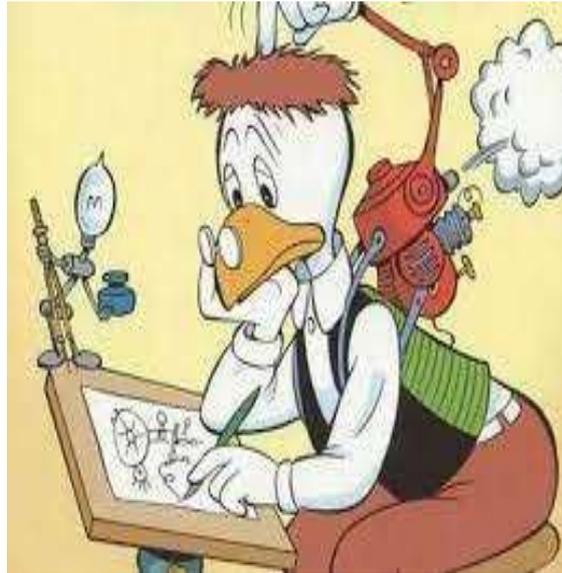
Antonio Oliveira (2004) ainda mostra que em 1904, o professor San Thiago da Escola Politécnica trabalhava o que era denominado métodos especiais da análise infinitesimal: método de exaustão; empregado por Arquimedes, o método de Leibniz, dos infinitésimos; o de Newton, das primeiras e últimas razões, e o método de Lagrange, chamado das derivadas (OLIVEIRA, 2004, p.31).

Gabriel Lima (2012) fala que a disciplina de Cálculo nos cursos de Cálculo da Academia Real Militar do Rio de Janeiro e nos da Escola Politécnica de São Paulo era ensinada com base nas técnicas de derivação e integração, com poucas situações práticas apresentadas. Segundo Antonio Oliveira (2004), era elementar e prático, sem preocupações com as demonstrações das regras ou teorias trabalhadas. Esta visão prática era uma das características principais do ensino de Cálculo no Brasil no século XIX e no início do século seguinte.

Uma mudança importante ocorreu nos anos 1930s, com a criação da Universidade de São Paulo (USP), em 1934. Seguindo modelos europeus e trazido pelo italiano Luigi Fantappiè, o curso de graduação de Matemática (o primeiro do Brasil) não tinha a disciplina de Cálculo, mas seus conceitos eram trabalhados em Análise Matemática, que era uma disciplina inicial no curso. Entretanto, havia uma mudança substancial na característica, pois ela praticamente abdicou da manipulação das técnicas de Cálculo, e trouxe um alto rigor simbólico-formal. Ou como disse Lima

(2013, p. 5): “As técnicas de Cálculo perderam quase que completamente seu espaço e o objetivo da disciplina passou a ser fornecer aos estudantes uma sólida conceitualização dos elementos matemáticos estudados”. Essa visão da disciplina foi difundida em praticamente todos os cursos superiores no Brasil.

FIGURA 21 – PROFESSOR PARDAL E SEU AJUDANTE, LAMPADINHA.



Fonte: Acervo do Autor.

E um protagonismo feminino de uma jovem professora trouxe uma mudança importante para a nossa heroína no Brasil (SANTOS, 2010). Na década de 1950, a professora Elza Furtado Gomide, lembrando da sua experiência como aluna, refletiu sobre formas mais adequadas para trabalhar os conceitos do Cálculo. Segundo Gabriel Lima (2012), ela defendeu que o rigor teórico talvez fosse inadequado para os alunos iniciantes no curso. E, daí, mesmo não perdendo o foco na teoria, ela achava mais adequado trabalhá-la de forma mais acessível (ela citava o quão difícil era, por exemplo, a construção dos números reais, pelos cortes de Dedekind<sup>47</sup>, para um aluno ingressante).

Com estas reflexões, e com a influência dos professores que foram aos Estados Unidos fazer pós-graduação e a chegada de livros didáticos daquele país, o

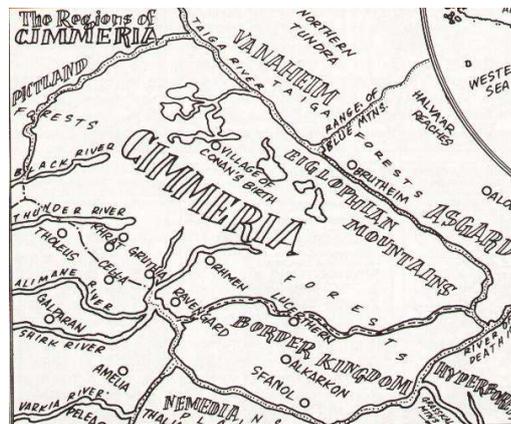
<sup>47</sup> Os cortes de Dedekind, homenagem ao matemático alemão Richard Dedekind (1831-1916) são um método de construção dos números reais partindo dos números racionais. Um corte de Dedekind é “uma partição dos números racionais em dois conjuntos não vazios A e B em que cada elemento de A é menor do que todos os elementos de B e A não contém um elemento máximo”. (PIMENTEL, 2018).

modelo de duas disciplinas, uma de Cálculo, com os conceitos sendo trabalhados mais intuitivamente, com menos rigor, no início do curso e, posteriormente, uma mais rigorosa, de Análise (ou Cálculo Avançado). Esta mudança da USP foi difundida em outras instituições que haviam usado o modelo de Fantappiè.



## 2.3 NOSSO MAPEAMENTO INICIAL

FIGURA 22. MAPA DA CIMÉRIA, LAR DE CONAN, O BÁRBARO<sup>48</sup>.



Fonte: Acervo do autor.

Depois deste breve preâmbulo, vamos fazer um mapeamento sobre as histórias (as pesquisas) nas quais a nossa heroína é protagonista. Uma vez que o caminho de mapeamento sistemático foi imbricado no meu ser e na minha pesquisa, iniciamos aqui nosso caminho, com uma parcela importante do tema da nossa pesquisa: o ensino de Cálculo.

O mapeamento inicial foi feito com o intuito de dar um norte na nossa pesquisa, colaborando na escolha dos eixos e subeixos de pesquisa a serem criados. O ensino

<sup>48</sup> Conan foi criado para as *pulps* (revistas com baixa qualidade que continham uma miríade de histórias, comuns do final do século XIX até o fim dos anos 1950s nos EUA) pelo escritor estadunidense Robert E. Howard (1906-1936). Howard se suicidou muito jovem, com 30 anos, e não acabou vendo sua obra mais famosa chegando às livrarias. Nos quadrinhos, Conan foi publicado inicialmente no México em 1952, mas nos EUA sua adaptação definitiva veio pelas mãos da editora Marvel e do escritor estadunidense Roy Thomas, em 1970. Suas primeiras histórias foram desenhadas pelo inglês Barry Windsor-Smith, mas a versão considerada mais definitiva veio pelos traços de John Buscema.

de Cálculo é considerado uma questão premente na perspectiva que os programas de pós-graduação em Educação e Educação Matemática. Também é importante informar que este mapeamento pode estar sujeito a erros, especialmente pela possibilidade de deixar algum trabalho fora dele.

A busca das dissertações e teses foi feita em dois momentos, ambos consultando a Biblioteca Digital Brasileira de Teses e Dissertações (BDTD) e da Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior (CAPES). Num primeiro momento, em ambas as bases foi utilizada a *string* de busca: “ensino de calculo” e “ensino do calculo”. Utilizamos os critérios de inclusão e exclusão do Quadro 1, tais como trabalhos com foco no ensino da disciplina de CDI, trabalhos oriundos dos programas de Pós-Graduação em Educação/Educação Matemática e trabalhos que conseguimos acesso ao seu conteúdo na íntegra. Apresentaremos no quadro 2 os quantitativos encontrados nas duas bases, separando as *strings*.

QUADRO 2. QUANTIDADE DE TRABALHOS ENCONTRADA EM CADA BASE DE DADOS.

<b>String: “ensino de calculo”</b>			
Base de Dados	Encontrados	Rejeitados	Válidos
BDTD	124	79	45
Catálogo CAPES	128	85	43
Repetidos nas duas bases	141	119	22
Total da <i>string</i>	111	45	66
<b>String: “ensino do calculo”</b>			
Base de Dados	Encontrados	Rejeitados	Válidos
BDTD	*49	*	*
Catálogo CAPES	33	24	9
Repetidos na <i>string</i> anterior	21	13	8
Total exclusivo da <i>string</i>	12	11	1
<b>Total</b>	123	56	67

Fonte: Registros do autor a partir da consulta nos bancos da BDTD e da CAPES em 05 set. 2021

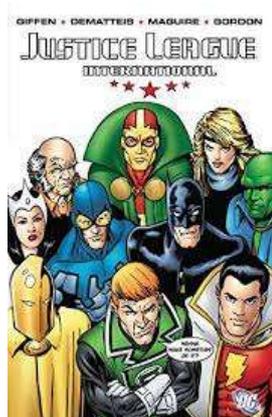
Com a *string* “ensino de calculo”, encontramos 124 resultados na BDTD e 128 resultados no catálogo de teses da CAPES. Já utilizando a *string* “ensino do calculo”,

<sup>49</sup> Não há diferença entre as duas *strings* na BDTD.

encontramos 33 resultados no catálogo da CAPES e os mesmos resultados na BDTD, uma vez que nesta base as duas *strings* são equivalentes. Observa-se que não foi utilizado o acento na palavra “cálculo” dentro da *string*, tendo em vista que a busca não distingue palavras acentuadas das não acentuadas. Seguindo a nossa pergunta norteadora, decidimos filtrar inicialmente considerando os programas de Educação e Educação Matemática. Infelizmente, os filtros da BDTD são muito imprecisos e, após o uso destes filtros tivemos 29 resultados, dos quais 28 eram válidos e um resultado repetido. Porém, ao começar a realizar a análise dos resultados, notamos a ausência notável de algumas pesquisas que estavam sendo referenciadas e estavam ausentes da nossa análise. Portanto, tivemos que descartar os filtros e entrar em cada uma das pesquisas para verificar seu programa. E, da mesma maneira, tivemos que entrar em cada um dos 161 resultados (somando os resultados das duas *strings*) do catálogo de teses da CAPES.

Em seguida, analisando os resultados da primeira *string*, verificamos que 111 pesquisas estavam em duplicidade ao juntarmos os resultados das duas bases de dados. Para a segunda *string*, analisamos a repetição dentro das duas bases de dados e com os resultados da primeira *string*, gerando 12 pesquisas que estavam exclusivamente na segunda *string*, “ensino do calculo”.

O passo seguinte foi utilizar os critérios de inclusão e exclusão do Quadro 1. Desta maneira, descartamos 56 pesquisas que não eram de programas de Educação ou Educação Matemática, ou não estavam no escopo do nosso mapeamento inicial ou não tinham o texto completo a disposição do nosso mapeamento nas bases. Por fim, encontramos 67 resultados válidos, sendo que apenas uma foi oriunda da nossa pesquisa utilizando a segunda *string*. Destas 67 pesquisas, temos 37 dissertações e 30 teses. Interessante notar que a expressão “cálculo mental” parece ser a que mais fornece falsos positivos nas nossas buscas para descarte do nosso mapeamento.



## 2.4 O MAPEAMENTO SISTEMÁTICO – PARTE 2 (A REVANCHE).

Partimos então para um segundo momento, visando incluir outras pesquisas que também trabalham com o tema da pesquisa, mas que não foram incluídos ao utilizar a *string* “ensino de calculo”. Na BDTD, iniciamos com a utilização da *string* “calculo”, gerando 39.992 trabalhos. Observa-se que ao usar esta *string*, a base incluiu outras palavras que não faziam parte do escopo do trabalho tais como “calculadora”, “calculando”, “calcular, etc. fazendo com que o número de trabalhos tornasse extremamente grande. Num segundo momento foi utilizada a busca avançada do banco, colocando “calculo” em um campo e “educação”, gerando 2.188 resultados. Para restringir mais a busca, a opção foi escolher a *string* “calculo diferencial” no título do trabalho, que gerou 81 resultados, dos quais 24 já estavam incluídos na busca inicial, 21 novos, 33 de programas que não são da Educação, uma repetição e dois sem acesso. Quando escolhemos “calculo diferencial” no item ASSUNTO, aparecem 109 resultados, dos quais 20 já incluídos na busca inicial, uma parte deles com a coincidência da busca anterior (14), um que não era sobre CDI e 61 de outros programas, restando, portanto, 12 novos. Quando se buscou pelo título e o assunto “calculo integral”, título “calculo AND educação” e assunto “derivada AND educação”, 27 trabalhos foram encontrados, gerando, entretanto, apenas dois novos. Observa-se que o título calculo diferencial, sem o uso de aspas, gerou 91 resultados, mas nenhum deles novo. Utilizando “calculo AND educação” na busca por assunto, foram gerados 100 resultados, dos quais 15 ainda não estavam na lista. Assim, no BDTD, 50 dissertações e teses foram incluídas nesta busca.

Na busca no banco de teses e dissertações da CAPES, a *string* “calculo” gerou 28.189 pesquisas, um número inviável para a continuidade do trabalho. Com a *string* “calculo diferencial”, 441 resultados foram encontrados, dos quais oito foram incluídos. Com a palavra-chave “calculo”, utilizando o filtro “ciências humanas”, 373 trabalhos foram encontrados. Ao fazer o cruzamento com os trabalhos já listados, obtivemos 39 novas dissertações e teses que foram incluídas. Assim, após esta sequência de buscas, foram acrescentados mais 96 trabalhos, totalizando 163 dissertações e teses.

O Quadro do Anexo I apresenta a totalidade das dissertações e teses encontradas nas buscas.

Ao analisarmos os estudos brasileiros sobre Ensino de Cálculo nos Programas de Pós-Graduação em Educação e Educação Matemática fizemos um fichamento que

continha a instituição da pesquisa, ano, título, ano, autor, objetivo, questão de pesquisa, metodologias utilizadas e seus referenciais, discussão referente ao nosso tema de estudo e os principais resultados.

Como um aspecto mais geral, podemos afirmar que grande parte dos trabalhos analisados trouxeram uma perspectiva de que os conceitos principais trabalhados no Cálculo (limite, derivada e integral) possuem um grau de complexidade relativamente alto, mas alguns trabalhos, como por exemplo Orfali (2017), discutem como tais conceitos podem ser discutidos e apresentados de maneira mais próxima da realidade do estudante. No panorama realizado por Almeida (2013), os artigos de David Tall, mostram a complexidade dos conceitos trabalhados na disciplina do CDI. Um dos primeiros trabalhos no nosso escopo publicado, o de Reis (2001) trata justamente as abordagens dos professores e dos livros acerca do rigor e da intuição no ensino do Cálculo. Abreu (2011), Oliveira (2016) e Mometti (2007) também trazem o rigor no ensino dos conceitos do CDI no cerne dos seus trabalhos. Um dos resultados de Mometti (2007) é a verificação, a partir dos argumentos e das metáforas utilizadas pelos professores, que quando discutem sua prática, há uma forte tensão entre intuição e rigor no Ensino de Cálculo. Outro trabalho que se dedicou às dificuldades na aprendizagem de Cálculo, foi o de Rezende (2003), que no seu resultado fez um mapeamento destas dificuldades e realiza propostas didáticas para tentar rompê-las.

Na sequência, os trabalhos foram agrupados pelos respectivos anos de apresentação, desde 1979 até 2020 e pelo tipo (tese ou dissertação). A Tabela 1 nos auxilia a enxergar a evolução do quantitativo de trabalhos sobre o Ensino de CDI nos programas de Educação e de Educação Matemática, mostrando um panorama interessante. Cerca de 59% dos trabalhos são dissertações de mestrado e 41% de teses de doutorado. O ano em que mais dissertações ou teses foram defendidas neste período foi o de 2014, no qual catorze pesquisas foram apresentadas e defendidas. O quinquênio de 2011 a 2015 concentra 64 trabalhos (ou 39% deles) e o tema perde um pouco de fôlego nos anos seguintes.

Vemos que antes de 2000, tivemos apenas quatro pesquisas. A pioneira, realizada em 1979, uma dissertação do Aldo Marques da Silva, na UNICAMP, com o título “Um modelo de ensino de Cálculo Diferencial e Integral utilizando aplicações às disciplinas: Biologia, Física e Química”. Apesar de não ser uma pesquisa da área de Educação, esta dissertação foi incluída por ser pioneira em discutir o Cálculo com um viés educacional. Além disso, ela não consta no excepcional levantamento sobre

Educação Matemática do CEMPEM. Na sequência, encontramos a dissertação de Jayro Fonseca da Silva, em 1994, com título “Questões metodológicas do ensino do Cálculo Diferencial e Integral I” e duas teses, uma de Antonio Carlos Brolezzi, defendida em 1996 na USP, denominada “A tensão entre o discreto e o contínuo na história da Matemática e no ensino de Matemática” e a outra, de 1999, defendida por Maria Cristina Bonomi Barufi na Unesp, cujo título “A construção/negociação de significados no curso universitário inicial de Cálculo Diferencial e Integral”. Estes trabalhos foram pioneiros em tratar do Ensino de Cálculo.

A partir da virada do século, o número de trabalhos nesta área cresce, atingindo um ápice entre 2010 e 2015. A partir de 2017 há uma queda no número de teses e dissertações que tratam do tema defendidas. Na atual década dos anos 2020s, até o momento deste mapeamento (no dia 12/09), temos somente uma dissertação e uma tese.

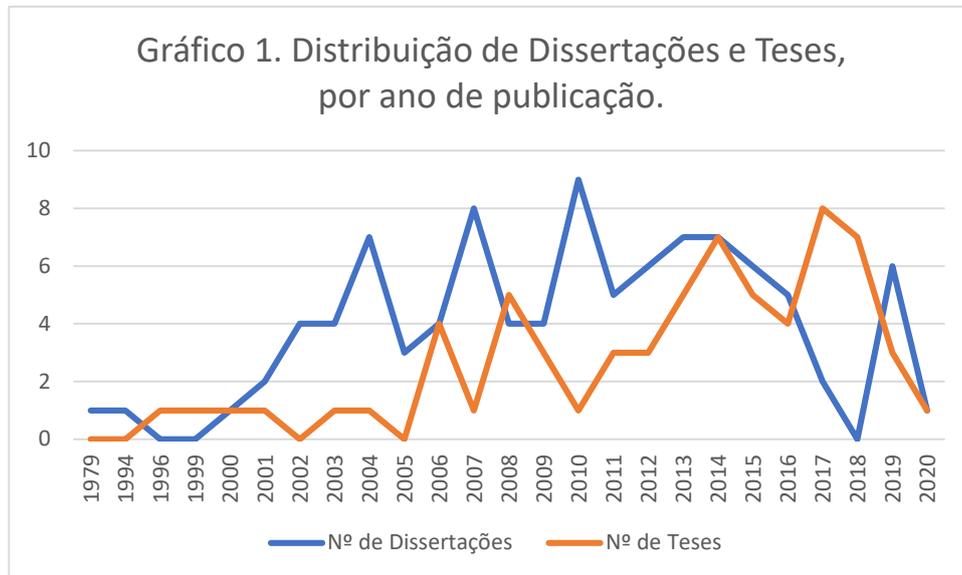
TABELA 1. DISSERTAÇÕES E TESES, POR ANO DE PUBLICAÇÃO, DE 1979 A 2020.

Ano	Nº de Dissertações	Nº de Teses	Total
1979	1	0	1
1994	1	0	1
1996	0	1	1
1999	0	1	1
2000	1	1	2
2001	2	1	3
2002	4	0	4
2003	4	1	5
2004	7	1	8
2005	3	0	3
2006	4	4	8
2007	8	1	9
2008	4	5	9
2009	4	3	7
2010	9	1	10
2011	5	3	8
2012	6	3	9
2013	7	5	12
2014	7	7	14
2015	6	5	11
2016	5	4	9
2017	2	8	10
2018	0	7	7
2019	6	3	9
2020	1	1	2
Total	97	66	163

Fonte: Registros do autor a partir da consulta nos bancos da BDTD e da CAPES

No Gráfico 1, mostramos a distribuição temporal das pesquisas separadas por tipo de pesquisa (tese ou dissertação).

GRÁFICO 1. DISTRIBUIÇÃO DE DISSERTAÇÕES E TESES, POR ANO DE PUBLICAÇÃO.



Fonte: Registros do autor a partir da consulta nos bancos da BDTD e da CAPES

O nosso mapeamento encontrou pesquisas em 31 universidades diferentes espalhadas pelo Brasil. Destacam-se a PUC-SP e a UNESP (*campus* de Rio Claro). Observa-se que temos quatro PUCs localizadas em diferentes Estados (SP, GO, PR e RS) e na Unesp em três *campi* diferentes, Rio Claro, Marília e Bauru, sendo que nestes dois últimos *campi* há somente dois trabalhos (um em cada). Na Tabela 2, mostramos um agrupamento destes trabalhos por Universidade. As Instituições de Ensino Superior com um ou dois trabalhos (dissertação ou tese) foram agrupadas em “Outras”.

Pela Tabela 2, podemos identificar que nos programas em que foram encontradas dissertações e teses de interesse neste trabalho, destacam-se a PUC-SP e a UNESP. No caso da UNESP, destaca-se o *Campus* Rio Claro, com 28 dissertações ou teses. Cerca de 50% dos trabalhos foram defendidos nestas duas Instituições. Ainda, cerca de 9% das dissertações e teses são da UFOP. Isso deixa claro que mesmo que o número de universidades com programas de Educação Matemática ou, ainda mais de Educação, tenha aumentado muito nestes anos, são poucas delas que trazem nossa heroína para fazer uma visitinha.

TABELA 2. NÚMERO DE DISSERTAÇÕES E TESES, POR UNIVERSIDADE.

Instituição	Estado	Número	%
PUC-SP	SP	52	31,9
Unesp	SP	30	18.4
UFOP	MG	15	9.2
UFPA	PA	6	3.7
Unicamp	SP	6	3.7
UFC	CE	5	3.1
UFSC	SC	5	3.1
USP	SP	5	3.1
PUC-RS	RS	4	2.5
UFMG	MG	4	2.5
UEL	PR	3	1.8
UFJF	MG	3	1.8
OUTRAS		24	14.7
Total		163	100.0

Fonte: Registros do autor a partir da consulta nos bancos da BDTD e da CAPES

Observa-se que no item “OUTRAS” estão incluídas a Anhanguera, a PUC-PR, a UFRN, a UFSM, a UNILASSALE (com dois trabalhos cada), e também a PUC-GO, a UFES, a UFG, a UFMS, a UFMT, a UFPE, a UFPel, a UFPR, a UFSE, a UFSCAR, a UnB, a UNIBAN, a UNIOESTE e a UNISUL.

O programa da PUC-SP de Estudos Pós-Graduados em Educação Matemática teve sua origem como Programa de Estudos Pós-Graduados em Matemática, que iniciou suas atividades em 1975, com as áreas de concentração de Teoria dos Números, Álgebra e Análise, sob a coordenação do eminente Professor Doutor Fernando Furquim de Almeida. (PONTIFÍCIA UNIVERSIDADE CATÓLICA DE SÃO PAULO, 2020).

O Programa de Pós-Graduação em Educação Matemática da Universidade Federal de Ouro Preto (UFOP) foi aprovado em 2007 e iniciou suas atividades como um Mestrado Profissional em 2008. Em novembro de 2020, o curso teve homologada sua mudança para Mestrado Acadêmico. (UNIVERSIDADE FEDERAL DE OURO PRETO, 2021).

Na Unesp, no *campus* de Rio Claro, o curso de Pós-Graduação em Educação Matemática teve o início das suas atividades em 1984 com o mestrado, e teve seu doutorado implantando em 1993. O curso tem o objetivo de formar docentes e

pesquisadores em diversas especialidades da Educação Matemática. (UNIVERSIDADE ESTADUAL PAULISTA “JÚLIO DE MESQUITA FILHO”).

Ao fazer uma análise da distribuição regional das pesquisas, considerando a Instituição de Ensino em que o trabalho foi produzido e defendido, obtemos a Tabela 3. Verifica-se uma desigualdade regional acentuada, que é uma característica da produção intelectual brasileira. Este quadro informa somente em qual região se encontra a Instituição e tende a mudar com o tempo. Observa-se que há um grande número de pessoas provenientes do Norte e do Nordeste que, vindo para o Sudeste para se qualificar, retornam aos seus Estados de origem, possibilitando a criação de novos cursos de Pós-Graduação. Este é um movimento lento, mas contínuo e tende a modificar um pouco o quadro atual.

TABELA 3. NÚMERO DE DISSERTAÇÕES E TESES, POR REGIÃO GEOGRÁFICA.

Região	Total de Pesquisas	%
Norte	6	3,7
Nordeste	9	5,5
Sudeste	122	74,9
Sul	22	13,5
Centro Oeste	4	2,4
Total	163	100,0

Fonte: Registros do autor a partir da consulta nos bancos da BDTD e da CAPES

Assim, a Tabela 3 mostra a total supremacia de trabalhos realizados em universidades do Sudeste (quase 75%), seguido pelas regiões Sul, com 13,5%, vindo na sequência o Nordeste (5,5%). O Norte e o Centro-Oeste apresentam baixa produção referente ao ensino de Cálculo nos programas de Educação e Educação Matemática, respectivamente 3,7 e 2,4%. Assim, nossa heroína quase não conhece o Brasil, inclusive tem vários estados que ela ainda não visitou.

Com relação à metodologia, 128 (cerca de 79%) dos autores trabalharam com pesquisa qualitativa exclusivamente, 17 autores trabalharam com pesquisa histórica e/ou documental. Outros 17 informaram que se tratava de uma pesquisa qualitativa-quantitativa (ou mista) e somente um deles (SILVA, 1979) usou um método quantitativo para comparação de grupos.

O uso de métodos qualitativos nos estudos de educação/educação Matemática são os mais comuns. Gatti diz que

primeiro, os números, frequências, medidas, tem algumas propriedades que delimitam as operações que se podem fazer com eles, e que deixam claro

seu alcance; segundo, que as boas análises dependem de boas perguntas que o pesquisador venha a fazer, ou seja, da qualidade teórica e perspectiva epistêmica na abordagem do problema, as quais guiam as análises e as interpretações. (GATTI, 2004, p.13).

Ela também discute que o significado dos resultados é derivado diretamente do estofo teórico do pesquisador, e que para ela “em si, tabelas, indicadores, testes de significância, etc. nada dizem” (GATTI, 2004, p. 13).

Os trabalhos de pesquisa-histórica e/ou documental variam desde análise de textos clássicos até texto quase desconhecidos do Cálculo, além análise de documentos que de instituições para montar uma historicidade do Cálculo na mesma.

Dos autores que indicaram utilizar um método misto (qualitativo e quantitativo), a maioria usou técnicas descritivas para resumir os resultados de questionários aplicados. Destaque deve ser dado para o trabalho de Celestino (2008) que utilizou, além do método qualitativo, a análise implicativa e hierárquica, em suas análises. O uso de Estatística inferencial não foi feito pelos que utilizaram os métodos mistos já que esta metodologia pressupõe uso de amostras aleatórias.

Na Tabela 4 são apresentados os procedimentos metodológicos utilizados nos trabalhos pesquisados. Na primeira busca, com os 67 trabalhos iniciais, Atividades, Questionários, Entrevistas semiestruturadas, Observação em campo e Pesquisa documental foram os principais procedimentos. Após uma nova incursão, verificou-se a necessidade de incluir um procedimento específico para as Atividades computacionais, bastante comum nos trabalhos pesquisados.

Observa-se que algumas pesquisas utilizam mais do que uma metodologia (em média, 2,1 procedimentos/trabalho), o que faz com que a soma nesta Tabela seja mais que o dobro do número de trabalhos.

A Tabela 4 apresenta a distribuição dos procedimentos metodológicos encontrados nos 163 trabalhos pesquisados. Os sete procedimentos que apareceram em apenas uma dissertação ou tese foram agrupados em “Outros”, incluindo Estudo etnográfico, Investigação sobre a própria prática, Objetos de aprendizagem, Pesquisa fundamental, Pesquisa oral, Questionário-teste e Testes estatísticos. A maioria dos trabalhos continha estes procedimentos de modo explícito. Entretanto, em alguns dos trabalhos pesquisados tivemos que fazer a leitura mais detalhada para tentar extrair quais os procedimentos utilizados pelo(a) autor(a).

No Anexo 2 são informados os resultados dos procedimentos metodológicos na busca inicial e outro quadro com a lista completa dos procedimentos e sua quantidade, considerando todos os trabalhos pesquisados.

TABELA 4. PROCEDIMENTOS METODOLÓGICOS APRESENTADOS NAS PESQUISAS DO MS.

<b>Procedimentos</b>	<b>Nº</b>
Atividades/Testes	63
Entrevistas (estruturadas/semiestruturadas/não estruturadas/sem informação)	43
Questionário/Questionário semiestruturado	40
Atividades computacionais	40
Observação em campo	24
Análise documental	21
Diário de campo	12
GeoGebra, Maple, WinPlot (softwares)	10
Pesquisa histórico-documental	10
Análise de obras	8
Gravações e Vídeos	8
Sequência de ensino	8
Entrevista coletiva/discussão em grupo	6
Observação participante	7
Interação em fórum	6
Mapa Conceitual	5
Análise de produções escritas	4
Estudo Bibliográfico	4
Pesquisa-ação	4
Curso/Oficinas temáticas	3
<i>Design Experiment</i>	3
Estudo de caso	3
Intervenção pedagógica	3
Estado da arte/Estado do conhecimento	2
Pesquisa Conceitual	2
Outros	7
<b>Total</b>	<b>346</b>

Fonte: Registros do autor a partir da consulta nos bancos da BDTD e da CAPES em 05 set. 2021

Assim, há uma concordância com Gatti quando apenas uma das pesquisas, realizada em 1979 (e não é do programa de Educação/EM), se baseia em métodos apenas quantitativos. Esta escolha pelos métodos qualitativos é comum nas áreas da Educação e Educação Matemática em detrimento dos métodos quantitativos. Em sua grande parte, as pesquisas utilizaram atividades, entrevistas (principalmente

semiestruturadas), questionários, observação em campo, atividades computacionais e pesquisa documental.

As atividades são tão presentes como procedimentos metodológicos principalmente por conta dos objetivos das pesquisas e que nas atividades

o aluno realiza *transferência de aprendizagem* de uma situação para outra. Essa transferência de aprendizagem é a própria propulsora da aprendizagem situada, pois não se espera que algum conhecimento se preserve intacto de uma situação para outra nem que se crie sempre um conhecimento novo a cada situação (TOMAZ.; DAVID, 2008, p. 45).

Sobre a entrevista, ela é, como dizem na área de Saúde, o “procedimento ouro”, afinal os quase onipresentes Bogdan & Biklen nos dizem:

As estratégias mais representativas da investigação qualitativa, e aquelas que melhor ilustram as características anteriormente referidas, são a observação participante e a entrevista em profundidade.” (BOGDAN; BIKLEN, 1994, p. 16).

Para o uso de questionários em pesquisas qualitativas, o professor (meu xará) Antônio Carlos Gil (1999) nos fala:

- a) possibilita atingir grande número de pessoas, mesmo que estejam dispersas numa área geográfica muito extensa, já que o questionário pode ser enviado pelo correio;
- b) implica menores gastos com pessoal, posto que o questionário não exige o treinamento dos pesquisadores;
- c) garante o anonimato das respostas;
- d) permite que as pessoas o respondam no momento em que julgarem mais conveniente;
- e) não expõe os pesquisadores à influência das opiniões e do aspecto pessoal do entrevistado. (GIL, 1999, p. 128-129).

Desta maneira, ao seguir os grandes referenciais da área na pesquisa qualitativa, os instrumentos que foram utilizados são extremamente coerentes na área que realizamos o nosso mapeamento inicial, a Educação e Educação Matemática.

Na sequência, dois elementos importantes na nossa pesquisa foram elencados, tabulados e ilustrados: os referenciais metodológicos e os aportes teóricos apresentados nas dissertações e teses pesquisadas. Concentramos na busca numérica (quais são as referências mais citadas), procurando primeiramente no resumo do trabalho. Quando não encontrado no Resumo, o arquivo foi aberto e a busca se concentrou no capítulo de Metodologia, com esta ou outra nomenclatura. Em alguns trabalhos, em que o autor não declarava o aporte ou os referenciais metodológicos, procuramos os autores mais citados na pesquisa.

Assim, os principais referenciais metodológicos utilizados foram Bogdan & Biklen (56 pesquisas), Lüdke & André (42 pesquisas), Borba e seus colaboradores (2012) (30 pesquisas), Bicudo (24 pesquisas), Fiorentini & Lorenzato (21 pesquisas). Outros referenciais com cinco ou mais citações foram Goldemberg, Artigue, Alves-Mazzotti, Ponte e Bardin, conforme explicitados na Tabela 5.

TABELA 5. PRINCIPAIS REFERENCIAIS METODOLÓGICOS NAS DISSERTAÇÕES E TESES.

Referenciais Metodológicos	Nº
Bogdan, S. & Biklen	56
Lüdke, M. & André, M.	42
Borba, M. e seus colaboradores	30
Bicudo, M.	24
Fiorentini, D. & Lorenzato, S.	21
Goldemberg, M.	15
Alves-Mazzotti, A.	15
Ponte, J.P.	13
Bardin, L.	11
Artigue, M.	10

Fonte: Registros do autor a partir da consulta nos bancos da BDTD e da CAPES em 15 nov.

2021

Escolhemos utilizar o recurso de “nuvem de palavras” para representar a frequência dos pesquisadores que foram utilizados como referenciais nas pesquisas identificadas no nosso mapeamento inicial. Esta ferramenta é caracterizada como

[...] recursos gráficos que representam frequências de palavras utilizadas em um texto. Por meio de algoritmos é possível construir imagens formadas por dezenas de palavras cujas dimensões indicam sua frequência ou relevância temática em meio a centenas ou milhares de postagens (SILVA; ARAUJO-JORGE, 2019).

Usando os referenciais relacionados à metodologia, construímos a nuvem de palavras representada na Figura 24.



TABELA 6. APORTES TEÓRICO-METODOLÓGICOS ENCONTRADOS NAS PESQUISAS DO MS.

<b>Aportes</b>	<b>Nº</b>
Pensamento Matemático Avançado	21
Teoria dos Registros de Representação Semiótica	17
Modelagem Matemática	16
História da Matemática	15
Engenharia Didática	13
Análise de Conteúdo	12
Seres-Humanos-com-Mídia	11
Estatística Descritiva	11
Teoria da Aprendizagem Significativa	9
Zona de Desenvolvimento Proximal	7
Imagem Conceitual e Definição Conceitual	7
Análise Textual Discursiva	5
Teoria das Situações Didáticas	5
Resolução de Problemas	5
Rigor e Intuição	5
Teoria Histórico-Cultural	5
Três Mundos da Matemática	5
Construtivismo	4
Teoria da Cognição Corporificada	4
Modelo de Estratégia Argumentativa	4
Mapeamento Conceitual	4
Teoria da Atividade	4
Análise de Erros	3
Sociointeracionismo	3
Teoria do Contrato Didático	3
Construcionismo (Papert)	3
Sequência Fedathi	3
História das Disciplinas	3
<i>Design Experiment</i>	3
Estado da Arte / Estado do Conhecimento	3
Concepções Operacionais e Estruturais	3
Obstáculos Epistemológicos	3
Teoria da Transposição Didática	3
Investigação Matemática	3
Outros	85 <sup>50</sup>
<b>Total</b>	<b>310</b>

Fonte: Elaborado pelo autor a partir da consulta nos bancos da BDTD e da CAPES

<sup>50</sup> Dentre os 96 aportes denominados “OUTROS” encontram-se aqueles que foram observados somente em um ou dois trabalhos pesquisados.

Observando a Tabela 6, verificamos inicialmente que há uma miríade de aportes teóricos-metodológicos, quando vemos, por exemplo, que há 67 aportes que aparecem em apenas uma pesquisa e 9 deles em somente duas pesquisas.

Vemos também que em 21 pesquisas (aproximadamente 13%) trabalham com as noções do Pensamento Matemático Avançado (PMA)<sup>51</sup> capitaneado pelo estadunidense David Tall. Reis (2001) traz a conceitualização do PMA pelo próprio Tall como sendo “aquele [pensamento] que dá atitude produtiva de se considerar a contextualização de um problema, numa investigação matemática, [e] leva à formulação produtiva de conjecturas e ao estágio de refinamento e prova” (TALL, 1991 *apud* REIS 2001, p. 46). O grupo também se apoia nos estudos do matemático e filósofo israelita Shlomo Vinner, que trabalha com imagem conceitual e definição conceitual. E outro israelita que trabalha no grupo é do matemático Tommy Dreyfus.

Encontramos 17 pesquisas que trabalham com a Teoria dos Registros de Representação Semiótica, de Raymond Duval, que tem como base os estudos da semiótica de Charles Sanders Peirce e Ferdinand de Saussure. Segundo Denardi (2017), essa teoria é

uma abordagem cognitiva que analisa as dificuldades encontradas na aprendizagem da Matemática e o funcionamento cognitivo peculiar dessa ciência, levando em consideração o modo de acesso aos seus objetos, a variedade de sistemas semióticos que permitem representá-los e a necessária distinção entre o objeto matemático e a sua representação. (DENARDI, 2017)

Em seguida, o aporte mais utilizado foi a Modelagem Matemática, um processo matemático que é considerado “uma alternativa pedagógica cuja perspectiva é de articulação com a realidade, na qual fazemos a abordagem de uma situação problema por meio da Matemática” (CIRILO, 2008). No Brasil, os principais expoentes desta vertente são os professores Rodney Bassanezi, Maria Salett Biembengut, Nelson Hein, João Frederico da Costa de Azevedo Meyer (Joni), Ademir Donizeti Caldeira, Ana Paula dos Santos Malheiros, Jônei Cerqueira Barbosa, entre outros.

Outro aporte muito utilizado nos trabalhos foi a História da Matemática. No Brasil, o professor Antonio Miguel e Ubiratan D’Ambrósio aparecem como pioneiros no uso das potencialidades deste aporte. Entre os historiadores matemáticos que mais são referenciados são Carl Boyer, Howard Eves e Margareth Baron.

---

<sup>51</sup> *Advanced Mathematical Thinking*

Na sequência, os franceses da Didática da Matemática aparecem com a Engenharia Didática, de Michele Artigue, que é uma metodologia de pesquisa ligada às Situações Didáticas, de Brousseau, que estabelece a importância do vínculo da apresentação do conteúdo matemático à realidade do aluno (lembrando muito o que dizia aquele senhor com as belas sobancelhas que perdemos recentemente). A Engenharia Didática traz uma semelhança com o trabalho do engenheiro, que estabelece um projeto arquitetônico do planejamento à execução (PAIS, 2002).

Além da Engenharia Didática, cabe destacar também os outros companheiros e companheiras de Artigue do movimento na área da Educação Matemática conhecida como a “Didática da Matemática”<sup>52</sup>.

Segundo Puentes (2014), a Didática da Matemática tem um caráter interdisciplinar e

[...] é considerada uma ciência e uma disciplina de integração que agrupa de maneira orgânica os conteúdos das diversas matérias que estudam aspectos da prática educativa escolar (Filosofia da educação, Psicologia da Educação, Sociologia da Educação etc.) e das metodologias específicas, para elaborar generalizações em torno de conhecimentos e tarefas docentes comuns e fundamentais ao processo de ensino (PUENTES, 2014, p. 11).

O precursor da Didática da Matemática foi Gaston Bachelard<sup>53</sup> que no seu livro “A formação do espírito científico”<sup>54</sup> traz o conceito de obstáculo epistemológico, que são os entraves relacionados ao nosso aprendizado e que devemos removê-los, sem negar sua existência, para que o aprendizado seja concretizado. Segundo o próprio, o obstáculo mais difícil de superar é aquele presente “no próprio ato de conhecer” (BACHELARD, 2000). A professora polonesa Anna Sierpinska posteriormente desenvolveu este conceito.

Um dos pilares do movimento é a “Teoria das Situações Didáticas” de Guy Brousseau<sup>55</sup>, sendo que o próprio define a situação didática como:

um conjunto de relações estabelecidas explicitamente ou implicitamente entre um aluno ou um grupo de alunos, num certo meio, compreendendo eventualmente instrumentos e objetos, e um sistema educativo (o professor) com a finalidade de possibilitar a estes alunos um saber constituído ou em vias de constituição (...) o trabalho do aluno deveria, pelo menos em parte, reproduzir características do trabalho científico propriamente dito, como

<sup>52</sup> Conhecida como *didactique des mathématiques*, pois boa parte dos seus teóricos são francófonos.

<sup>53</sup> Gaston Louis Pierre Bachelard (1884-1962) foi um filósofo e poeta francês, cuja principal linha de trabalho foi a epistemologia histórica (*Épistémologie historique*).

<sup>54</sup> No original, “*La Formation de l'esprit scientifique*”, o livro foi lançado em 1938.

<sup>55</sup> Guy Brousseau é um matemático francês (nascido no Marrocos), nascido em 1933. Ele foi laureado em 2003 com a primeira medalha Felix Klein, o “Oscar” da Educação Matemática.

garantia de uma construção efetiva de conhecimentos pertinentes. (BROUSEAU apud FREITAS, 2002, P. 67)

Outra contribuição deste professor francês foi a “Teoria do Contrato Didático”. Os outros pilares são a Teoria dos Campos Conceituais de Vergnaud<sup>56</sup> e a Teoria Antropológica do Didático de Chevallard<sup>57</sup>, que também estabeleceu a Teoria da Transposição Didática. Completando o arcabouço dessa turma francesa, temos a teoria da Dialética-Ferramenta-Objeto de Régine Douady<sup>58</sup>.

Um aporte muito utilizado na etapa da análise de dados é a Análise de Conteúdo<sup>59</sup>, da francesa Laurence Bardin, que, segundo a própria é:

[...] um conjunto de instrumentos metodológicos cada vez mais sutil em constante aperfeiçoamento, que se aplicam a “discursos” (conteúdos e continentes) extremamente diversificados. (BARDIN, 1977, p. 9).

Esta metodologia é um ótimo aporte para análise de dados porque ela é considerada ideal para identificar quais são os principais temas ou conceitos num determinado texto (OLIVEIRA *et al.*, 2003).

Depois, temos a Teoria da Aprendizagem Significativa<sup>60</sup> do estado-unidense David Ausubel, que trabalha com foco no cognitivismo, dando ênfase aos aspectos mais voltados à consolidação, aquisição e organização do conhecimento. Esta aprendizagem tem aspectos dedutivos e indutivos e é considerada essencial para os problemas de sala de aula, tendo respeito à aprendizagem também por um caráter individual, que é influenciada culturalmente (MIRANDA, 2010). Em diversos trabalhos, essa teoria é combinada com a Teoria de Mapeamento Conceitual de Spivak.

Destacamos, também, o aporte que foi utilizado com alguma frequência foi o do professor carioca (e flamenguista) Marcelo Borba, definido por ele e por Mónica Villarreal, como seres-humanos-com-mídia (*humans-with-media*). Este conceito é definido, em Viera (2013) como

[...] um novo coletivo produtor de conhecimento, no qual as tecnologias informáticas fazem parte e configuram-se como protagonistas do processo de construção do saber, tanto quanto o fazem os seres humanos (VIEIRA, 2013, p. 24).

---

<sup>56</sup> Gérard Vergnaud (1933-2021) foi um matemático e psicólogo francês, que tinha muita influência de Piaget e Vigotski.

<sup>57</sup> Yves Chevallard é um matemático francês que nasceu na Tunísia em 1946.

<sup>58</sup> Régine Douady é uma matemática francesa, nascida em 1934. Ela é esposa do também matemático francês Adrien Douady (1935-2006), com quem coescreveu um livro sobre a Teoria de Galois.

<sup>59</sup> Originalmente, “l’analyse de contenu”.

<sup>60</sup> Em inglês, *meaningful learning*.

Outro aporte que surgiu com frequência foi a Resolução de Problemas, com base prioritariamente nos passos de Pólya<sup>61</sup> e seu livro *How to Solve It* (traduzido brilhantemente como “A arte de resolver problemas”).

Por fim, com essa multitude de aportes, decidimos para representar a frequência da presença dos referenciais teóricos, construir uma nuvem de palavras representada na Figuras 18.

FIGURA 24. NUVEM DE PALAVRAS RELATIVA AOS REFERENCIAIS TEÓRICOS.



Fonte: Elaborado pelo autor a partir da consulta nos bancos da BDTD e da CAPES

<sup>61</sup> George Pólya, originalmente Pólya György (1887-1985) foi um matemático húngaro que por ser de uma família judia, emigrou para os EUA em 1940. Sua importância na Matemática foi tão grande que temos não um nem dois, mas ao menos 3 prêmios com seu nome de proeminentes sociedades matemáticas.

Na Tabela 7 focamos no agrupamento dos objetivos das pesquisas, conforme alguma tendência entre elas. Esta etapa foi realizada apenas no movimento inicial, com a intenção de ser um guia para o estabelecimento dos eixos e subeixos. Considerou-se que os 64 trabalhos iniciais se constituíram uma boa amostra (quase 40% de todos os trabalhos incluídos) para a constituição dos eixos e subeixos.

TABELA 7. AGRUPAMENTO DE OBJETIVOS OBSERVADOS NO LEVANTAMENTO INICIAL.

<b>Objetivos</b>	<b>Nº</b>
Focam no uso de TICs no ensino de CDI.	17
Focam nos aspectos epistemológicos dos conceitos do CDI no seu ensino.	7
Focam no uso da Modelagem Matemática no ensino da CDI.	6
Focam no uso do Pensamento Matemático Avançado (PMA).	6
Focam nos aspectos mobilizados ou discutidos pelo professor de CDI.	4
Análises quali-quantitativas da aprendizagem dos estudantes de CDI.	4
Focam na compreensão como a disciplina de Cálculo era ensinada numa época e local definidos.	3
Focam na aprendizagem do CDI em cursos semipresenciais ou EaD.	3
Focam no uso da História da Matemática no ensino do CDI.	3
Focam no desenrolar da trajetória de grupos de professores.	2
Investigam professor que utiliza TICs nas aulas.	2
Focam em como situações históricas podem estar ligadas ao ensino de CDI.	2
Focam o uso de outras teorias da Educação/EM no ensino de CDI.	2
Mapeamento, revisões ou estado da arte relacionados ao ensino de CDI.	2
Focam na Educação Inclusiva ligada ao ensino de CDI.	2
Montagem de um panorama histórico do ensino de CDI num determinado local.	1
Análise de como o ensino de CDI está situado dentro de um curso específico.	1

Fonte: Registros do autor a partir da consulta nos bancos da BDTD e da CAPES em 05 set. 2021

Após as leituras e análise dos objetivos, metodologias e resultados de cada um dos trabalhos do nosso mapeamento inicial geramos um agrupamento em eixos e para os quais convergiam os objetivos de pesquisa, enquanto os subeixos podem ser determinados pelos objetivos e/ou pelos aportes teórico-metodológicos.

Percebeu-se, na leitura dos novos trabalhos, algumas lacunas, que foram preenchidas na etapa final, com a inclusão de novos subeixos. No eixo “O professor

de Cálculo” foram inseridos os subeixos “Conhecimentos mobilizados por professores de CDI” e “Professor de CDI e utilização das TICs”; no eixo “Aprendizagem de/no Cálculo” foram acrescentados os subeixos “Aprendizagem baseada em teorias da Didática da Matemática”, “Teoria da Aprendizagem Significativa com ou sem Mapeamento Conceitual”, “Perfil dos estudantes de CDI” e “Resolução de Problemas” e “Teoria dos Registros de Representação Semiótica”; neste mesmo eixo, o subeixo “Dificuldades dos estudantes de CDI” foi modificado para incluir o entendimento dos estudantes, passando a ser denominado “Compreensões e Dificuldades dos Estudantes de CDI”.

Outra modificação em relação ao mapeamento inicial foi a possibilidade de inclusão das pesquisas em dois ou mais eixos e/ou subeixos. Isto possibilitou explicitar melhor o pensamento dos pesquisadores em relação aos objetivos de seus trabalhos. Com isto, a soma de pesquisas por eixo e subeixos foi de 262, superior ao número de dissertações e teses pesquisadas (163). Com esta nova distribuição por eixos e subeixos, 1 trabalho foi classificado para cinco subeixos; 3 foram classificados para 4 subeixos, 10 pesquisas foram alocadas em três eixos diferentes, 66 delas foram inseridas em dois eixos distintos e para as restantes (83) considerou-se apenas um subeixo de pesquisa.

Os cinco eixos temáticos considerados neste trabalho são apresentados na sequência:

- 1) **Análise epistemológica sobre o ensino de CDI:** apontam aspectos epistemológicos da disciplina de CDI, e em alguns casos, apontam alternativas de ensino para o mesmo ou como está inserido num curso específico – 19 pesquisas;
- 2) **Análises históricas do ensino de CDI:** Estudos cujo foco são a historicidade de algum aspecto relacionado à disciplina de CDI - 15 pesquisas;
- 3) **O professor de CDI:** Investigações cujo foco é o professor da disciplina de Cálculo– 20 pesquisas;
- 4) **Aprendizagem de/no Cálculo:** Análise da aprendizagem de estudantes da disciplina de Cálculo, de uma forma geral ou com a aplicação de alguma metodologia específica ou utilizando uma diferente tecnologia no ensino. – 113 pesquisas;

- 5) **Mapeamento do Cálculo:** Pesquisa cujo foco é um mapeamento sistemático, estado da arte ou algum panorama de algum contexto ou relação com a disciplina de Cálculo - 4 pesquisas.

QUADRO 3. DISTRIBUIÇÃO DOS TRABALHOS NOS EIXOS E SUBEIXOS ESTABELECIDOS NO MAPEAMENTO SISTEMÁTICO.

Eixos	Subeixos		Nº de Pesquisas nos Subeixos	Total no Eixo
Análise epistemológica sobre o Ensino de Cálculo	A disciplina do CDI intrinsecamente	1A	17	19
	O papel do ensino do CDI no curso	1B	2	
Análises históricas do ensino de Cálculo	O ensino de CDI no local $x$ e na época $y$	2A	7	15
	Lições históricas do ensino de CDI	2B	8	
O professor de Cálculo	Prática do professor de CDI	3A	7	26
	Grupos de professores de CDI	3B	5	
	Conhecimentos mobilizados por professores de CDI	3C	8	
	Professor de CDI e a utilização das TICs	3D	6	
Aprendizagem de/no Cálculo	A utilização de TICs no ensino de CDI	4A	44	198
	A Educação Inclusiva no ensino de CDI	4B	2	
	A Modelagem Matemática no ensino de CDI	4C	12	
	O Pensamento Matemático Avançado e o ensino de CDI	4D	22	
	Compreensões e Dificuldades dos estudantes de CDI	4E	16	
	O ensino de CDI à distância	4F	8	
	A História da Matemática no ensino de CDI	4G	6	
	Aprendizagem baseada em outras teorias da Educação/EM	4H	34	
	Aprendizagem baseada em teorias da Didática da Matemática	4I	22	
	Teoria da Aprendizagem Significativa com ou sem Mapeamento Conceitual	4J	9	
	Perfil dos estudantes de CDI	4K	6	
	Resolução de Problemas	4L	5	
	Teoria dos Registros de Representação Semiótica	4M	12	
Mapeamento do Cálculo	Panoramas ou estado da arte do CDI	5	4	4

Fonte: Elaborado pelo autor

Após termos realizado um panorama geral do nosso mapeamento, agora faremos a análise de cada eixo temático, com destaques e apontamentos nos trabalhos que foram encontrados nesta longa jornada da nossa heroína.

O primeiro eixo, que denominamos “**Análise epistemológica sobre o Ensino de Cálculo**” incluiu 19 pesquisas, sendo 7 dissertações e 12 teses. Dois subeixos foram delineados: “A disciplina do CDI intrinsecamente” e “O papel do ensino do CDI no curso”. A distribuição destas pesquisas é apresentada no Quadro 4. Não houve necessidade de adaptação com relação aos subeixos do MS inicial.

QUADRO 4. TRABALHOS NO EIXO “ANÁLISE EPISTEMOLÓGICA SOBRE O ENSINO DE CÁLCULO” (CONTINUA).

Sub Eixo	IES	Ano	Dissert/Tese	Autor	Nome
1A	USP	1996	Tese	Brolezzi, Antonio Carlos	A tensão entre o discreto e o contínuo na História da Matemática e no ensino de Matemática
1A	USP	1999	Tese	Barufi, Maria Cristina Bonomi	A construção/negociação de significados no curso universitário inicial de Cálculo Diferencial e Integral
1A	Unicamp	2001	Tese	Reis, Frederico da Silva	A tensão entre rigor e intuição no ensino de Cálculo e Análise: a visão de professores-pesquisadores e autores de livros didáticos
1A	PUC-SP	2003	Dissertação	Meyer, Cristina	Derivada/Reta tangente: imagem conceitual e definição conceitual
1A	USP	2003	Tese	Rezende, Wanderley Moura	O ensino de Cálculo: dificuldades de natureza epistemológica
1A	PUC-SP	2004	Dissertação	Barto, Maria Cecília Arena Lopes	Um olhar sobre as idéias matemáticas em um curso de Cálculo: a produção de significados para a continuidade
1A	PUC-SP	2004	Dissertação	Silva, Carlos Antônio da	A noção de Integral em livros didáticos e os registros de representação semiótica
1A	PUC-SP	2007	Dissertação	Campos, Ronaldo Pereira	A abordagem do Teorema Fundamental do Cálculo em livros didáticos e os registros de representação semiótica

QUADRO 4. TRABALHOS NO EIXO “ANÁLISE EPISTEMOLÓGICA SOBRE O ENSINO DE CÁLCULO” (CONCLUSÃO).

Sub Eixo	IES	Ano	Dissertação ou Tese	Autor	Nome
1A	UEL	2008	Dissertação	Cirilo, Kassiana Schmidt Surjus	Livros didáticos e Modelagem Matemática: uma caracterização da Transposição Didática do conteúdo de integral nestes ambientes
1B	PUC-SP	2009	Tese	Santos, Janice Valia de los	Formação básica em engenharia: a articulação das disciplinas pelo Cálculo Diferencial e Integral
1A	Unesp-RC	2011	Tese	Escher, Marco Antonio	Dimensões teórico-metodológicas do Cálculo Diferencial e Integral: perspectivas histórica e de ensino e aprendizagem
1A	PUC-SP	2012	Dissertação	Lobo, Rogério dos Santos	O tratamento dado por livros didáticos ao conceito de Derivada
1A	PUC-SP	2013	Tese	Grande, André Lúcio	Um estudo epistemológico do Teorema Fundamental do Cálculo voltado ao seu ensino
1A	PUC-SP	2015	Tese	Paranhos, Marcos de Miranda	Parametrização e movimentação de curvas e superfícies para uso em Modelação Matemática
1A	UFPR	2016	Dissertação	Kovalski, Larissa	O pensamento analógico na Matemática e suas implicações na Modelagem Matemática para o ensino
1A	PUC-SP	2017	Tese	Lobo, Rogério dos Santos	A abordagem dada à taxa de variação no livro didático do ensino médio e a sua relação com o conceito da derivada no livro didático do ensino superior
1A	USP	2017	Tese	Orfali, Fabio	A conciliação das ideias do Cálculo com o currículo da Educação Básica: o raciocínio covariacional
1B	PUC-SP	2019	Tese	Santos, Clemente Ramos dos	O ensino de Cálculo em cursos superiores de Tecnologia: um olhar para o curso de Microeletrônica
1A	UFSCar	2019	Tese	Silva, Rafael Siqueira	Um estudo sobre o movimento lógico-histórico do conceito de continuidade

Fonte: Registros do autor a partir da consulta nos bancos da BDTD e da CAPES

A grande maioria dos trabalhos deste eixo pertencem ao subeixo “A disciplina do CDI intrinsecamente”. Apenas duas das 19 pesquisas foram alocadas para o subeixo 1B. Cronologicamente, a primeira pesquisa neste eixo foi a de Brolezzi (1996), que trazia o problema pedagógico que surge da tendência de se abordar os temas de Matemática elementar optando pelo discreto ou pelo contínuo, sem explorar a interação entre eles. O pesquisador realizou oficinas temáticas para analisar a tensão entre as duas abordagens, trazendo como referência o Princípio da Metamorfose que tem base no conceito de rede conceitual, do filósofo francês (nascido na Tunísia) Pierre Lévy. Lévy é pioneiro no estado da cibercultura<sup>62</sup>, e as implicações das comunicações digitais no pensamento humano.

Em seguida, temos Barufi (1999), que tinha o objetivo desta de examinar o conhecimento matemático que é trabalhado na sala de aula, no curso de Cálculo I, utilizando como aporte teórico principal as ideias de Guy Brousseau. Ela utiliza a concepção de Machado (1995) para a ideia de conhecimento, ou, segundo ela:

A compreensão não poder ser simplesmente fruto da transmissão. Ela decorre da apreensão do significado do objeto do conhecimento. [...] Assim sendo, o significado não é algo material que se transfere de um indivíduo a outro. Constitui-se num feixe de relações, analógicas, metafóricas, que podem ser estabelecidas, envolvendo aquilo que se pretende conhecer, *enredando-o ao que já é conhecido*. (BARUFI, 1999, p. 12)

O trabalho de Barufi é bem pioneiro no campo da Educação Matemática, tanto que é um dos mais utilizados como referencial a partir do ano de sua publicação (podemos ver claramente o nome dela na nuvem de palavras).

Outro trabalho que tem muito destaque é o de Reis (2001), que pretendia responder à questão “Como a relação entre rigor e intuição encontra-se nos manuais didáticos de Cálculo e de Análise, como ela é percebida/enfrentada pelos seus autores e pesquisadores e quais são suas possíveis implicações na formação matemática do professor?”, entrevistando professores-pesquisadores que são autores de livros, os

---

<sup>62</sup> A cibercultura foi praticamente preconizada pelos escritores de ficção científica com o gênero *cyberpunk*, cujos expoentes são Phillip K. Dick (Total Recall, Minority Report e Blade Runner, o Caçador de Androides) e William Gibson com Neuromancer. Nos quadrinhos, este gênero foi muito bem-sucedido no Reino Unido, principalmente com as histórias do Juiz Dredd (criado por John Wagner, Pat Mills e Carlos Ezquerro), que aparecia na revista semanal 2000 A.D. Lá surgiram praticamente todos os grandes quadrinistas britânicos, como Alan Moore, Dave Gibbons, Grant Morrison, Brian Bolland, Garth Ennis, Alan Grant, Simon Bisley, Mark Millar, entre outros. Outra grande HQ deste gênero foi o mangá Akira, de Katsuhiro Otomo, cujo anime ajudou a abrir o mercado japonês para o mundo.

professores Roberto Ribeiro Baldino, Geraldo Ávila (falecido em 2010), Djairo Figueiredo e Elon Lages Lima (falecido em 2017) sobre a relação conflituosa entre rigor e intuição nos conceitos que são trabalhados nas disciplinas de Cálculo. Ele usa as categorias de conhecimento do psicólogo educacional estadunidense Lee S. Schulman (1996) para fazer uma análise das suas entrevistas e, por fim, para analisar diversos livros de Cálculo e Análise Real. Este trabalho também é um dos mais referenciados na Educação Matemática (podem observar o destaque que Reis tem na nossa nuvem de palavras).

Para completar a tríade dos trabalhos que se transformaram em referências, temos Rezende (2003), que buscou “mapear as dificuldades de natureza epistemológica do ensino de Cálculo, procurando interpretá-las em diversas escalas e contextos”, tendo como base metodológica mapas históricos-conceituais das ideias fundamentais do Cálculo, usando ideias do educador português Boaventura de Sousa Santos (2000) e a já saudosa Marli André, na sua pesquisa de 1995, para dar sustento à abordagem qualitativa.

Meyer (2003) trabalhou conceitos do PMA para “Investigar elementos da imagem conceitual e definição conceitual, relativas ao conceito de derivada, quando interpretada geometricamente”.

Barto (2004) investigou a dinâmica da produção de significados para o conceito de continuidade utilizando a ideia de Metáfora Conceitual da Teoria da Cognição Corporificada. Outro trabalho que analisa a continuidade é Silva (2019).

Silva (2004) analisa as abordagens de livros didáticos para integral usando a Abordagem de Conteúdo e a Teoria dos Registros de Representação Semiótica<sup>63</sup>. Campos (2007) é similar, mas para o teorema que associa dois dos principais conceitos da disciplina de Cálculo, a derivada e a integral, o Teorema Fundamental do Cálculo. A dissertação e a tese de Lobo (2012, 2017) têm o mesmo objetivo para taxa de variações e derivada.

Cirilo (2008) analisa se os saberes são observados na transposição didática do conteúdo sobre integral nos principais livros didáticos de Cálculo e em atividades de Modelagem Matemática. A transposição didática<sup>64</sup> é um conceito elaborado pelo francês Yves Chevallard. A pesquisa utilizou as regras elaboradas pelo professor

---

<sup>63</sup> Originalmente “Théorie des registres de représentation sémiotique”.

<sup>64</sup> Originalmente “Théorie de la transposition didactique”.

francês Jean-Pierre Astolfi (1990). A Modelagem Matemática foi abordada com os referenciais de Rodney Bassanezi (2006), Maass (2004), entre outros. Outro trabalho que tem a Modelagem como aporte é Kovalski (2016). A Modelação Matemática, uma vertente da Modelagem, é o tema central para Paranhos (2015).

Escher (2011) também traz as TIC e as relaciona com dimensões teórico-metodológicas presentes nas inter-relações do CDI.

O TFC foi também analisado no trabalho de Grande (2013). Nesta pesquisa, foi usado como principal referencial Jules Henri Poincaré, matemático francês, com suas ideias ligadas ao uso da intuição e do rigor na construção do conhecimento matemático, além das categorizações da intuição e as inter-relações entre os componentes formal, algorítmico e intuitivo nas atividades matemáticas, elaboradas pelo psicólogo romeno Efraim Fischbein (1991).

Por fim, a pesquisa de Orfali (2017) trabalhou em como o raciocínio covariacional surge como uma possível proposta para utilização dos conceitos do Cálculo no Ensino Médio no Brasil, cuja referência principal é Carlston *et al.* (2002).

Temos duas pesquisas cujo foco principal é a análise do vínculo da disciplina de Cálculo no contexto do curso em que ela é trabalhada (curiosamente, ambos com autores Santos). A primeira, de Janice de los Santos (2009) e a segunda de Clemente Santos (2019). A primeira trata da articulação do CDI com o curso de Engenharia. A segunda busca compreender o vínculo dos conteúdos-chave da disciplina de Cálculo com as disciplinas específicas do curso superior de Tecnologia em Microeletrônica. Esta é uma pesquisa qualitativa, que tem como principal referencial teórico a Matemática no Contexto das Ciências da pesquisadora mexicana Patricia Camarena. Seguindo esta perspectiva, que foi desenvolvida para análises do ensino de Matemática em cursos cujo enfoque não é a formação de matemáticos, foi realizada a pesquisa bibliográfica, analisando o PPC do curso, os livros-textos das disciplinas que são específicas para o curso e, em seguida, realizada entrevistas semiestruturadas com o coordenador do curso e com professores, tanto de Cálculo quanto das disciplinas específicas do curso. A análise tem como base uma das etapas da teoria de Camarena, o *Dipcing* (*Diseño de programas de estudio de Matemáticas en carreras de Ingeniería*). Nos resultados, ele verificou que, mesmo que haja conexões dos conteúdos de Cálculo nos livros-texto das disciplinas específicas, não há uma especificação no PPC destes *links*. Além disso, não há praticamente interação entre os professores de Cálculo e os das disciplinas específicas e, com isso, há um

certo isolamento desses. Por fim, essas situações podem gerar dificuldades nos estudantes quando eles tiverem que articular os conceitos do Cálculo com os das suas disciplinas específicas.

Em relação ao segundo eixo “**Análises históricas do ensino de Cálculo**”, o intuito foi agrupar trabalhos nos quais o principal foco é a historicidade de algum aspecto relacionado à disciplina de Cálculo. Neste eixo foram 15 pesquisas, sendo 8 dissertações e 7 teses. Os mesmos subeixos criados no Mapeamento Sistemático inicial permaneceram no MS final, não sendo necessária a criação ou modificação deles. Estas pesquisas estão relacionadas no Quadro 5.

QUADRO 5. TRABALHOS INCLUÍDOS NO EIXO “ANÁLISES HISTÓRICAS NO ENSINO DE CÁLCULO” (CONTINUA).

Sub Eixos	IES	Ano	Dissertação ou Tese	Autor	Nome
2A	PUC-SP	2003	Dissertação	Braga, Ciro	O processo inicial de disciplinarização de função na Matemática do ensino secundário brasileiro
2B	PUC-SP	2004	Dissertação	Miranda, Gustavo Alexandre de	Silvanus Phillips Thompson e a desmistificação do Cálculo: resgatando uma história esquecida
2A	Unesp-RC	2004	Dissertação	Oliveira, Antonio Sylvio Vieira de	O Ensino do Cálculo Diferencial e Integral na Escola Politécnica de São Paulo, no ano de 1904: uma análise documental
2B	Unesp-RC	2005	Dissertação	Noguti, Fabiane Cristina Höpner	O livro “ <i>Théorie des Approximations Numériques et du Calcul Abrégé</i> ” de Agliberto Xavier
2B	PUC-SP	2006	Tese	Palaro, Luzia Aparecida	A concepção de Educação Matemática de Henri Lebesgue
2A	Unesp-RC	2006	Dissertação	Silva, Luiz Roberto Rosa	Prof. J. O. Monteiro de Camargo e o ensino de Cálculo Diferencial e Integral e de Análise na Universidade de São Paulo
2B	Unesp-RC	2008	Tese	Toledo, José do Carmo	Uma história do processo de institucionalização da área de Análise Matemática no Brasil

QUADRO 5. TRABALHOS INCLUÍDOS NO EIXO “ANÁLISES HISTÓRICAS NO ENSINO DE CÁLCULO” (CONCLUSÃO).

Sub Eixos	IES	Ano	Dissertação ou Tese	Autor	Nome
2A	UFS	2009	Dissertação	Oliveira, Fabiana Cristina Oliveira Silva de	Uma disciplina, uma história: Cálculo na Licenciatura em Matemática da Universidade Federal de Sergipe (1972-1990)
2B 4C 4G 4H	UFRN	2010	Tese	Silva, Maria Deusa Ferreira da	Problemas e modelos que contribuíram com o desenvolvimento do Cálculo Diferencial e Integral: dos gregos a Newton
2A	PUC-SP	2012	Tese	Lima, Gabriel Loureiro de	A disciplina de Cálculo I do curso de Matemática da Universidade de São Paulo: um estudo de seu desenvolvimento, de 1934 a 1994
2A	UFJF	2012	Dissertação	Raad, Marcos Ribeiro	História do ensino de Cálculo Diferencial e Integral: a existência de uma cultura
2B	Unesp-RC	2015	Tese	Otero-Garcia, Sílvio César	<i>Integrale, Longueur, Aire de Henri Lebesgue</i>
2B	Unesp-RC	2017	Dissertação	Gamberra, Artur Rezzieri	História da Integral de Lebesgue
2B 4C 4G	UFRN	2017	Tese	Lopes, Gabriela Lucheze de Oliveira	A criatividade matemática de John Wallis na obra <i>Arithmetica Infinitorum</i> : contribuições para ensino de Cálculo Diferencial e Integral na Licenciatura em Matemática
2A	PUC-SP	2017	Tese	Moura, Roseli Alves de	Um estudo sobre a <i>Instituzioni Analitiche</i> de Maria Gaetana Agnesi: Álgebra e Análise na Itália setecentista

Fonte: Registros do autor a partir da consulta nos bancos da BDTD e da CAPES

Dentro das pesquisas, temos que Antonio Oliveira (2004), Silva (2006), Fabiana Oliveira (2009), Gabriel Lima (2012), Raad (2012) e Moura (2017) buscaram compreender como a disciplina de Cálculo era trabalhada numa época e local definido. Cronologicamente, temos Ciro Braga (2003), que investigou como ocorreu no Brasil o

processo inicial de disciplinarização da disciplina matemática no ensino secundário brasileiro. Em seguida, Antonio Oliveira (2004) que pesquisou a disciplina ministrada no curso básico da Escola Politécnica de São Paulo em 1904, através de uma pesquisa histórico-documental, com referencial na Análise de Conteúdo de Bardin (1977).

O trabalho de Silva (2006) foi apresentar a trajetória do professor José Octávio Monteiro e Camargo, que trabalhou na Escola Politécnica da USP, e analisou suas notas de aula de 1958 a 1960 e diversos outros documentos para montar tal trajetória.

Em Oliveira (2009), a autora busca construir uma história da disciplina de Cálculo no curso de Licenciatura em Matemática da Universidade Federal de Sergipe, durante o período de 1972 a 1990.

Em seguida, temos Gabriel Lima (2012), que analisou o desenvolvimento da disciplina de Cálculo no curso de Matemática da USP da sua implantação, em 1934, até 1994, quando houve uma diferenciação da disciplina do Bacharelado com a da Licenciatura em Matemática, usando como referencial a História das Disciplinas Escolares<sup>65</sup>, elaborada pelo historiador francês André Chervel (1990), com uma ampliação de escopo que concorda com a tese de Marilene Ribeiro Resende (2007). Ele utilizou a metodologia de História Oral Temática, como definida por José Carlos Sebe Bom Meihy (1996). Um resultado interessante da sua pesquisa é que, no início, os professores não concebiam a existência de diferentes níveis de rigor, mas, com o passar dos anos e com grande protagonismo da professora Elza Gomide, adequação da forma como os conceitos eram apresentados começou a ser levado em consideração, pensando na maturidade matemática dos estudantes.

Raad (2012), na UFJF, fez um estudo histórico sobre o ensino da disciplina de Cálculo, entre as décadas de 1970 e 1980, buscando identificar traços da cultura deste ensino nos dias de hoje. Ele se amparou no suporte teórico-metodológico da História da Educação, baseando-se em documentos e entrevista. Um dos resultados interessantes foi que foram identificados diversos elementos culturais ainda deste período presente na época da pesquisa.

A última pesquisa neste subeixo é a de Moura (2017), que apresenta um estudo sobre a introdução da Álgebra e da Análise na Itália no século XVIII, analisando a obra "*Instituzioni Analitiche ad uso della giuveniu Italiana*", de Maria Gaetana Agnesi.

---

<sup>65</sup> Originalmente, "L'histoire des disciplines scolaires"

Miranda (2004) faz uma análise histórica entre o autor de *Calculus Made Easy*, Silvanus Phillips Thompson, a Educação Matemática que ocorria no início do século XX. Seguindo a abordagem historiográfica do inglês Edward Thompson, a *história de baixo*<sup>66</sup>, com um aporte teórico baseado no saudoso Ubiratan D’Ambrósio (1988). Ele aponta que o livro de S. P. Thompson pode ser visto como uma das primeiras iniciativas de “avanço no ensino de Cálculo”, mesmo sendo duramente criticado na época do seu lançamento. E ainda é hoje, senão criticado, pelo menos ignorado pelos pesquisadores na Educação Matemática.

Temos outras análises históricas das obras da Matemática: “*Théorie des Approximations Numériques et du Calcul Abrégé*” (Noguti, 2005), “*Integrale, Longueur, Aire*” (Otero-Garcia, 2015) e “*Arithmetica Infinitorum*” (Lopes, 2017).

Assim como Otero-Garcia (2015), Henri Lebesgue<sup>67</sup> é analisado no trabalho de Palaro (2006), que buscou levantar os aspectos caracterizadores da concepção de Educação Matemática do matemático francês. Gamberra (2017) analisa o processo de criação da Integral de Lebesgue.

Toledo (2008) propõe uma narrativa histórica sobre o processo de institucionalização da Análise Matemática no nosso país.

Temos dois trabalhos biaxiais, ou seja, que foram categorizados nos eixos 2 e 4, concomitantemente, por serem pesquisas históricas, mas também com foco no ensino-aprendizagem do Cálculo.

Lopes (2017) analisa a obra “*Arithmetica Infinitorum*” do John Wallis e traz com essa análise potencialidades no ensino de CDI.

Por fim, a pesquisa de Silva (2010) teve como objetivo realizar uma (re)construção histórica do desenvolvimento conceitual do Cálculo encarando-o como uma construção de modelos, desde os gregos até Newton. Ela utiliza Julio Aróstegui (2006) para referencial histórico e estabelece o que ela denomina Campos Teóricos de Investigação. E para a (re)construção, ela utiliza as ideias da Modelagem Matemática, com referências em Bassanezi (2002), D’Ambrosio (1986) e da Maria Salett Biembengut (2000). Como resultado, ela delineou uma proposta de um curso de Cálculo baseado na sua construção histórica.

---

<sup>66</sup> Originalmente, *History from Below*

<sup>67</sup> Henri Léon Lebesgue (1875-1941) foi um matemático francês conhecido principalmente pelo seu método para a integração de funções, que possibilitou a integração para um número maior de funções que o método de Riemann, e, com isso, recebeu a homenagem de Integral de Lebesgue.

O terceiro eixo traz as pesquisas cujo foco principal é o **professor de Cálculo**, que agrega 20 pesquisas, sendo 8 dissertações e 12 teses. Foram acrescentados, nesta nova fase, dois novos subeixos: “Conhecimentos mobilizados por professores de CDI” e “Professor de CDI e a utilização das TICs”. As 20 pesquisas deste eixo estão representadas no Quadro 9. Considerando que algumas delas podem estar em dois ou até três subeixos, contabilizamos 24 categorizações. Observamos que cinco pesquisas estão incluídas nos eixos 3 e 4, três delas em um subeixo de cada e duas em um subeixo do eixo 3 e em dois subeixos do eixo 4. Ainda temos quatro pesquisas incluídas concomitantemente em dois subeixos do eixo 3 e uma em três subeixos. Essa presença em mais de um subeixo deixou claro que os trabalhos sobre o professor de CDI em geral buscam analisar a nossa heroína por mais de um espectro de visão.

QUADRO 6. TRABALHOS INCLUÍDOS NO EIXO “O PROFESSOR DE CÁLCULO” (CONTINUA).

<b>Sub eixos</b>	<b>IES</b>	<b>Ano</b>	<b>Dissertação ou Tese</b>	<b>Autor</b>	<b>Nome</b>
<b>3A 4K</b>	UFC	1994	Dissertação	Silva, Jayro Fonseca da	Questões metodológicas do ensino do Cálculo Diferencial e Integral I
<b>3B</b>	UNICAMP	2000	Tese	Souza Junior, Arlindo José de	Trabalho coletivo na Universidade: trajetória de um grupo no processo de ensinar e aprender Cálculo Diferencial e Integral
<b>3B</b>	PUC-SP	2006	Tese	Traldi Júnior, Armando	Formação de formadores de professores de Matemática: identificação de possibilidades e limites da estratégia de organização de grupos colaborativos
<b>3C 3D</b>	Unesp- RC	2007	Dissertação	Farias, Maria Margarete do Rosário	As representações Matemáticas mediadas por softwares educativos em uma perspectiva semiótica: uma contribuição para o conhecimento do futuro professor de Matemática
<b>3B</b>	PUC-SP	2007	Tese	Mometti, Antonio Luis	Reflexão sobre a prática: argumentos e metáforas no discurso de um grupo de professores de Cálculo

QUADRO 6. TRABALHOS INCLUÍDOS NO EIXO “O PROFESSOR DE CÁLCULO”  
(CONTINUAÇÃO).

Sub eixos	IES	Ano	Dissertação ou Tese	Autor	Nome
3C	PUC-SP	2007	Dissertação	Picone, Desiree Frasson Balielo	Os registros de representação semiótica mobilizados por professores no ensino do Teorema Fundamental do Cálculo
3C 4D	PUC-SP	2007	Dissertação	Souza, Fernando Eduardo de	A integral na visão de professores de Cálculo Diferencial e Integral frente à produção de alunos
3B 3D	UFSC	2008	Tese	Giostri, Elza Cristina	Comunidades virtuais de prática como alternativa na formação continuada de docentes na Educação Superior Tecnológica
3A 3D	Unesp-RC	2009	Dissertação	Marin, Douglas	Professores de Matemática que usam a tecnologia de informação e comunicação no ensino superior
3A 3D	Unesp-RC	2010	Dissertação	Richit, Andriceli	Aspectos conceituais e instrumentais do conhecimento da prática do professor de Cálculo Diferencial e Integral no contexto das tecnologias digitais
3A 4E	UNICAMP	2013	Tese	Garzella, Fabiana Aurora Colombo	A disciplina de Cálculo I: análise das relações entre as práticas pedagógicas do professor e seus impactos nos alunos
3C 4G 4I 4M	PUC-SP	2013	Tese	Santos, Maria Bethânia Sardeiro dos	Um olhar para o conceito de limite: constituição, apresentação e percepção de professores e alunos sobre o seu ensino e aprendizado
3B	UFMG	2014	Tese	Caldeira, Rutylee Ribeiro	Cálculo em ação, modelagem e parcerias: possibilidades para aprendizagens expansivas em um contexto de formação em Engenharias

QUADRO 6. TRABALHOS INCLUÍDOS NO EIXO “O PROFESSOR DE CÁLCULO” (CONCLUSÃO).

Sub eixos	IES	Ano	Diss/Tese	Autor	Nome
<b>3D 4A 4F 4H</b>	UFC	2014	Dissertação	Moreira, Marília Maia	Análise da visão do professor-tutor sobre a adequabilidade do material didático de Matemática à luz da Sequência Fedathi: o caso da Licenciatura em Matemática do IFCE
<b>3A 3C 3D</b>	Unesp-RC	2015	Tese	Farias, Maria Margarete do Rosário	Introdução a noções de Cálculo Diferencial e Integral no Ensino Médio no contexto das TIC: implicações para prática do professor que ensina Matemática
<b>3C 3D</b>	Unesp-RC	2015	Tese	Diogo, Maria das Graças Viana de Sousa	Uma abordagem didático-pedagógica do Cálculo Diferencial e Integral I na formação de professores de Matemática
<b>3C</b>	UFPA	2016	Dissertação	Paulo, Stephany Glauca de Oliveira	Saberes docentes na Licenciatura em Matemática acerca do ensino de derivada
<b>3A</b>	UFPA	2018	Tese	Belo, Edileusa do Socorro Valente	Cartografias experienciais de formadores de professores de Matemática: consciência de si e autoformação
<b>3C</b>	Unesp-RC	2018	Tese	Cabanha, Daiane dos Santos Correa	Conhecimento especializado de um formador de professores de Matemática em início de carreira: o ensino a distância de Derivada
<b>3A 4E</b>	UnB	2019	Tese	Bezerra, Wescley Well Vicente	Avaliação para aprendizagem na disciplina de Cálculo 1: percepções de discentes e docentes da Universidade de Brasília

Fonte: Registros do autor a partir da consulta nos bancos da BDTD e da CAPES

Três pesquisas, Marin (2009), Richit (2010) e Farias (2015), investigam professores que utilizam as TIC em suas aulas. Marin (2009) foca no uso nas aulas da disciplina de Cálculo, e utilizou entrevistas e formulários e usando Goldenberg (2003) e Alves-Mazzotti (2003) como referencial para a análise. Na sua tese, Farias (2015) investiga a possibilidade de usar as TIC para poder utilizar conceitos do Cálculo

no ensino de funções no Ensino Médio, utilizando a metodologia de observação participante e utilizando Bardin (1977) e Franco (2002) para a análise. Em ambas, nos resultados foram notados mais aspectos positivos que negativos na utilização das TIC. Já Richit (2010) buscou identificar e compreender os aspectos conceituais e instrumentais do conhecimento da prática docente em um curso EAD de formação de professores de CDI no contexto das tecnologias digitais.

Belo (2018), para deleite da minha orientadora, usou a pesquisa narrativa para gerar cartografias experienciais de professores de Matemática a partir da reflexão sobre suas experiências.

Cinco pesquisas trazem como *lócus* grupos de discussão de professores. Souza Junior (2000) tem o objetivo de analisar a trajetória de um grupo que produz os saberes sobre o ensinar-aprender Cálculo. Traldi Júnior (2006), Mometti (2007) e Caldeira (2014) investigam como o ambiente em grupo pode contribuir na prática. Todos trazem como resultado que o processo de discussão e reflexão dos grupos foram benéficos para a prática dos seus indivíduos.

Giostri (2008) traz a importância de Comunidades Virtuais para a complementação da formação de professores em serviço da educação tecnológica.

Na sua dissertação, Farias (2007) investigou as diferentes formas representativas de conceitos matemáticos como dimensões didático-pedagógicas, implícitas no conhecimento do professor em formação inicial”, utilizando uma perspectiva da semiótica, utilizando os conceitos do pensador estadunidense Charles Sanders Peirce (1839-1914), baseado nas referências de Nöth (1996), Hildebrand (2002) e Santaella (2002) e no conhecimento do futuro professor, referenciando Stylianides e Ball (2004) e Garcia Blanco (2003).

Em Picone (2007), o TFC é abordado com professores de Cálculo através da Teoria dos Registros de Representação Semiótica, do francês Raymond Duval, buscando entender se os professores de Cálculo costumam explorar o Teorema por meio de representação gráfica, lembrando que o TFC é simbolicamente dado por<sup>68</sup>:

$$\int_a^b f(x) dx = F(b) - F(a) \text{ sendo que } F'(x) = f(x)$$

Diogo (2015) buscou evidenciar quais eram as dimensões presentes nos processos de ensinar Cálculo na formação do professor de Matemática. Para isso, ela

---

<sup>68</sup> Caros leitores, vocês não acharam que pelo menos uma fórmula não apareceria por aqui, não é!?

conduziu uma série de entrevistas com professores e fez suas análises baseadas em Bardin (1977) e Franco (2012).

Paulo (2016) trabalhou com Tardiff (2014) e Pimenta (1996) sobre os saberes docentes que foram identificados no ensino de derivada. E Cabanha (2018) buscou caracterizar o Conhecimento Especializado revelado por um formador de professores de Matemática, em início de carreira, ao ensinar o conceito derivada à distância, usando o *Mathematics Teacher's Specialized Knowledge* (MTSK).

Temos 6 trabalhos biaxiais, ou seja, que foram categorizados nos eixos 3 e 4, concomitantemente, por serem pesquisas com foco no docente e no discente.

O primeiro trabalho biaxial é o primeiro trabalho, na ordem cronológica, que encontramos no nosso mapeamento inicial. A pesquisa de Silva (1994) objetiva responder à questão “quais fatores podem estar interferindo direta ou indiretamente no processo ensino-aprendizagem do Cálculo?” sendo o *locus* da pesquisa a UFC. Esta é uma das poucas pesquisas no nosso mapeamento que é qualitativa-quantitativa, utilizando questionários para mais de 230 estudantes e entrevistas com professores da disciplina de Cálculo e uma observação direta na aplicação dos questionários. Dos resultados trazidos, como os professores têm “uma formação acadêmica predominantemente técnica própria dos cursos de bacharelado e mestrado em Matemática, cuja finalidade básica é a pesquisa, os princípios epistemológicos a embasarem a metodologia de ensino que adotam na sala de aula são de natureza empírica” (SILVA, 1994).

Também seguindo a mesma ideia, Garzella (2013) e Bezerra (2019) trabalham com a análise da prática dos professores e a percepção dos alunos destas práticas.

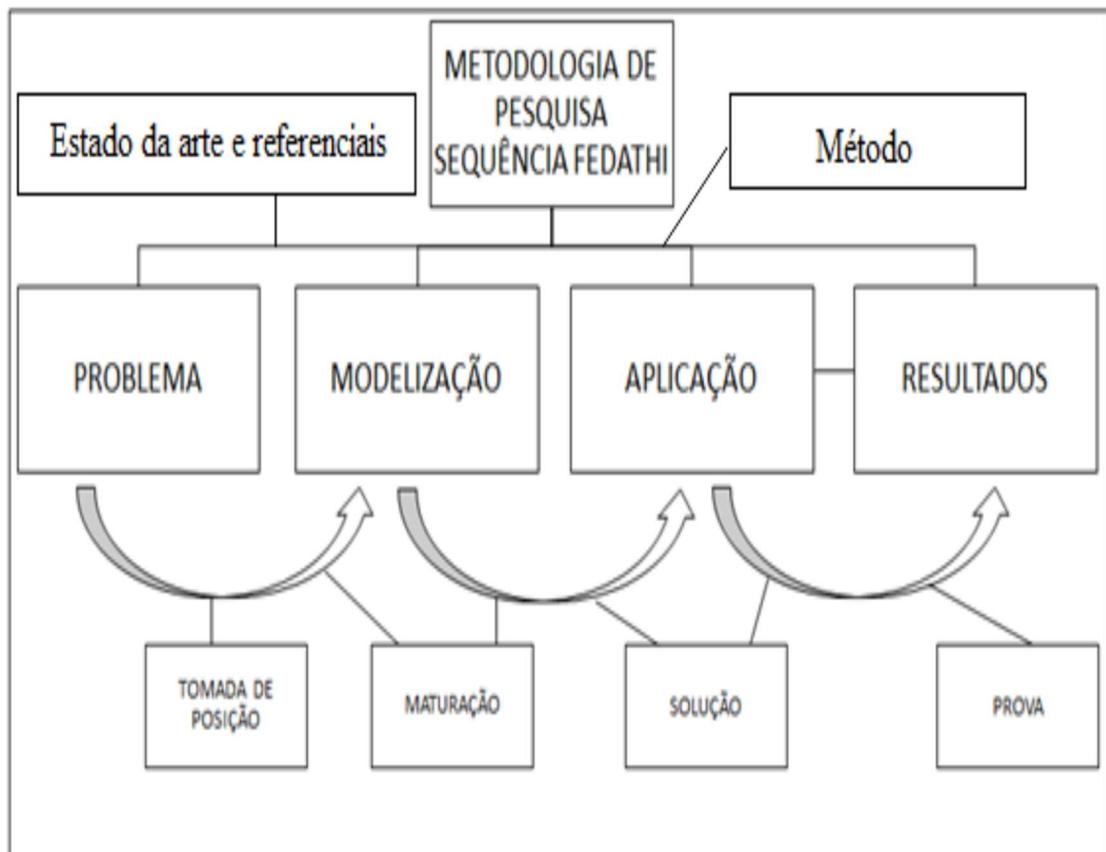
Souza (2007) fez uma análise das relações entre as concepções sobre o conceito de Integral revelada por professores, bem como suas maneiras de analisarem a produção dos alunos, usando o Conceito Imagem e Conceito Definição do Pensamento Matemático Avançado. Um dos resultados interessantes da pesquisa foi uma percepção que

as concepções sustentadas pelos professores se aproximam mais à visão absolutista da Matemática, pois na maioria das produções analisadas, todos parecem aceitar que essa ciência é o domínio das verdades absolutas e que o conhecimento em Matemática consiste em descrições dos entes matemáticos, das relações entre eles e da estrutura lógica que os sustenta. No entanto, os professores entrevistados manifestam a possibilidade de que o conhecimento matemático seja falível ou esteja aberto a críticas e correções” (SOUZA, 2007).

Santos (2013) analisou como alunos e professores percebem o conceito de limite, com os aportes da Teoria dos Registros de Representação Semiótica de Duval, da Teoria Antropológica do Didático de Chevallard e de Bakhtin.

Moreira (2014) utilizou a sequência Fedathi, que é composta de quatro etapas, conforme pode ser visto na Figura 19. Ela foi criada pelo professor Borges Neto e que, segundo o próprio em Borges Neto e Santana (2013), envolve também os três elementos do processo de ensino e aprendizagem: o professor, o aluno e o saber (MOREIRA, 2014). Segundo Menezes (2018), ela adquiriu esta denominação porque o professor Borges Neto introduziu sua ideia com o pseudônimo “Prof. Fedathi Cebê”. Ela é organizada como vemos na figura 20:

FIGURA 25. ORGANIZAÇÃO DAS ETAPAS DA SEQUÊNCIA FEDATHI.



Fonte: Borges Neto (2018) apud Menezes (2018, p. 25).

Finalmente, a pesquisa de Moreira (2014) discute a adequação de um material por esta metodologia na visão do professor-tutor de um curso na modalidade semipresencial.

No quarto eixo encontramos 113 trabalhos (cerca de 69% das pesquisas). Este eixo, denominado Aprendizagem de/no Cálculo, engloba pesquisas cujo foco é a análise da aprendizagem de estudantes da disciplina de Cálculo, de forma geral, ou com a aplicação de alguma metodologia específica ou utilizando uma diferente tecnologia no ensino. Estão incluídos neste eixo também os subeixos que tratam dos conhecimentos mobilizados e/ou dificuldades dos estudantes de CDI e também trabalhos que tratam do perfil dos estudantes de CDI.

Dos trabalhos inseridos neste eixo, 74 são dissertações de mestrado e outros 39 são teses de doutorado.

Na busca inicial, foram considerados oito subeixos. Após a inclusão de novos trabalhos de pesquisa, notamos a necessidade de incluir outros subeixos para melhor categorização das dissertações e teses. Assim, foram incluídos cinco novos subeixos:

- a) “Aprendizagem baseada em teorias da Didática da Matemática”.
- b) “Teoria da Aprendizagem Significativa com ou sem a Teoria de Mapeamento Conceitual”;
- c) “Perfil dos estudantes de CDI”
- d) “Resolução de Problemas”;
- e) “Teoria dos Registros de Representação Semiótica”.

Com a inclusão destes novos subeixos, foi feita a reclassificação de todos os trabalhos anteriores.

Destaca-se ainda que há um número elevado de trabalhos neste eixo que foram categorizados em mais de um subeixo. Duas pesquisas foram categorizadas nos eixos 2 e 4, uma classificada em 2 subeixos e a outra em 3 subeixos do eixo 4. Observa-se ainda que 6 trabalhos foram categorizados nos eixos 3 e 4, concomitantemente. Destes, 4 foram categorizados em um subeixo e dois em 3 subeixos do eixo 4.

Dentre as pesquisas que estão somente no eixo 4, 41 delas foram classificadas em apenas 1 subeixo. Além disso, 55 trabalhos encontram-se categorizados em dois subeixos e oito outras em três subeixos e uma pesquisa do eixo 4, totalizando assim, 194 categorizações neste eixo.

As pesquisas enquadradas neste eixo encontram-se no Quadro 7.

QUADRO 7. TRABALHOS NO EIXO “APRENDIZAGEM DE/NO CÁLCULO” (CONTINUA).

Sub eixos	Instituição	Ano	Dissertação ou Tese	Autor	Nome
4H	UNICAMP	1979	Dissertação	Silva, Aldo Marques da	Um modelo de ensino de Cálculo Diferencial e Integral utilizando aplicações às disciplinas: Biologia, Física e Química
3A 4K	UFC	1994	Dissertação	Silva, Jayro Fonseca da	Questões metodológicas do ensino do Cálculo Diferencial e Integral I
4A 4H 4I	PUC-SP	2000	Dissertação	Dall'Anese, Claudio	Conceito de derivada: uma proposta para seu ensino e aprendizagem
4H 4I	PUC-SP	2001	Dissertação	Nunes, Marly de Nardi Ferraz	Seqüências numéricas: um estudo da convergência através de atividades
4H 4I	PUC-SP	2001	Dissertação	Silveira, Eugênio Cesar	Uma seqüência didática para aquisição/construção da noção de taxa de variação média de uma função
4I 4J	PUC-SP	2002	Dissertação	D'Avoglio, Armando Raphael	Derivada de uma função num ponto: uma forma significativa de introduzir o conceito
4A 4H	PUC-SP	2002	Dissertação	Melo, José Manuel Ribeiro de	Conceito de Integral: uma proposta computacional para seu ensino e aprendizagem
4D	Unesp-RC	2002	Dissertação	Milani, Raquel	Concepções infinitesimais em um curso de Cálculo
4C	Unesp-RC	2002	Dissertação	Spina, Catharina de Oliveira Corcoll	Modelagem Matemática no processo ensino-aprendizagem do Cálculo Diferencial e Integral para o ensino médio
4A	Unesp-RC	2003	Dissertação	Benedetti, Francisco Carlos	Funções, software gráfico e coletivos pensantes
4D 4E	PUC-SP	2003	Dissertação	Leme, Jayme do Carmo Macedo	Aspectos processuais e estruturais da noção de derivada
4I 4K	PUC-PR	2004	Dissertação	Barbosa, Marcos Antonio	O insucesso no ensino e aprendizagem na disciplina de Cálculo Diferencial e Integral

QUADRO 7. TRABALHOS NO EIXO “APRENDIZAGEM DE/NO CÁLCULO” (CONTINUAÇÃO).

<b>Sub eixos</b>	<b>Instituição</b>	<b>Ano</b>	<b>Dissertação ou Tese</b>	<b>Autor</b>	<b>Nome</b>
<b>4H</b>	UNICAMP	2004	Tese	Bean, Dale William	Aprendizagem pessoal e aprendizagem afastada: o caso do aluno de Cálculo
<b>4E 4M</b>	PUC-SP	2004	Dissertação	Godoy, Luiz Felipe Simões de	Registros de representação da noção de derivada e o processo de aprendizagem
<b>4A 4H</b>	PUC-SP	2004	Dissertação	Oliveira, Aguinaldo Herculano de	A noção de integral no contexto das concepções operacional e estrutural
<b>4I</b>	PUC-SP	2005	Dissertação	Santos, Milena Gonçalves	Um estudo sobre a convergência de seqüências numéricas com alunos que já tiveram contato com a noção de limite
<b>4I 4M</b>	UFMS	2005	Dissertação	Silva, José Roberto Damasceno da	Um estudo de registros de representação semiótica na aprendizagem dos conceitos de máximos e mínimos de funções
<b>4H</b>	PUC-SP	2006	Tese	Dall'Anese, Claudio	Argumentos e metáforas conceituais para a taxa de variação
<b>4A</b>	PUC-PR	2006	Dissertação	Domenico, Luiz Carlos Almeida de	Aprendizagem de Cálculo Diferencial e Integral por meio de Tecnologias de Informação e Comunicação
<b>4M</b>	PUC-SP	2006	Dissertação	Hsia, Yuk Wah	A utilização do livro didático pelo aluno ao estudar Integral.
<b>4A 4D 4H</b>	Unesp-RC	2006	Tese	Olimpio Junior, Antonio	Compreensões de conceitos de Cálculo Diferencial no primeiro ano de Matemática – uma abordagem integrando oralidade, escrita e informática

QUADRO 7. TRABALHOS NO EIXO “APRENDIZAGEM DE/NO CÁLCULO” (CONTINUAÇÃO).

Sub eixos	Instituição	Ano	Dissertação ou Tese	Autor	Nome
4A	Unesp-RC	2006	Dissertação	Scucuglia, Ricardo	A investigação do Teorema Fundamental do Cálculo com Calculadoras Gráficas
4I	PUC-SP	2007	Dissertação	Anacleto, Grácia Maria Catelli	Uma investigação sobre a aprendizagem do Teorema Fundamental do Cálculo
4A 4C	Unesp-RC	2007	Dissertação	Diniz, Leandro do Nascimento	O papel das Tecnologias da Informação e Comunicação nos projetos de Modelagem Matemática
3C 4D	PUC-SP	2007	Dissertação	Souza, Fernando Eduardo de	A integral na visão de professores de Cálculo Diferencial e Integral frente à produção de alunos
4A 4F 4I	PUC-RS	2007	Dissertação	Torres, Terezinha Ione Martins	Monitoria virtual no Moodle: uma proposta para reconstruir os pré-requisitos de Cálculo “A”
4E 4H	PUC-SP	2007	Dissertação	Vidigal, Luciana Fajardo	Conhecimentos mobilizados por alunos sobre a noção Integral no contexto das concepções operacionais e estruturais
4C	UFPA	2008	Dissertação	Araújo, Alyne Maria Rosa de	Modelagem Matemática nas aulas de Cálculo: uma estratégia que pode contribuir com a aprendizagem dos alunos de Engenharia
4H 4L	Unesp-RC	2008	Dissertação	Barichello, Leonardo	Análise de resoluções de problemas de Cálculo Diferencial em um ambiente de interação escrita
4D 4E	PUC-SP	2008	Tese	Celestino, Marcos Roberto	Concepções sobre limite: imbricações entre obstáculos manifestos por alunos do Ensino Superior
4E 4M	PUC-SP	2008	Dissertação	Imafuku, Roberto Seidi	Sobre a passagem do estudo de função de uma variável real para o caso de duas variáveis

QUADRO 7. TRABALHOS NO EIXO “APRENDIZAGEM DE/NO CÁLCULO” (CONTINUAÇÃO).

Sub eixos	Instituição	Ano	Dissertação ou Tese	Autor	Nome
4A 4L	UNICAMP	2008	Tese	Machado, Rosa Maria	A visualização na resolução de problemas de Cálculo Diferencial e Integral no ambiente computacional MPP
4A 4F	Unesp-RC	2008	Tese	Rosa, Maurício	A Construção de Identidades <i>online</i> por meio do <i>Role Playing Game</i> : relações com o ensino e aprendizagem de matemática em um curso à distância
4A	Unesp-RC	2009	Tese	Barbosa, Sandra Malta	Tecnologias da Informação e Comunicação, função composta e Regra da Cadeia
4C 4H	PUC-SP	2009	Tese	Beltrão, Maria Eli Puga	Ensino de Cálculo pela Modelagem Matemática e Aplicações - teoria e prática
4A	PUC-RS	2009	Dissertação	Fortes, Luciane Oliveira	Utilizando Blogs como ferramenta de suporte a aprendizagem de Matemática no ensino superior
4A 4I	PUC-SP	2009	Dissertação	Paranhos, Marcos de Miranda	Geometria dinâmica e o Cálculo Diferencial e Integral
4A	UFOP	2010	Dissertação	Alves, Davis Oliveira	Ensino de Funções, Limites e Continuidade em Ambientes Educacionais Informatizados: uma proposta para cursos de Introdução ao Cálculo
4E 4H	PUC-RS	2010	Dissertação	Cavasotto, Marcelo	Dificuldades na aprendizagem de Cálculo: o que os erros cometidos pelos alunos podem informar
4A 4H	Unesp-RC	2010	Dissertação	Gouveia, Carolina Augusta Assumpção	Processos de visualização e representação de conceitos de Cálculo Diferencial e Integral com um software tridimensional

QUADRO 7. TRABALHOS NO EIXO “APRENDIZAGEM DE/NO CÁLCULO” (CONTINUAÇÃO).

Sub eixos	Instituição	Ano	Dissertação ou Tese	Autor	Nome
4A 4D 4J	UFOP	2010	Dissertação	Miranda, Anderon Melhor	As tecnologias da informação no estudo do Cálculo na perspectiva da Aprendizagem Significativa
4A 4F	UFMG	2010	Dissertação	Oliveira, Gislene Garcia Nora de	O uso do hipertexto na aprendizagem de Cálculo em um ambiente virtual
4A 4H	Unesp-RC	2010	Dissertação	Reis, Edinei Leandro dos	O processo de construção de Objetos de Aprendizagem em Cálculo Diferencial e Integral durante uma Atividade de <i>Design</i>
4G 4L	Unesp-RC	2010	Dissertação	Ribeiro, Marcos Vinícius	O ensino do conceito de Integral, em sala de aula, com recursos da História da Matemática e da Resolução de Problemas
4A	UFOP	2010	Dissertação	Rocha, Marcos Dias da	Desenvolvendo atividades computacionais na disciplina Cálculo Diferencial e Integral I: estudo de uma proposta de ensino pautada na articulação entre a visualização e a experimentação
2B 4C 4G 4H	UFRN	2010	Tese	Silva, Maria Deusa Ferreira da	Problemas e modelos que contribuíram com o desenvolvimento do Cálculo Diferencial e Integral: dos gregos a Newton
4D 4E	UFOP	2011	Dissertação	Abreu, Osvaldo Honório de	Discutindo algumas relações possíveis entre intuição e rigor e entre imagem conceitual e definição conceitual no ensino de limites e continuidade em cálculo I
4A 4D 4H 4I 4M	UFC	2011	Tese	Alves, Francisco Regis Vieira	Aplicação da Sequência Fedathi no ensino intuitivo do Cálculo a Várias Variáveis

QUADRO 7. TRABALHOS NO EIXO “APRENDIZAGEM DE/NO CÁLCULO” (CONTINUAÇÃO).

Sub eixos	Instituição	Ano	Dissertação ou Tese	Autor	Nome
4D 4I	UFOP	2011	Dissertação	Amorim, Lílian Isabel Ferreira	A (re) construção do conceito de Limite do Cálculo para a Análise: um estudo com alunos do curso de Licenciatura em Matemática
4A 4D 4I	PUC-SP	2011	Dissertação	Andersen, Érika	As ideias centrais do Teorema Fundamental do Cálculo mobilizadas por alunos de Licenciatura em Matemática
4C 4I	PUC-SP	2011	Tese	Fecchio, Roberto	A Modelagem Matemática e a Interdisciplinaridade na introdução do conceito de Equação Diferencial em cursos de Engenharia
4G	UFOP	2011	Dissertação	Oliveira, Daniel Gustavo de	Explorando o conceito de derivada em sala de aula, a partir de suas aplicações e sob uma perspectiva histórica
4E 4H	UFMG	2012	Tese	Campos, Dilhermando Ferreira	Análise de uma proposta para a disciplina Cálculo Diferencial e Integral I surgida na UFMG após o REUNI usando o testbench de Engeström como modelo de aplicação da teoria da atividade em um estudo de caso
4A 4D	UFOP	2012	Dissertação	Fonseca, Daila Silva Seabra de Moura	Convergência de sequências e séries numéricas no Cálculo: um trabalho visando a corporificação dos conceitos
4A	UFOP	2012	Dissertação	Gonçalves, Daniele Cristina	Aplicações das derivadas no Cálculo I: atividades investigativas utilizando o GeoGebra
4H 4I	UNIBAN- SP	2012	Dissertação	Lima, Melina Silva de	Uma proposta de aplicação da teoria dos campos conceituais para o ensino de Cálculo em cursos superiores

QUADRO 7. TRABALHOS NO EIXO “APRENDIZAGEM DE/NO CÁLCULO” (CONTINUAÇÃO).

Sub eixos	Instituição	Ano	Dissertação ou Tese	Autor	Nome
4A 4F	PUC-GO	2012	Dissertação	Oliveira, Kátia Regina Rodrigues de	Uma análise da aprendizagem de conteúdos matemáticos no ensino superior a distância
4A 4C	Unesp-RC	2012	Tese	Soares, Débora da Silva	Uma abordagem pedagógica baseada na Análise de Modelos para alunos de Biologia: qual o papel do software?
4L	UFOP	2013	Dissertação	Assis, Antonio Augusto Ferreira de	Uma atividade socialmente reflexiva envolvendo a transformação derivada e sua inversa
4C 4H	UFMG	2013	Dissertação	Campos, Ilaine da Silva	Alunos em ambientes de modelagem matemática: caracterização do envolvimento a partir da relação com <i>background</i> e <i>foreground</i>
4A 4J	PUC-SP	2013	Dissertação	Ferrão, Naíma Soltau	Mapas conceituais digitais como elemento sinalizador da aprendizagem de Cálculo Diferencial e Integral
3A 4E	UNICAMP	2013	Tese	Garzella, Fabiana Aurora Colombo	A disciplina de Cálculo I: análise das relações entre as práticas pedagógicas do professor e seus impactos nos alunos
4D	UFPA	2013	Dissertação	Messias, Maria Alice de Vasconcelos Feio	Um estudo exploratório sobre a imagem conceitual de estudantes universitários acerca do conceito de limite de função
4I	UFPA	2013	Dissertação	Moraes, Mônica Suelen Ferreira de	Um estudo sobre as implicações dos obstáculos epistemológicos de limite de função em seu ensino e aprendizagem
4M	UFSC	2013	Dissertação	Né, Adriano Luiz dos Santos	A análise da linguagem matemática como elemento para pensar o ensino e a aprendizagem da prática de esboço de curvas no ensino superior

QUADRO 7. TRABALHOS NO EIXO “APRENDIZAGEM DE/NO CÁLCULO” (CONTINUAÇÃO).

Sub eixos	Instituição	Ano	Dissertação ou Tese	Autor	Nome
3C 4I 4M	PUC-SP	2013	Tese	Santos, Maria Bethânia Sardeiro dos	Um olhar para o conceito de limite: constituição, apresentação e percepção de professores e alunos sobre o seu ensino e aprendizado
4C	PUC-SP	2013	Tese	Silva, Carlos Antônio da	Introdução ao conceito de Integral de funções polinomiais em um curso de Engenharia de Produção por meio de tarefas fundamentadas em princípios da Modelagem Matemática
4A 4F	USP	2013	Tese	Vieira, Aldo Freitas	Ensino do Cálculo Diferencial e Integral: das técnicas ao <i>humans-with-media</i>
4A 4H	Anhanguera	2014	Tese	Campos, Maria Lúcia Tavares de	Discursos sobre continuidade de funções reais de variável real em ambiente virtual colaborativo: uma perspectiva da cognição corporificada
4B 4H	UFOP	2014	Dissertação	Gonçalves, Sandro Salles	Abordagem histórico cultural em sala de aula inclusiva de Matemática: o processo de apropriação do conceito da função derivada por um aluno cego
4I 4M	PUC-SP	2014	Tese	Ingar, Katia Vigo	A visualização na aprendizagem dos valores máximos e mínimos locais da função de duas variáveis reais
4H	PUC-SP	2014	Tese	Junqueira, Sonia Maria da Silva	Experiências de estudantes na construção do conhecimento de Derivada em aulas de Cálculo 1
4H	UEL	2014	Tese	Mendes, Marcele Tavares	Utilização da Prova em Fases como recurso para regulação da aprendizagem em aulas de Cálculo

QUADRO 7. TRABALHOS NO EIXO “APRENDIZAGEM DE/NO CÁLCULO” (CONTINUAÇÃO).

Sub eixos	Instituição	Ano	Dissertação ou Tese	Autor	Nome
3D 4A 4F 4H	UFC	2014	Dissertação	Moreira, Marília Maia	Análise da visão do professor-tutor sobre a adequabilidade do material didático de Matemática à luz da Sequência Fedathi: o caso da Licenciatura em Matemática do IFCE
4C 4I	PUC-SP	2014	Tese	Oliveira, Eliane Alves de	Uma Engenharia Didática para abordar o conceito de Equação Diferencial em cursos de Engenharia
4A	UFOP	2014	Dissertação	Oliveira, Fabio Luiz de	A produção de conhecimento matemático acerca de funções de duas variáveis em um coletivo de seres-humanos-com-mídias
4A 4D	UFOP	2014	Dissertação	Pinto, Rieuse Lopes	Definições matemáticas sobre funções e suas derivadas como um eixo de discussão para o ensino e a aprendizagem do Cálculo
4A 4D	UFOP	2014	Dissertação	Ricaldoni, Márcio Augusto Gama	Construção e interpretação de gráficos com o uso de <i>softwares</i> no ensino de Cálculo: trabalhando com imagens conceituais relacionadas a derivadas de funções reais
4K	Unilassale	2014	Dissertação	Santos, Guilherme Mendes Tomaz dos	O comprometimento do estudante e a aprendizagem em Cálculo Diferencial e Integral I
4A 4L	PUC-SP	2014	Tese	Vogado, Gilberto Emanuel Reis	O ensino e a aprendizagem das ideias preliminares envolvidas no conceito de Integral, por meio da Resolução de Problemas
4E 4H	UNISUL	2015	Dissertação	Dalmolin, Beatriz Alves da Silva	A tricotomização entre Aritmética, Álgebra e Geometria nos erros apresentados por estudantes da disciplina de Cálculo Diferencial Integral I

QUADRO 7. TRABALHOS NO EIXO “APRENDIZAGEM DE/NO CÁLCULO” (CONTINUAÇÃO).

Sub eixos	Instituição	Ano	Dissertação ou Tese	Autor	Nome
4E 4H	UNESP (Marília)	2015	Dissertação	Donel, Marlene Lucia Holz	Dificuldades de aprendizagem em Cálculo e a relação com o raciocínio lógico formal: uma análise no ensino superior
4E	UFG	2015	Dissertação	Fontes, Lívia Santana	A avaliação da aprendizagem na disciplina Cálculo Diferencial e Integral: em busca de sentidos pedagógicos
4K	Unilassale	2015	Dissertação	Gomes, Kelly Amorim	Indicadores de permanência na Educação Superior: o caso da disciplina Cálculo Diferencial e Integral I
4A 4D	UFOP	2015	Dissertação	Martins Júnior, José Cirqueira	Ensino de derivadas em Cálculo I: aprendizagem a partir da visualização com o uso do GeoGebra
4J 4M	PUC-SP	2015	Tese	Meira, Samuel Souza	Aprendizagem significativa e assimilação obliteradora: um estudo com conceitos de Cálculo
4K	UFSC	2015	Dissertação	Silva, Juliana Pires da	A relação com o saber: os estudantes de engenharia e a primeira disciplina de cálculo
4A 4F	Unesp-RC	2016	Tese	Almeida, Helber Rangel Formiga Leite de	Polidocentes-com-Mídias e o Ensino de Cálculo I
4J	PUC-SP	2016	Dissertação	Alves, Paulo Cesar	Percepção de aprendizagens de alunos de cursos de engenharia sobre o Método de Newton-Raphson pelo uso de mapas conceituais
4H	UFMT	2016	Tese	Bezerra, Nilra Jane Filgueira	A organização do Ensino de Cálculo Diferencial e Integral na perspectiva da Teoria da Formação por Etapas das Ações Mentais de Galperin

QUADRO 7. TRABALHOS NO EIXO “APRENDIZAGEM DE/NO CÁLCULO” (CONTINUAÇÃO).

Sub eixos	Instituição	Ano	Dissertação ou Tese	Autor	Nome
4D 4E	PUC-SP	2016	Tese	Leme, Jayme do Carmo Macedo	Aprendizagem da derivada: uma perspectiva de análise pelos fluxos de pensamento
4A 4D	UFOP	2016	Dissertação	Oliveira, João Lucas de	A utilização de <i>softwares</i> dinâmicos no ensino de Análise Real: um estudo sobre a construção do conceito de Integral de Riemann
4A	UFJF	2016	Dissertação	Pires, Luiz Fernando Rodrigues	As influências das tecnologias da informação e comunicação nas estratégias de ensino e aprendizagem de Cálculo Diferencial e Integral
4E	UFES	2016	Tese	Rocha, Messenas Miranda	Releitura do processo de aprendizagem de estudantes repetentes de Cálculo I
4A 4D	PUC-SP	2017	Tese	Almeida, Marcio Vieira de	Material para o ensino do Cálculo Diferencial e Integral: referências de Tall, Gueudet e Trouche
4D 4M	Anhanguera	2017	Tese	Dias, Rodrigo Rodrigues	Aspectos cognitivos e conceituais mobilizados na resolução de problemas de otimização por estudantes de engenharia
2B 4C 4G	UFRN	2017	Tese	Lopes, Gabriela Lucheze de Oliveira	A criatividade matemática de John Wallis na obra <i>Arithmetica Infinitorum</i> : contribuições para ensino de Cálculo Diferencial e Integral na Licenciatura em Matemática
4K	UFJF	2017	Dissertação	Rafael, Rosane Cordeiro	Cálculo Diferencial e Integral: um estudo sobre estratégias para redução do percentual de não aprovação

QUADRO 7. TRABALHOS NO EIXO “APRENDIZAGEM DE/NO CÁLCULO” (CONTINUAÇÃO).

Sub eixos	Instituição	Ano	Dissertação ou Tese	Autor	Nome
4A 4F 4H	Unesp (Bauru)	2017	Tese	Silva, Armando Paulo da	A modalidade EaD semipresencial e a disciplina de cálculo diferencial e integral
4H 4I	PUC-SP	2017	Tese	Silva, Edson Rodrigues da	Uma base de conhecimentos para o ensino de taxa de variação na Educação Básica
4D 4H	PUC-RS	2018	Tese	Flores, Jeronimo Becker	Monitoria de Cálculo e processo de aprendizagem: perspectivas à luz da sociointeratividade e da teoria dos Três Mundos da Matemática
4A 4D 4H	UFC	2018	Tese	Menezes, Daniel Brandão	O ensino do Cálculo Diferencial e Integral na perspectiva da Sequência Fedathi: caracterização do comportamento de um bom professor
4I 4M	UFSC	2018	Tese	Menoncini, Lúcia	O jogo das operações semióticas na aprendizagem da integral definida no cálculo de área
4C 4J	UEL	2018	Tese	Silva, Cíntia da	Aprendizagem significativa em atividades de Modelagem Matemática
4A 4I 4M	UFSC	2018	Tese	Silva, Sérgio Florentino da	Ensino e aprendizagem das superfícies quádricas no ensino superior: uma análise baseada na Teoria dos Registros de Representações Semióticas com o uso do GeoGebra
3A 4E	UnB	2019	Tese	Bezerra, Wesley Well Vicente	Avaliação para aprendizagem na disciplina de Cálculo 1: percepções de discentes e docentes da Universidade de Brasília
4A 4J	UFSM	2019	Dissertação	Mendes, Felipe	Investigação do processo de aprendizagem de Cálculo num curso de Engenharia Florestal: o uso do software <i>WinPlot</i> na aplicação de unidades de ensino potencialmente significativas

QUADRO 7. TRABALHOS NO EIXO “APRENDIZAGEM DE/NO CÁLCULO” (CONCLUSÃO).

Sub eixos	Instituição	Ano	Dissertação ou Tese	Autor	Nome
4J	UFSM	2019	Dissertação	Rocha, Cecília Elenir dos Santos	A dinâmica do processo de ensino e aprendizagem de Cálculo I: uma investigação no curso de Licenciatura em Física da UFSM
4J	UFPe	2019	Dissertação	Santos, Luan Danilo Silva dos	As contribuições dos Mapas Conceituais para a (re)significação de conceitos em Cálculo Diferencial e Integral I na formação docente
4A 4D	UFPeI	2019	Dissertação	Schaun, Thaise Thurow	As representações tridimensionais das superfícies quádricas na disciplina de Cálculo com Realidade Aumentada
4G	UFPA	2019	Dissertação	Sousa, Fabrício Santos de	Potencialidades pedagógicas do livro <i>Réflexions sur la Métaphysique du Calcul Infinitésimal</i> de Lazare Carnot para o ensino de Cálculo Diferencial
4E	Unioeste	2019	Dissertação	Spielmann, Rosane	Usos, omissões e significados atribuídos ao sinal de igual: um olhar para a produção escrita de alunos em provas de Cálculo Diferencial e Integral I
4B 4H	UFC	2020	Dissertação	Albuquerque, Rosângela Maria	O ensino de Cálculo Diferencial e Integral adaptado para discente com Transtorno do Espectro Autista e Discalculia: um estudo de caso com base em Vigotski

Fonte: Registros do autor a partir da consulta nos bancos da BDTD e da CAPES

Aqui, o caminho é longo. Então, caro leitor, respire fundo.

A dissertação de Aldo Marques da Silva, de 1979, é a primeira do nosso mapeamento. Ela não é da área de Educação, mas é pioneira na nossa pesquisa por ter sido a primeira encontrada que tratava do ensino de Cálculo. Ela foi resultado de

um programa que integrou o IMECC, a Organização dos Estados Americanos (OEA) e um programa do Ministério da Educação e Cultura da época, o Programa de Expansão e Melhoria do Ensino (PREMEN), capitaneado pelo nosso maestro da Educação Matemática, Ubiratan D'Ambrósio. Na pesquisa, a única de cunho excepcionalmente quantitativo, Aldo utiliza Aplicações para o ensino de Cálculo nos cursos de Biologia, Física e Química, para verificar se houve uma melhora na aprendizagem dos estudantes. Depois faz análises estatísticas para concluir que seu modelo favoreceu a aprendizagem significativa dos estudantes. E completa que o modelo parece ser mais eficaz se houver um treinamento prévio para os professores e tutores envolvidos.

A utilização de computadores, calculadoras gráficas e aplicativos no celular como apoio ao ensino de Cálculo foi preeminente em 44 trabalhos: Dall'Anese (2000), Melo (2002), Benedetti (2003), Aguinaldo Oliveira (2004), Domenico (2006), Olimpio Junior (2006), Scucuglia (2006), Diniz (2007), Torres (2007), Machado (2008), Rosa (2008), Barbosa (2009), Fortes (2009), Paranhos (2009), Alves (2010), Gouveia (2010), Miranda (2010), Oliveira (2010), Reis (2010), Rocha (2010), Alves (2011a), Andersen (2011), Fonseca (2012), Gonçalves (2012), Oliveira (2012), Soares (2012), Ferrão (2013), Vieira (2013), Campos (2014); Moreira (2014), Fabio Oliveira (2014), Pinto (2014), Ricaldoni (2014), Vogado (2014), Martins Júnior (2015), Almeida (2016), Oliveira (2016), Pires (2016), Almeida (2017), Armando Silva (2017), Menezes (2018), Sérgio Silva (2018), Mendes (2019) e Schaun (2019). Temos nestes trabalhos quase totalmente a referência inicial de Pierre Lévy. E também contribuição em diversos trabalhos do professor Marcelo Borba e seus colaboradores como referencial. Por exemplo, um dos aportes presente em alguns trabalhos é o conceito inicialmente definido por ele e por Mónica Villarreal, o *humans-with-media*, que foi a base para Benedetti (2003), Scucuglia (2006), Diniz (2007), Rosa (2008), Barbosa (2009), Alves (2010), Rocha (2010), Vieira (2013), Fábio Oliveira (2014) e Almeida (2016).

Dentre estes trabalhos, os que são somente relacionados ao subeixo de ensino utilizando as TICs, e que não está ligado a outro subeixo são Benedetti (2003), Domenico (2006), Scucuglia (2006), Barbosa (2009), Fortes (2009), Alves (2010), Rocha (2010), Gonçalves (2012), Fabio Oliveira (2014), Martins Júnior (2015), e Pires (2016).

Podemos distinguir uma tendência na utilização do *software* livre **GeoGebra**, desenvolvido por Hohenwarter *et al.* em 2001. 25 trabalhos utilizaram atividades no

*software* como parte das suas atividades: Aguinaldo Oliveira (2004), Paranhos (2009), Alves (2010), Richit (2010), Rocha (2010), Francisco Alves (2011), Fonseca (2012), Gonçalves (2012), Grande (2013), Campos (2014), Gonçalves (2014), Elaine Oliveira (2014), Fábio Oliveira (2014), Pinto (2014), Ricaldoni (2014), Vogado (2014), Diogo (2015); Farias (2015), Martins Júnior (2015), Oliveira (2016), Almeida (2017), Orfali (2017), Menezes (2018), Menoncini (2018) e Sérgio Silva (2018). Este *software* tem sido utilizado porque, segundo Rocha (2010), é gratuito, multiplataforma e tem a interface simples e intuitiva. Os resultados dos estudos são bastante convergentes e verificaram que

a possibilidade de visualização, a abertura para conjecturas, o dinamismo do ambiente de aprendizagem e a abordagem intuitiva de conceitos como as principais contribuições da utilização de TIC's no ensino introdutório de Cálculo. (ALVES, 2010)

Gonçalves (2012) utilizou o *software* para investigar o conceito de derivada.

Outros softwares que foram utilizados nos trabalhos foram: *Arcon* usado em Scucuglia (2006), Rosa (2008); *Cabri-Géomètre* em Barbosa (2009); *CMapTools* em Ferrão (2013), Alves (2016), Rocha (2019) e Santos (2019); *Corel Draw* em Milani (2002); *Graph-Link* em Scucuglia (2006); *Graphmatica* em Benedetti (2003), Torres (2007), Beltrão (2009) e Edson Silva (2017); *Derive* em Dall'Anese (2000); *Journey Through Calculus* em Dall'Anese (2006); *K3DSurf* em Gouveia (2010); *Maple* em Melo (2002), Olimpio Junior (2006), Escher (2011) e Francisco Alves (2011); *MateAR* em Schaun (2019); *Mathematica* em Bean (2004) e Ingar (2014); *MAXIMA* em Oliveira (2014); *Microsoft Excel* em Beltrão (2009) e Fecchio (2011); *Microsoft Math* em Beltrão (2009); *Modellus* em Cirilo (2008); Soares (2012); *MPP (Mathematics Plotting Package)* em Machado (2008); *Scientific Workplace* em Fecchio (2011); *VCalc* em Oliveira (2010); *WinPlot* em Farias (2007; 2015), Barbosa (2009), Paranhos (2009; 2015), Miranda (2010), Andersen (2011), Vieira (2013) e Mendes (2019);

Tanto em Domenico (2006) como em Pires (2016) temos uma discussão sobre as TIC na aprendizagem de Cálculo e, sendo que no último ele discute a aprendizagem usando 3 *softwares* diferentes: *Photomath*, *FX Calculus Problem Solve* e *WolframAlpha* e ele utilizou a “lógica paraconsistente anotada” nos seus questionários na qual, segundo o mesmo, “os sinais e informações vêm na forma de

graus de crença ou de evidências relativas a uma dada proposição. Ele também utilizou a escala de Likert<sup>69</sup> para a análise dos questionários.

Fortes (2009), utiliza metodologia mista e tem o objetivo de investigar o uso de *blogs* como recursos educacionais relacionados ao processo de ensino de Cálculo. Ela classifica sua metodologia tendo base o pensamento complexo, mas não estabelece o que ele seria.

Num viés da Educação Inclusiva, temos somente dois trabalhos. Gonçalves (2014) que trabalhou numa observação de como um aluno cego utilizou a linguagem, os signos e gestos e, ainda, como se apropriou do conceito da função derivada. Já Albuquerque (2020) trabalhou com um estudante com transtorno do espectro autista e discalculia. Os dois trabalhos utilizam como referência principal três grandes posições teóricas daquele que é o temor de todo bibliotecário, Lev Semionovitch Vigotski<sup>70</sup>. Aqui achamos que cabe um comentário que ao mesmo tempo em que o número de pesquisas em Educação Inclusiva tem crescido (MELO; OLIVEIRA, 2021), temos este número reduzido de pesquisa neste viés para o ensino de uma disciplina que é considerada base para as áreas de exatas e tecnológicas. E, ainda, não temos nenhuma publicação para a inclusão dos surdos no Cálculo nos nossos programas de Educação e Educação Matemática.

Sobre abordagens utilizadas na Educação Matemática para o ensino-aprendizagem, pudemos notar 8 principais vertentes, que destacamos nos nossos subeixos: Modelagem Matemática, Pensamento Matemático Avançado, História da Matemática, Didática da Matemática, Aprendizagem Significativa, Resolução de Problemas, a Teoria dos Registros de Representação Semiótica e as teorias focadas em TICs que discutimos acima. Os trabalhos que usavam algum aporte teórico para ensino-aprendizagem diferentes destes, foram alocados no subeixo “Aprendizagem baseada em outras teorias da Educação/EM”.

Iniciando com a Modelagem Matemática, temos 12 trabalhos que utilizam a Modelagem Matemática. Nestes trabalhos, vemos a convergência de que a Modelagem Matemática “consiste na arte de transformar problemas da realidade em

---

<sup>69</sup> A escala de Likert (ou escala Likert) é uma escala que utiliza graus de concordância a uma afirmação. Ela foi criada pelo psicólogo estadunidense Rensis Likert (1903-1981).

<sup>70</sup> ou Vygotsky, Vygotski, Vigotsky, pois todos são transliterações do russo Лев Семёнович Выготский. (1896-1934), psicólogo russo (nascido onde hoje é Belarus), que é mundialmente conhecido pelo seu trabalho no desenvolvimento psicológico das crianças.

problemas matemáticos e resolvê-los, interpretando suas soluções na linguagem do mundo real” (BASSANEZZI, 2002, p. 16 apud FECCHIO, 2011, p. 49). Os modelos de modelagem mais utilizados são baseados nas ideias do professor Rodney Bassanezi, mas também os conceitos trabalhados pelos professores Marcelo Borba e Maria Salett Biembengut foram utilizados.

Em Spina (2002), a modelagem é utilizada para a abordagem de conceitos do Cálculo no ensino médio. Diniz (2007) analisou como os alunos usam as TIC nos projetos de Modelagem Matemática.

Araújo (2008) analisa em alunos de Engenharia os efeitos da modelagem para trabalhar um dos conceitos mais utilizados nestes cursos: a equação diferencial. Fecchio (2011) também trabalhou este conceito nos cursos de Engenharia, aliando aplicações à modelagem, calcadas na interdisciplinaridade. Eliane Oliveira (2014) também aborda o assunto, utilizando também a Teoria das Situações Didáticas.

Em Beltrão (2009), temos uma abordagem de ensino do Cálculo utilizando esta abordagem. Soares (2012) discute o papel do *software* na modelagem. Campos (2013) associa a modelagem com a Teoria da Relação do Saber, do educador francês radicado no Brasil Bernard Charlot.

Focando na Engenharia de Produção, Silva (2013) utilizou a modelagem para trabalhar o conceito de integral em funções polinomiais. Por fim, Cíntia Silva (2018) faz uma análise do uso da modelagem em atividades do Cálculo, usando como base a Aprendizagem Significativa do psicólogo educacional estadunidense David Ausubel.

Um resultado obtido em todos os trabalhos é como os estudantes, em geral, tiveram uma boa aceitação da abordagem e tiveram uma melhor aprendizagem. Entretanto, todos os trabalhos notam como é importante que o professor esteja preparado para utilizar a abordagem e, para além disto, como ela é mais dispendiosa no quesito tempo, o que pode inviabilizar seu uso constante no ensino de Cálculo.

A teoria de Aprendizagem Significativa de Ausubel, foi aporte para 9 trabalhos no nosso mapeamento.

Além de servir como referencial para Cíntia Silva (2018), foi utilizada também por Ferrão (2013) para analisar mapas conceituais como elementos sinalizadores desta aprendizagem em relação à derivada. É em Ferrão (2013) que temos a visão desta perspectiva ausubeliana para a aprendizagem vindo de Lemos (2011)

[...] um processo contínuo (porque é progressivo), pessoal (por sua natureza idiossincrática), intencional (visto que é impossível aprender pelo outro), ativo (porque requer atividade mental), dinâmico, recursivo (não linear), de in

teração (entre a nova informação e o conhecimento prévio) e interativo (porque se estabelece entre sujeitos) – que gera um produto sempre provisório, caracterizado por um conhecimento particular, produzido em um momento e contexto particular (LEMOS, 2011, p. 49 apud FERRÃO, 2013, p. 26)

Mendes (2019) utiliza o *WinPlot* para investigar a aprendizagem aplicando unidades de ensino potencialmente significativas. Rocha (2019) também utiliza estas unidades para o ensino de derivadas.

Santos (2019) utiliza mapas conceituais para gerar uma (re)significação dos conceitos de CDI. Os mesmos tipos de mapas são utilizados em Alves (2016) para verificar o aprendizado do método de Newton-Raphson.

D'Avoglio (2002) investigar se a introdução do conceito de derivada de uma função num ponto pode ser significativa, usando a Engenharia Didática na sua metodologia. Por fim, Meira (2015) une a teoria de Ausubel, mapas conceituais e a teoria de Duval para analisar a assimilação que envolve a aquisição e a retenção de significado de conceitos no processo de aprendizagem, os níveis de formação de conceitos e a avaliação das contribuições das transformações de representação semiótica. Em Miranda (2010), somados à teoria de Ausubel, temos os conceitos do PMA.

O Pensamento Matemático Avançado do grupo liderado por David Tall, tem 22 trabalhos vinculados aos seus conceitos.

A primeira pesquisa que traz os conceitos do PMA é Milani (2002), que analisa as concepções infinitesimais usando os conceitos **imagem** e **definição**. Messias (2013) utiliza os conceitos de Imagem Conceitual e Imagem Conceitual Evocada para investigar os elementos que compõem a imagem conceitual sobre o conceito de limite.

Tall e Vinner também são referenciais para Abreu (2011) que discute algumas relações entre intuição e rigor e entre imagem conceitual e definição conceitual manifestadas por estudantes de Cálculo ao estudarem limites e continuidade. Leme (2003) analisa as possíveis causas de dificuldades para a compreensão conceitual da derivada. Celestino (2008) analisa as concepções de limite, fazendo uma análise de dados estatísticos multidimensionais utilizando classificação hierárquica e análise implicativa. Martins Júnior (2015) utilizou o GeoGebra para investigar o conceito de derivada, com base no PMA.

Outro trabalho que bebe no poço de Tall e Vinner é Pinto (2014), que busca compreender quais seriam as possíveis contribuições de discussões realizadas por grupos de estudantes referentes aos estudos de funções e derivadas para que os estudantes pudessem desenvolver o PMA, com auxílio do GeoGebra. Ricaldoni (2014) também une o PMA e o GeoGebra para a formação de imagens conceituais relacionadas a conteúdos e aplicações de derivadas. Schaun (2014) usa o PMA para analisar as quádras utilizando o software de realidade aumentada *MateAR*.

Baseada em imagens conceituais do PMA, Amorim (2011), fez uma discussão sobre as imagens conceituais (re)construídas do conceito de limite de uma função, após o estudante cursar a disciplina de Análise Real, que trabalha este conceito com mais rigor. Neste estudo, foi gerada uma proposta de ensino, para contribuir que o professor de Análise entenda e situe o momento e a aprendizagem de seus alunos e que ele possa entender a importância de identificar e desconstruir algumas imagens conceituais equivocadas e/ou conflitantes sobre o conceito trabalhado. Mas porque o trabalho foi escrito em *Comic Sans*, isso é um mistério.

Dias (2017) propõe investigar quais são os aspectos cognitivos e conceituais que a resolução de problemas de otimização pode mobilizar nos estudantes de Engenharia. O PMA é um dos balizadores teóricos, junto com a Teoria dos Registros de Representação Semiótica de Duval e à teoria dos Três Mundos da Matemática de Tall. Tall (2004) considera os Três Mundos da Matemática como sendo três formas de desenvolvimento cognitivo em relação à Matemática ao mesmo tempo distintas e relacionadas entre si e considera o Mundo Conceitual Corporificado, o Mundo Operacional Simbólico (aqui chamado de Proceitual Simbólico) e o Mundo Formal Axiomático (aqui chamado de Axiomático Formal). Os Três Mundos da Matemática também são base para Fonseca (2012) que usa o GeoGebra em atividades sobre os conceitos de convergência de sequências e séries. A tese de Leme (2016) utiliza os Três Mundos para analisar as dificuldades na aprendizagem de derivada. A tese de Almeida (2017) também utilizou os Três Mundos e o GeoGebra para criar um material para o ensino de CDI, usando também a Gênese Documental dos franceses Ghislaine Gueudet e Luc Trouche. Flores (2018) alia os Três Mundos com a sociointeratividade de Vigotski e a Análise Textual Discursiva para analisar as monitorias de Cálculo.

O PMA também serve como referencial para Oliveira (2016), que analisou os processos de ensino e aprendizagem ao utilizar o GeoGebra para discutir o conceito de integral de Riemann nos cursos de Análise Real.

Antonio Olimpio Junior (2006), meu semi-xará, usou o *Maple* e os conceitos de Paradigma Interpretativo e Compreensão Conceitual para investigar as compreensões emergentes sobre os principais conceitos do CDI. Já em Menezes (2018), o PMA é articulado com a sequência Fedathi para alicerçar uma proposta de ensino de Cálculo.

Andersen (2011) usa os processos do PMA do Dreyfus com algumas fases da Engenharia Didática para investigar quais os processos mentais avaliados no Teorema Fundamental do Cálculo. Francisco Alves (2011) combina os dois aportes e também utiliza a Sequência Fedathi e a teoria de Duval, para o ensino intuitivo do Cálculo de Várias Variáveis.

O nosso mapeamento encontrou 25 trabalhos que trazem as teorias ligadas à Didática da Matemática. Destes, 13 utilizaram a Engenharia Didática de Artigue, 7 as teorias do Brousseau (Situações Didáticas e Contrato Didático), 5 as teorias de Chevallard (Transposição Didática e Antropológico do Didático), 4 o conceito de Obstáculos Epistemológicos de Bachelard e Sierpinska, 2 a Dialética-Ferramenta-Objeto de Douady e 2 a Teoria de Campos Conceituais de Vergnaud.

O primeiro trabalho que utiliza uma das teorias da Didática da Matemática é Dall'Anese (2000), que combinou a Teoria do Contrato Didático de Brousseau, somado com a Teoria do Conhecimento baseado nas teorias de Vigotski e Engenharia Didática de Artigue para apresentar uma sequência didática para o ensino de derivadas. Silveira (2001) também criou uma sequência didática que uniu a Teoria das Situações Didáticas de Brousseau, a Teoria dos Campos Conceituais de Vergnaud e o conceito de Zona de Desenvolvimento Proximal de Vigotski para o ensino de taxa de variação média de uma função. Ingar (2014) analisou o processo de visualização na aprendizagem de máximos e mínimos de funções de duas variáveis utilizando às situações didáticas e as representações semióticas de Duval, usando os passos da Engenharia Didática.

Santos (2005) trabalhou com o conceito de Obstáculos Epistemológicos de Bachelard com os passos da Engenharia Didática, para investigar as concepções de alunos de Matemática sobre os conceitos relacionados à convergência de sequências

numéricas. Moraes (2013) usou o conceito de Obstáculos Epistemológicos, revisado por Anna Sierpinska para analisar o conceito de limites de funções.

A Dialética Ferramenta-Objeto e o Jogo de Quadros de Douady foram centrais nos trabalhos de Santos (2005) e Paranhos (2009). A primeira investigou o Teorema Fundamental de Cálculo, enquanto o último estudou as ideias fundamentais do CDI.

A Transposição Didática de Chevallard e o Contrato Didático basearam o trabalho de Torres (2007) ao analisar as deficiências dos pré-requisitos para a disciplina de Cálculo dos alunos ingressantes. O autor e sua Teoria Antropológica do Didático foi combinada com a Teoria da Base de Conhecimentos para o Ensino (iniciada por Shulman<sup>71</sup> e depois aprofundada por outros autores) para gerar uma base de conhecimentos para o ensino de taxa de variação no ensino básico no trabalho de Edson Silva (2017). Por fim, Melina Silva (2012) apresenta uma proposta de ensino dos conceitos de Cálculo Diferencial aos cursos superiores que não são voltados à formação de matemáticos utilizando as ideias de Campos Conceituais de Vergnaud somadas aos conceitos das teorias de Jean Piaget<sup>72</sup> e, não poderia deixar de faltar, do nosso russo predileto, Vigotski.

Buscando as potencialidades pedagógicas da História da Matemática, Sousa (2019) utilizou Antonio Miguel (2003, 2007) para analisar os conteúdos pedagógicos do livro do matemático francês Lazare Carnot *Réflexions sur la Métaphysique du Calcul Infinitésimal*, lançado em 1797. Também com este viés, Oliveira (2011) explorou uma perspectiva histórica no ensino da derivada.

O trabalho de Ribeiro (2010) utiliza as potencialidades da História da Matemática com o aporte da Resolução de Problemas para o ensino do conceito de Integral.

Com o aporte da Resolução de Problemas, temos em 2008 o trabalho de Barichello (2008), que somou a este aporte os conceitos de Zona de Desenvolvimento Proximal (sim, a do russo), Análise de Erros e de Conteúdo para desenvolver a Dinâmica RCR (Resolução-Comentário-Resolução) e utilizar em questões do CDI. No mesmo ano, Machado (2008) alia a Resolução de Problemas às potencialidades computacionais, usando o software *Mathematic Plotting Package* (MPP) no

---

<sup>71</sup> Lee S. Shulman é um psicólogo da Educação estadunidense nascido em 1938 e um dos atuais expoentes na área de Educação em diversos temas, entre eles a base de conhecimento dos professores.

<sup>72</sup> Jean William Fritz Piaget (1896-1980) foi um biólogo e psicólogo e um dos grandes nomes na Educação com a sua teoria de Construtivismo, que traz os estágios de desenvolvimento da cognitivo das crianças.

aprendizado de Cálculo num curso de Química. Vogado (2018) também faz essa parceria, mas agora usando o favorito GeoGebra, para trabalhar as ideias iniciais do conceito de Integral. Por fim, Assis (2013) realiza uma atividade socialmente reflexiva para o ensino do conceito de Transformação Derivada e sua inversa, combinando as fases reflexivas de Dewey com as ideias de Investigações Matemáticas de João Pedro da Ponte<sup>73</sup> e suas colegas Joana Brocardo e Hélia Oliveira e a teoria RBC (*Recognizing, Building-with and Constructing*) desenvolvida pelo grupo de Rina Hershkowitz, Baruch B. Schwarz, Tommy Dreyfus e outros, com o resultado que esta atividade pode mobilizar saberes.

A Teoria dos Registros de Representação Semiótica de Raymond Duval foi o principal aporte para Silva (2005), que usa os passos da Engenharia Didática para investigar o conhecimento dos estudantes sobre os conceitos de máximos e mínimos de funções por alunos que já tinham passado pela disciplina de CDI. Menoncini (2018) usa os mesmos aportes para analisar a aprendizagem da integral no cálculo de área. Já Sérgio Silva (2018), além dos dois aportes, utilizou também a Abordagem Experimental em Educação Matemática de Marcelo Borba e a Teoria das Situações Didáticas de Brousseau para analisar o ensino e aprendizagem das quádras utilizando o GeoGebra.

Hsia (2006) utilizou a teoria de Duval para investigar como os alunos usavam os livros didáticos quando estudavam o conceito de Integral. Né (2013) somou o aporte ao Enfoque Ontosemiótico de Juan Díaz Godino<sup>74</sup>

Nunes (2001) une as teorias da Didática da Matemática de Contrato Didático, Obstáculos Epistemológicos e Engenharia Didática com a teoria piagetiana do Construtivismo de para gerar atividades e estudar a convergência de sequências. Melo une a teoria da Psicologia Cognitiva de Piaget e Vigotski com a Teoria do Construcionismo (não, não é a do Piaget) de Seymour Papert<sup>75</sup> para elaborar e aplicar uma sequência de ensino sobre a integral, num ambiente computacional. Reis (2010)

---

<sup>73</sup> João Pedro Mendes da Ponte é um educador matemático português de 1953, conhecido por ser muito atuante na educação portuguesa e pelos seus trabalhos na área de ensino de matemática e de utilização de TIC em salas de aula.

<sup>74</sup> Juan Díaz Godino é um matemático e educador que nasceu em 1947 na Andaluzia, Espanha. É conhecido por ser o criador da Teoria do Enfoque Ontosemiótico da Cognição e Instrução Matemática, que é baseada em diversas ideias do grupo francês da Didática da Matemática.

<sup>75</sup> Seymour Aubrey Papert (1928-2016) foi um matemático, cientista da computação e educador estadunidense que nasceu na África do Sul que foi um dos pioneiros da Inteligência Artificial e criador do Construcionismo.

também utiliza esta teoria para criação de Objetos de Aprendizagem para o ensino de CDI. Segundo o próprio criador:

A palavra construcionismo é um mnemônico para dois aspectos da teoria da educação científica subjacente a este projeto. Das teorias construtivistas da psicologia, consideramos a visão de que a aprendizagem é como uma reconstrução e não uma transmissão de conhecimento. Então, ampliamos a ideia de materiais manipulativos à ideia de que a aprendizagem é mais eficaz quando parte de uma atividade na qual o aluno experimenta como se estivesse construindo um algo significativo. (PAPERT, 1987, TRADUÇÃO DO AUTOR)<sup>76</sup>

Mendes (2014) utilizou a Prova em Fases, que é uma adaptação da Prova em Duas Fases do matemático holandês Jan De Lange. Bezerra (2016) utiliza a Teoria da Formação por Etapas das Ações Mentais do psicólogo soviético Piotr Galperin<sup>77</sup>. Bean (2004) utilizou a Teoria da Ação, que alia os ideais de ação de Max Weber<sup>78</sup> e as necessidades psicológicas de Maslow<sup>79</sup> para verificar como as atividades e avaliações influenciam a aprendizagem dos alunos. Oliveira (2004) se baseou na ideia de Concepções Operacionais e Estruturais de Anna Sfard para verificar se atividades no GeoGebra favoreceu a corporificação dos conceitos relacionados à convergência de sequência e séries. Dall'Anese traz o aporte da Teoria da Cognição Corporificada dos estadunidenses George Lakoff, Mark Thompson e Rafael Núñez para analisar os argumentos e metáforas de alguns estudantes sobre a taxa de variação. Gouveia (2010) usou as ideias de semiótica de Peirce para compreender os processos de visualização e representação tridimensionais dos conceitos do Cálculo. Por fim, Junqueira (2014) uniu a Relação Dialógica do filósofo austríaco naturalizado israelense Martin Buber com as ideias de relações inter-humanas de Bauman<sup>80</sup> e Tim May e com a dimensão da experiência do educador espanhol Jorge Larrossa Bondia

---

<sup>76</sup> Originalmente “The word constructionism is a mnemonic for two aspects of the theory of science education underlying this project. From constructivist theories of psychology we take a view of learning as a reconstruction rather than as a transmission of knowledge. Then we extend the idea of manipulative materials to the idea that learning is most effective when part of an activity the learner experiences as constructing a meaningful product.”

<sup>77</sup> Também transliterado como Gal'perin, seu nome em cirílico é Пётр Яковлевич Гальперин

<sup>78</sup> Maximilian Karl Emil Weber (1864-1920) foi um sociólogo, historiador e economista político alemão (nascido no então Reino da Prússia). Ele foi o um dos maiores teóricos sociais de todos os tempos, considerado um dos fundadores da Sociologia moderna, e seus livros “A Ética Protestante e o Espírito do Capitalismo” (originalmente *Die protestantische Ethik und der Geist des Kapitalismus*) e Economia e Sociedade (originalmente *Wirtschaft und Gesellschaft*) estão entre as cinco obras mais importantes para a Sociologia, segundo a International Sociological Association (IAS), sendo esta última a mais importante.

<sup>79</sup> Abraham Harold Maslow (1908-1970) foi um psicólogo estadunidense cuja Hierarquia de Necessidades ainda é uma das estruturas mais utilizadas, principalmente em psicologia administrativa.

<sup>80</sup> Zygmunt Bauman (1925-2017) foi um sociólogo e filósofo polonês, considerado o grande nome da filosofia pós-moderna, criando o conceito de modernidade líquida.

para poder apontar possibilidades de experiências de estudantes com relação ao conteúdo Derivada.

Campos (2012) usou o modelo do ciclo de Aprendizagem Expandida do finlandês Yrjö Engeström (baseado nas ideias de Vigotski e do seu colega e colaborador Aleksei Leontiev<sup>81</sup>).

A modalidade semipresencial de ensino é o campo de pesquisa para Armando Silva (2017), que investigou de que forma a disciplina de Cálculo nesta modalidade pode auxiliar alunos em regime de dependência.

Oliveira (2012) buscou caracterizar a aprendizagem dos conteúdos da disciplina Cálculo num curso em EaD. Ela utilizou como referências Kátia Alonso (2008, 2010), Maria Luiza Belloni (1999, 2002), Mirza Toschi (2004, 2011) e a espanhola Juana Sancho (2010) e, para conteúdos matemáticos na perspectiva histórico-cultural, Marcelo Bairral (2009), o outro Marcelo, o Borba (2004, 2010, 2011), Rúbia Zulatto (2007) e Vigotski (2007). Um resultado interessante desta pesquisa foi notar que a ausência de um alguém para assumir o papel de mediador pedagógico acaba provocando nos estudantes uma necessidade de momentos presenciais para que a aprendizagem aconteça. Outra Oliveira, agora de 2010, também analisa a aprendizagem de CDI na EaD, mas utilizando os pressupostos da metodologia do Experimento de Ensino, de Leslie P. Steffe e Patrick W. Thompson e juntando o conceito de Aprendizagem Situada de Jean Lave e Étienne Wenger e a ideia de **hipertexto** do pioneiro Ted Nelson.

Campos (2014) utilizou a plataforma colaborativa *Virtual Math Team* para investigar e analisar se houve a produção de significados entre licenciandos em Matemática ao utilizar esta plataforma, considerando o conceito de continuidade de funções. Ela usou como referencial as ideias do Modelo de Estratégia Argumentativa do trabalho de Monica Castro, Janete Frant e Flavio Lima (2011); a Metáfora do Participacionismo da israelita Anna Sfard (2008) e a Teoria da Cognição Corporificada.

Para investigar o conhecimento dos alunos que já passaram pela disciplina de Cálculo sobre a noção de derivada, Godoy (2004) se apoiou na teoria dos Registros de Representação de Duval. Esta teoria também serviu de base para Imafuku (2008)

---

<sup>81</sup>Alexei (ou Aleksei) Nikolaevich Leontiev (Алексей Николаевич Леонтьев) (1903-1979) foi um psicólogo, filósofo e educador soviético (ou russo) foi o editor dos trabalhos de Vigotski e o criador da Teoria da Atividade.

analisar os saberes e as dificuldades que os estudantes tiveram na transição do Cálculo de uma para duas variáveis reais.

Vidigal (2007) trouxe o conceito de Concepções Operacionais e Estruturais de Sfard para investigar os conhecimentos mobilizados pelos estudantes quando se deparam com o conceito de Integral. Já Fontes (2015) investigou como se dá a avaliação na disciplina de CDI e quais procedimentos avaliativos poderiam contribuir para o aprendizado da disciplina, ao realizar uma série de intervenções pedagógicas. Spielmann (2019) fez um caminho inusitado e fez uso da Análise da Produção Escrita para investigar o uso e os significados que têm o sinal de igual para estudantes Cálculo. E Donel (2015) trouxe o construtivismo piagetiano para analisar as relações entre o desenvolvimento cognitivo e as dificuldades de aprendizagem dos estudantes no Cálculo.

Dalmolin (2015) ganhou o prêmio “Castro Alves” deste vosso narrador ao utilizar a palavra **tricotomização** no título da sua dissertação, e assim humildemente conheci um novo termo. Bom, encerrando a digressão, o trabalho faz uma investigação na natureza dos erros apresentados pelos estudantes de Engenharia ao encararem nossa heroína, usando a Teoria Histórico Cultural de Davidov<sup>82</sup> que tem base no Materialismo Dialético daqueles CO-MU-NIS-TAS<sup>83</sup> Karl Marx<sup>84</sup> e Friedrich Engels<sup>85</sup>. Cavasotto (2010) e Rocha (2016) utilizaram a Análise de Erros da Helena Noronha Cury para analisar as dificuldades dos estudantes no CDI, sendo que o último foca no conceito de limite e, junto com isso, quais as causas que levam ao insucesso na disciplina.

Santos (2014), utilizando uma abordagem qualitativa-quantitativa (também conhecida como mista), analisa o comprometimento dos estudantes com a nossa heroína, identificando os aspectos que permeiam o seu fazer acadêmico. O autor utilizou questionários para uma amostra bem extensa dos estudantes para trabalhar a parte quantitativa do trabalho e usou a Estatística Descritiva com ferramentas para além de tabelas e porcentagens, buscando relações de causa e efeito através da

---

<sup>82</sup> Ou Davydov, Vasily Vasilovich Davydov (Василий Васильевич Давыдов) (1930-1998) foi um psicólogo e educador russo.

<sup>83</sup> Contém ironia, podemos ouvir com a voz do Marcelo Adnet imitando o sr. Messias que não é Messias.

<sup>84</sup> Karl Heinrich Marx (1818-1883) é um filósofo e... ah, acredito que você conheça, né!?

<sup>85</sup> Friedrich Engels (1820-1895) foi um filósofo, teórico-político e empresário alemão (então Prússia) conhecido por ser o grande parceiro de Marx na criação do socialismo científico ou, como é mais conhecido, Marxismo.

regressão linear e coeficientes de correlação. Sobre a abordagem mista, o autor fala, baseado em Gil (2002), que ela

contempla as duas abordagens, vem a ser cientificamente mais rica de discussões e análises, visto a interlocução dos métodos utilizados para cada ponto da pesquisa. (SANTOS, 2014, p. 76)

Silva (2015) usa as Relações com o Saber de Charlot para analisar a relação dos estudantes de Engenharia com a nossa heroína. Gomes (2015) usa a Análise Textual Discursiva para identificar, dentre os ingressantes de um curso de Engenharia, quais seriam os indicadores que poderiam indicar sucesso (ou não) na disciplina de Cálculo. Rafael (2017), com a ajuda dos nossos amigos do Pensamento Matemático Avançado, investigou quais intervenções metodológicas que as universidades públicas e privadas utilizam como estratégias para reduzir o percentual de insucesso na disciplina de Cálculo Diferencial e Integral.

Barbosa (2004), apoiado na Teoria da Transposição Didática de Chevallard, buscou responder uma questão que assola a mente que quase todos os professores de Cálculo: Que fatores são determinantes do insucesso na aprendizagem e os possíveis caminhos de superação para os alunos da disciplina de Cálculo Diferencial e Integral I? Ele aplicou questionários a alunos e entrevistou professores de cursos da área de Engenharia e Tecnologia e, através de análise documental (ele não cita referências de quem balizou o trabalho nesta área), ele chegou no resultado de que, para os alunos, as principais dificuldades são a memorização de fórmulas, extensão e dificuldade nas provas e a falta de compreensão na resolução dos exercícios. Ele também concluiu que os alunos sabem do quanto o Cálculo contribui para o desenvolvimento do raciocínio lógico, mas não conseguem estabelecer um uso da disciplina na prática. Já para os professores, as reprovações se devem principalmente à imaturidade e falta de conhecimento prévios dos estudantes. Por fim, conclui que o sistema didático no qual o Cálculo está vinculado é um dos (dentre vários) fatores do elevado grau de insucesso dos estudantes.

Bezerra (2019) também estabelece um trabalho no mesmo viés do de Barbosa, mas aqui utilizando Bardin como referencial de análise. A conclusão é que o insucesso está fortemente ligado às práticas avaliativas que não proporcionam um feedback que seja efetivo. A organização didático-pedagógica também não favorece as diversas necessidades intrínsecas de cada curso. E, portanto, estes são os principais fatores

que geram desmotivação com o Cálculo e um sentimento de incapacidade de aprendizagem.

No quinto e último eixo, **Mapeamento do Cálculo** também encontramos somente quatro pesquisas, sendo três dissertações e uma tese. Esse eixo trata das pesquisas cujo foco é um mapeamento sistemático, revisão sistemática ou estado da arte de algum contexto ou relação com a o ensino da disciplina de Cálculo. Esta pesquisa está descrita no Quadro 8.

QUADRO 8. TRABALHOS INCLUÍDOS NO EIXO “MAPEAMENTO DO CÁLCULO”.

Sub eixos	IES	Ano	Diss/Tese	Autor	Nome
5A	Unesp-RC	2011	Dissertação	Otero-Garcia, Sílvio César	Uma trajetória da disciplina de Análise e um estado do conhecimento sobre seu ensino
5A	PUC-SP	2013	Dissertação	Almeida, Marcio Vieira de	Um panorama de artigos sobre a aprendizagem do Cálculo Diferencial e Integral na perspectiva de David Tall
5A	PUC-SP	2014	Dissertação	Marini, Wagner	Um panorama de pesquisas sobre o ensino e a aprendizagem do Cálculo Diferencial e Integral: 2003 a 2013
5A	PUC-SP	2020	Tese	Lopes, Lailson dos Reis Pereira	Estado do conhecimento da abordagem dada às disciplinas dos ramos de Análise Matemática, Álgebra e Geometria nos cursos de licenciatura em Matemática (2001-2019)

Fonte: Registros do autor a partir da consulta nos bancos da BDTD e da CAPES

Cronologicamente, a primeira pesquisa neste eixo é a de Otero-Garcia (2011), que faz um estado da arte sobre o ensino de Análise Real, disciplina cujos conceitos são aqueles inicialmente mobilizados no Cálculo. Como referência metodológica, ele segue uma que também é uma referência no nosso trabalho, a Marisol Melo (2006). Ele encontrou somente 17 trabalhos sobre o ensino de Análise Real, que somados com 4 capítulos de livro, perfazem 21 publicações. O trabalho mais antigo é o de Reis (2001). Daí, o autor concluiu que a quantidade de pesquisa é muito pequena que o

interesse pelo assunto é relativamente baixo. Depois ele fez um panorama histórico da disciplina de Análise Real em duas universidades, a USP e a Unesp. Nele, o autor apontou que em nenhuma das universidades houve mudança e seguem basicamente a mesma direção desde que iniciou na década de 1970.

Almeida (2013), na sua dissertação, traçou um panorama das publicações sobre a aprendizagem de CDI de David Tall, além de estabelecer um mapeamento de teses e dissertações sobre o tema no Brasil. Para apoiar seu trabalho, ele usou a Análise de Conteúdo de Bardin.

Marini (2014) realizou um panorama sobre nossa heroína, mas focado no seu ensino e aprendizagem nos cursos de exatas, e no período de 2003 a 2013.

Nosso último trabalho, Lopes (2020), fez um Estado do Conhecimento, de 2001 a 2019, buscando responder à questão: “quais são as contribuições das disciplinas específicas, dos ramos de: Análise Matemática, Álgebra e Geometria, dos cursos de licenciatura em Matemática, na formação do futuro professor, na abordagem dos conteúdos matemáticos a serem ensinados na educação básica?” Um dos seus resultados principais foi identificar que, pelas pesquisas, muitos conteúdos previstos nas licenciaturas sejam uma extensão do que é tratado no ensino básico, eles são muito marcados pela abordagem axiomática e avançada. Além disso, observou que houve praticamente um apartamento do Cálculo com a disciplina de Análise, que começou a parar de ser ofertadas pelos cursos. Mas a chegada do livro de Análise para Licenciatura do Geraldo Ávila foi considerada um marco para que a disciplina retornasse a diversos cursos. Entretanto, o autor cita o excesso de rigor e formalismo e quando ao ensino e aprendizagem, há problemas por conta de serem marcados pela mera reprodução dos livros no quadro e sua memorização.

Então, caro leitor, aqui fizemos um recorte do nosso mapeamento que tomara que seja interessante e/ou útil para vosmecê. Agora, com estes dados, eu posso gritar:

FIGURA 26 – IMAGEM DE AVENGERS (1998) #4 POR GEORGE PÉREZ<sup>86</sup>

Fonte: Acervo do Autor.

\*AVANTE, VINGADORES

---

<sup>86</sup> George Pérez é um desenhista estadunidense responsável por Crise nas Infinitas Terras e Novos Titãs e duas grandes fases dos Vingadores, nas décadas de 70 e 90 e do *crossover* Vingadores & Liga da Justiça, escrito por Kurt Busiek, seu parceiro também em Vingadores. O melhor de todos (na minha humilde opinião).

### 3. A NOSSA AVENTURA CHEGOU AO FIM. MAS SERÁ QUE CHEGOU MESMO?

Caros leitores, é com os olhos marejados de sangue, suor e lágrimas que chegamos ao final da nossa história. O seu narrador passou horas, dias, meses a fio acompanhando a nossa heroína, a Disciplina de Cálculo Diferencial e Integral. E junto com ela, pude ver como árduo foram seus passos aqui, no campo da Educação e Educação Matemática. Não porque o campo seja árido. *Au contraire*, o campo é vasto, florido, e com muitas fontes energizantes para ela. Mas, infelizmente, o acesso a este campo nem sempre é dos mais simples. Houve momentos em que ao tentar acompanhar nossa heroína, me senti na Ponte de Khazad-dûm, onde mesmo que eu não caísse ao olhar de lado, um Balrog (que também é conhecido pelo sinistro nome de Prazo) poderia me alcançar.

Eu sei, eu sei, que por conta dessa maravilha chamada de internet, que parece ter saído do filme do Avatar (o menos pior deles), as comodidades aumentaram. Mas, como diria o Tio Ben Parker: “Com grandes poderes, vêm grandes responsabilidades”. E, infelizmente, os grandes poderes que estão incumbidos de nos guiar nesta jornada parecem estar tombando pouco a pouco (a área de Matemática já havia tombado em novembro de 2021), quase a Cape(s)ngada, deixando seu narrador quase virando um monstro esmeralda de tanta raiva. Eram instabilidades constantes, falta de acesso por dias a fio. E, a cereja do bolo: a desorganização nos bancos de dados.

Como a nossa heroína tem seu nome comum (numa quase ironia do quanto muitas vezes ela é complexa), procurar nas bases foi por vezes fazia com que eu me sentisse Teseu no Labirinto de Creta. Ao procurar Cálculo, já uma dor no rim vinha e muitos deles apareciam na área da Saúde. Daí você me diz, ah narrador resmungão, por que você não filtra por programa? Ou por área? Bom, chegue mais perto para eu falar baixinho, caro leitor: nem todos os programas têm suas áreas ou seus nomes incluídos corretamente nos bancos. Daí, vamos ao enalço da nossa heroína de novo. Diferencial? Se eu te disser que essa palavra não gera quase diferencial nenhum. Integral? Bom, para nosso objetivo esse até na área de educação tem mais falsos positivos que membros dos Vingadores.

Mas acho que já está bom de falar das dificuldades. Vamos falar de coisas boas (e não, não vamos falar de Techpix).

Uma das minhas revistas prediletas foi Marvels, lançada em 1994 pela Marvel (duh!) e que chegou aqui no Brasil no ano seguinte. Eu lembro da sensação de ter

uma revista com uma arte tão linda, com uma capa coberta por um acetato no glorioso formato americano (na época de gibis em formatinho). Só isso seria algo -ahem-maravilhoso. Mas quando li a história, tive arrepios. A revista conta sobre a história do Universo Marvel, mas não pela visão de algum herói, e sim de alguém comum, Phil Sheldon, um fotógrafo de “carne e osso” como nós. E para que esse preâmbulo todo? Porque foi assim que me senti nessa pesquisa, tendo uma história de alguns anos na minha vista, notando os movimentos que o Cálculo teve como disciplina desde 1994 (ou puxando um pouco a barra, desde 1979), pela visão dos protagonistas das suas histórias, os Phil Sheldons que também eram observadores e partícipes desta história.

Como o Junior de 1995, pude de novo sentir a lindeza do Cálculo pelos olhos dos outros. E como isso ampliou ainda mais meu amor por esta disciplina tão bela, tão complexa, tão intrigante, mas, por vezes, tão confusa e massacrante (pelo menos era o que diziam alguns alunos meus).

FIGURA 27 – PÁGINA DA REVISTA MARVELS (1994) #2



Fonte: Acervo do autor.

O Cálculo que pude ver é um Cálculo que não foge da sua complexidade, mas que pelo prisma de muitas teorias, pode ter seus conceitos finamente mobilizados.

O Cálculo que gera suas dificuldades, que, em alguns casos, são essas dificuldades que trazem mais oportunidades de seu entendimento.

Tristemente, um Cálculo não inclusivo, que ainda precisa gerar estudos para o acesso dos nossos estudantes que, como a maioria de nós, pode ver, ouvir, falar, escrever sem as letras se embaralharem, se comunicar normalmente.

Um Cálculo que tem seus novos protagonistas, os seus professores, ainda pouco estudados, como se aquele momento inicial do curso de Matemática não fosse angustiante o suficiente para conseguirmos mobilizar saberes matemáticos do Ensino Básico para a exigência do Superior e, cá entre nós, tem alguns professores que preferem deixar ainda mais complicado.

Um Cálculo que propõem um pensamento matemático avançado, que tem três mundos para percorres dentro desse pensamento, mas que precisa também aterrissar no nosso mundo tal qual um meteoro, sem causar a extinção em massa dos nossos estudantes.

Um Cálculo com cada vez mais ferramentas para ensino-aprendizagem, graças aos movimentos das TIC. Mas, também, um Cálculo que sabe que uma tela do GeoGebra não é uma varinha de condão que transforma automaticamente um conceito em algo sabido, definido para o estudante.

Um Cálculo que briga entre si, numa luta entre o rigor e a intuição, com seus partidários engalfinhados e, se você acha que o país está polarizado, trata de rigor e intuição numa reunião do departamento de Matemática.

Um Cálculo que a todo momento querem desprezar, deixar de lado pela nova *vedete* do momento, mas que constantemente tem provado seu valor.

Por fim, o Cálculo que fez com que pelo menos 164 pessoas se dedicassem de 2 a 4 anos da sua vida para deixar sua marca no mundo acadêmico.

Agora, deixo o convite para me acompanharem nas novas aventuras da nossa heroína. Esse trabalho é pela sua essência uma obra inacabada. Tal qual um gibi destes de super-heróis, que nos acompanham desde 1938, mesmo que não seja com as mãos do seu criador, a cada passo uma história nova a ser contada. Pode ser por outros ângulos, em outras paragens, mas com a responsabilidade que nós, os contadores de história, temos que ter pela história.

A responsabilidade que nós da Educação temos que ter com a formação das gerações vindouras. E, mais ainda, a responsabilidade que nós, formadores de formadores, temos exponencialmente aumentada. A nós cabe lembrar nossos estudantes a importância dele na nossa Astro City, na nossa cidade da Educação e Educação Matemática. Nosso papel é fincar as estacas, lembrando KILLPATRICK (1996), e garantir o caminho para que cultivemos sempre o mantra da educação pública, gratuita, laica e de qualidade.

Caros leitores, ao conseguir sair do Labirinto de Creta, posso oferecer a quem vier um fio de Ariadne. Mas, claro, quem vai enfrentar o Minotauro serão vocês.

E aqui peço que desculpem os meus erros, mas o que é um professor senão um eterno colecionador de erros e acertos?

FIGURA 28 – CAPA DE CRISE NAS INFINITAS TERRAS (2016)<sup>87</sup> POR ALEX ROSS<sup>88</sup>



Fonte: Acervo do autor.

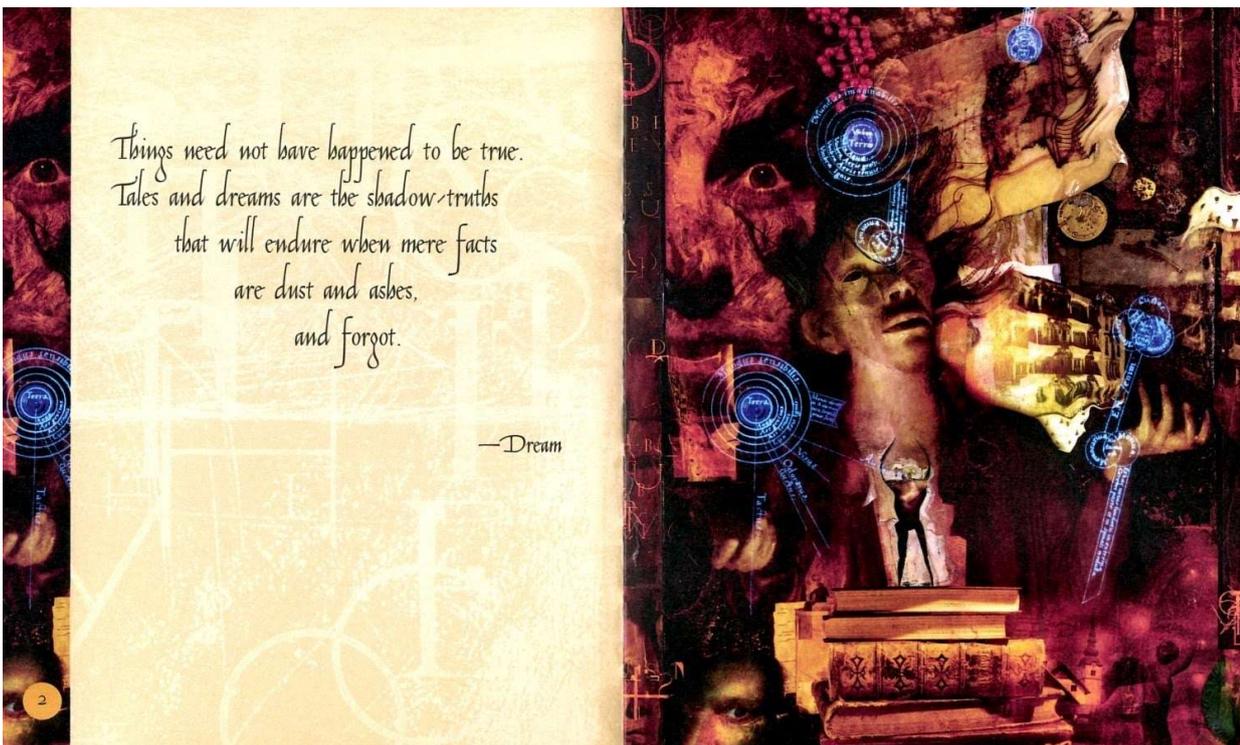
<sup>87</sup> A maxissérie Crise nas Infinitas Terras (no original *Crisis on Infinite Earths*) foi lançada originalmente pela DC em 1985 e foi considerada um divisor de águas no universo DC e nos dos quadrinhos em geral. Foi escrita por Marv Wolfman e desenhada por George Pérez e trouxe na época a morte de diversas personagens, entre elas, a Supergirl.

<sup>88</sup> Alex Ross é um artista estadunidense conhecido pela sua arte pintada. Aqui, ele emula a capa da 7ª edição da série, desenhado por George Pérez, sendo esta capa inspirada na célebre escultura “Pietà” do artista renascentista italiano Michelangelo (1475-1564).

E, com medo de tê-los cansado muito, vou encerrando a minha história para que, quase num ciclo do Ragnarok, possa retornar às palavras de um dos grandes, Neil Gaiman<sup>89</sup>, pela voz de possivelmente o seu personagem mais eterno (neste caso, literalmente). Morpheus, aqui como o Moldador, cobra de Will Shekespear (sim, o nome é esse) a melhor atuação de toda sua carreira para seus convidados: os habitantes de Faerie, a terra das Fadas. Quase no fim da exitosa apresentação, Auberon, Lorde de Faerie, diz a Morpheus que embora a peça seja agradável, é falsa, pois nada ali realmente aconteceu daquela maneira. E é então que Morpheus retruca:

As coisas não precisam ter acontecido para serem verdadeiras. Contos e sonhos são as sombras da verdade que perdurarão quando os meros fatos serão poeiras e cinzas, e esquecidos. (GAIMAN, 1990, tradução do autor).

FIGURA 29 – IMAGEM DE *THE QUOTABLE SANDMAN* (2000), COM FRASE DE NEIL GAIMAN E ARTE DE DAVE MCKEAN<sup>90</sup>



<sup>89</sup> Neil Richard MacKinnon Gaiman é um escritor inglês, nascido em 1960. Ele é o criador da série de HQ de fantasia *Sandman*, que retrata as histórias de Morpheus, um dos Perpétuos e a epítome do Sonho. Ele também escreveu diversos livros premiados, como *Deuses Americanos*, *Stardust*, *Coraline*, etc.

<sup>90</sup> David McKean é um artista inglês, nascido em 1963. Conhecido pelas capas de *Sandman* e *Hellblazer*, além de ser o artista de "Batman: Asilo Arkham", escrito por Grant Morrison, que trouxe uma visão da psicologia do Batman e de seus vilões.

## REFERÊNCIAS

ABREU, Osvaldo Honório de. **Discutindo algumas relações possíveis entre intuição e rigor e entre imagem conceitual e definição conceitual no ensino de limites e continuidade em cálculo I**. 2011. Dissertação (Mestrado Profissional em Educação Matemática) – Instituto de Ciências Exatas e Biológicas, Universidade Federal de Ouro Preto, Ouro Preto, 2011.

ALBUQUERQUE, Rosângela Maria. **O ensino de Cálculo Diferencial e Integral adaptado para discente com Transtorno do Espectro Autista e Discalculia: um estudo de caso com base em Vigotski**. 2020. Dissertação (Mestrado em Educação) – Programa de Pós-Graduação em Educação Brasileira, Faculdade de Educação, Universidade Federal do Ceará, Fortaleza, 2020.

ALMEIDA, Helber Rangel Formiga Leite de. **Polidocentes-com-Mídias e o Ensino de Cálculo I**. 2016. Tese (Doutorado em Educação Matemática) – Instituto de Geociências e Ciências Exatas, Universidade Estadual Paulista, Rio Claro, 2016.

ALMEIDA, Marcio Vieira de. **Um panorama de artigos sobre a aprendizagem do Cálculo Diferencial e Integral na perspectiva de David Tall**. 2013. Dissertação (Mestrado em Educação Matemática) – Pontifícia Universidade Católica de São Paulo, São Paulo, 2013.

ALMEIDA, Marcio Vieira de. **Material para o ensino do Cálculo Diferencial e Integral: referências de Tall, Gueudet e Trouche**. 2017. Tese (Doutorado em Educação Matemática) – Pontifícia Universidade Católica de São Paulo, São Paulo, 2017.

ALVES, Davis Oliveira. **Ensino de Funções, Limites e Continuidade em Ambientes Educacionais Informatizados: uma proposta para cursos de Introdução ao Cálculo**. 2010. Dissertação (Mestrado Profissional em Educação Matemática) – Instituto de Ciências Exatas e Biológicas, Universidade Federal de Ouro Preto, Ouro Preto, 2010.

ALVES, Francisco Regis Vieira. **Aplicação da Sequência Fedathi no ensino intuitivo do Cálculo a Várias Variáveis**. 2011. Tese (Doutorado em Educação) – Programa de Pós-Graduação em Educação Brasileira, Faculdade de Educação, Universidade Federal do Ceará, Fortaleza, 2011a.

ALVES, Francisco Regis Vieira; JOYE, Cassandra Ribeiro (coord.). **Didática da Matemática**. 2011. Fortaleza: UAB/IFCE, 2011b.

ALVES, Paulo Cesar. **Percepção de aprendizagens de alunos de cursos de engenharia sobre o Método de Newton-Raphson pelo uso de mapas conceituais**. 2016. Dissertação (Mestrado em Educação Matemática) – Pontifícia Universidade Católica de São Paulo, São Paulo, 2016.

AMORIM, Lílian Isabel Ferreira. **A (re) construção do conceito de Limite do Cálculo para a Análise: um estudo com alunos do curso de Licenciatura em**

Matemática. 2011. Dissertação (Mestrado Profissional em Educação Matemática) – Instituto de Ciências Exatas e Biológicas, Universidade Federal de Ouro Preto, Ouro Preto, 2011.

ANACLETO, Grácia Maria Catelli. **Uma investigação sobre a aprendizagem do Teorema Fundamental do Cálculo**. 2007. Dissertação (Mestrado em Educação Matemática) – Pontifícia Universidade Católica de São Paulo, São Paulo, 2007.

ANDERSEN, Érika. **As ideias centrais do Teorema Fundamental do Cálculo mobilizadas por alunos de Licenciatura em Matemática**. 2011. Dissertação (Mestrado em Educação Matemática) – Pontifícia Universidade Católica de São Paulo, São Paulo, 2011.

ARAÚJO, Alyne Maria Rosa de. **Modelagem Matemática nas aulas de Cálculo: uma estratégia que pode contribuir com a aprendizagem dos alunos de Engenharia**. 2008. Dissertação (Mestrado em Educação em Ciências e Matemática) – Núcleo de Pesquisa e Desenvolvimento da Educação Matemática e Científica, Universidade Federal do Pará, Belém, 2008.

ASSIS, Antonio Augusto Ferreira de. **Uma atividade socialmente reflexiva envolvendo a transformação derivada e sua inversa**. 2013. Dissertação (Mestrado Profissional em Educação Matemática) – Instituto de Ciências Exatas e Biológicas, Universidade Federal de Ouro Preto, Ouro Preto, 2013.

BACHELARD, Gaston. **O novo espírito científico**. 3 ed. Rio de Janeiro: Tempo Brasileiro, 2000.

BARBOSA, Marcos Antonio. **O insucesso no ensino e aprendizagem na disciplina de Cálculo Diferencial e Integral**. 2004. Dissertação (Mestrado em Educação) – Pontifícia Universidade Católica do Paraná, Curitiba, 2004.

BARBOSA, Sandra Malta. **Tecnologias da Informação e Comunicação, função composta e regra da cadeia**. 2009. Tese (Doutorado em Educação Matemática) – Instituto de Geociências e Ciências Exatas, Universidade Estadual Paulista, Rio Claro, 2009.

BARICHELLO, Leonardo. **Análise de resoluções de problemas de Cálculo Diferencial em um ambiente de interação escrita**. 2008. Tese (Doutorado em Educação Matemática) – Instituto de Geociências e Ciências Exatas, Universidade Estadual Paulista, Rio Claro, 2008.

BARTO, Maria Cecília Arena Lopes. **Um olhar sobre as idéias matemáticas em um curso de Cálculo: a produção de significados para a continuidade**. 2004. Dissertação (Mestrado em Educação Matemática) – Pontifícia Universidade Católica de São Paulo, São Paulo, 2004.

BARUFI, Maria Cristina Bonomi. **A construção/negociação de significados no curso universitário inicial de Cálculo Diferencial e Integral**. 1999. Tese (Doutorado em Educação – Área de Didática) – Faculdade de Educação, Universidade de São Paulo, São Paulo, 1999.

BATISTELA, Rosemeire de Fatima. **O Teorema da Incompletude de Gödel em cursos de Licenciatura em Matemática**. 2017. Tese (Doutorado em Educação Matemática) – Instituto de Geociências e Ciências Exatas, Universidade Estadual Paulista, Rio Claro, 2017.

BEAN, Dale William. **Aprendizagem pessoal e aprendizagem afastada: o caso do aluno de Cálculo**. 2004. Tese (Doutorado em Educação) – Faculdade de Educação, Universidade Estadual de Campinas, Campinas, 2004.

BELLIGER, Andréa; KRIEGER, David J. **From Quantified Self. A Fictional Dialogue at the Mall**. Retirado de <https://doi.org/10.25969/mediarep/822> em 17 de setembro de 2020. 2016.

BELO, Edileusa do Socorro Valente. **Cartografias experienciais de formadores de professores de Matemática: consciência de si e autoformação**. 2018. Tese (Doutorado em Educação em Ciências e Matemáticas) – Programa de Pós-Graduação em Educação em Ciências e Matemáticas, Instituto de Educação Matemática e Científica, Universidade Federal do Pará, Belém, 2018.

BELTRÃO, Maria Eli Puga. **Ensino de Cálculo pela Modelagem Matemática e Aplicações - teoria e prática**. 2009. Tese (Doutorado em Educação Matemática) – Pontifícia Universidade Católica de São Paulo, São Paulo, 2009.

BENEDETTI, Francisco Carlos. **Funções, software gráfico e coletivos pensantes**. 2003. Dissertação (Mestrado em Educação Matemática) – Instituto de Geociências e Ciências Exatas, Universidade Estadual Paulista, Rio Claro, 2003.

BEZERRA, Nilra Jane Filgueira. **A organização do Ensino de Cálculo Diferencial e Integral na perspectiva da Teoria da Formação por Etapas das Ações Mentais de Galperin**. 2016. Tese (Doutorado em Educação em Ciências e Matemática) – Programa de Pós-Graduação em Ensino de Ciências e Matemática, Rede Amazônica de Educação em Ciências e Matemática, Universidade Federal de Mato Grosso, Cuiabá, 2016.

BEZERRA, Simone Maria Chalub Bandeira. **Interiorização da Ufac: qualificação profissional e sua influência no desenvolvimento do estado do Acre**. 2009. Dissertação (Mestrado em Desenvolvimento Regional) – Universidade Federal do Acre, Rio Branco, 2009.

BEZERRA, Wescley Well Vicente. **Avaliação para aprendizagem na disciplina de Cálculo 1: percepções de discentes e docentes da Universidade de Brasília**. 2019. Tese (Doutorado em Educação) – Faculdade de Educação, Universidade de Brasília, Brasília, 2019.

BICUDO, Maria Aparecida Viggiani. Ensino de Matemática e Educação Matemática: algumas considerações sobre seus significados. **BOLEMA**, Rio Claro, v. 12, n. 13, 1999. Disponível em <https://www.periodicos.rc.biblioteca.unesp.br/index.php/bolema/article/view/10638/7025>. Acesso em fev. 2020.

BOGDAN, Robert C.; BIKLEN, Sari Knopp. **Investigação qualitativa em Educação: uma introdução à teoria e aos métodos**. Trad. Maria João Alvarez, Sara Bahia dos Santos e Telmo Mourinho Baptista. Porto, Portugal: Porto Editora, 1994.

BRAGA, Ciro. **O processo inicial de disciplinarização de função na Matemática do ensino secundário brasileiro**. 2003. Dissertação (Mestrado em Educação Matemática) – Pontifícia Universidade Católica de São Paulo, São Paulo, 2003.

BROLEZZI, Antonio Carlos. **A tensão entre o discreto e o contínuo na História da Matemática e no ensino de Matemática**. 1996. Tese (Doutorado em Educação), Faculdade de Educação, Universidade de São Paulo, São Paulo, 1996.

CABANHA, Daiane dos Santos Correa. **Conhecimento especializado de um formador de professores de Matemática em início de carreira: o ensino a distância de Derivada**. 2018. Tese (Doutorado em Educação Matemática) – Instituto de Geociências e Ciências Exatas, Universidade Estadual Paulista, Rio Claro, 2018.

CALDEIRA, Rutyale Ribeiro. **Cálculo em ação, modelagem e parcerias: possibilidades para aprendizagens expansivas em um contexto de formação em Engenharias**. 2014. Tese (Doutorado em Educação) – Faculdade de Educação, Universidade Federal de Minas Gerais, Belo Horizonte, 2014.

CAMPOS, Dilhermando Ferreira. **Análise de uma proposta para a disciplina Cálculo Diferencial e Integral I surgida na UFMG após o REUNI usando o *testbench* de Engeström como modelo de aplicação da teoria da atividade em um estudo de caso**. 2012. Tese (Doutorado em Educação) – Faculdade de Educação, Universidade Federal de Minas Gerais, Belo Horizonte, 2012.

CAMPOS, Ilaine da Silva. **Alunos em ambientes de modelagem matemática: caracterização do envolvimento a partir da relação com *background* e o *foreground***. 2013. Dissertação (Mestrado em Educação) – Programa de Pós-Graduação em Educação: Conhecimento e Inclusão Social, Faculdade de Educação, Universidade Federal de Minas Gerais, Belo Horizonte, 2013.

CAMPOS, Maria Lúcia Tavares de. **Discursos sobre continuidade de funções reais de variável real em ambiente virtual colaborativo: uma perspectiva da cognição corporificada**. 2014. Tese (Doutorado em Educação Matemática) – Universidade Anhanguera de São Paulo, São Paulo, 2014.

CAMPOS, Ronaldo Pereira. **A abordagem do Teorema Fundamental do Cálculo em livros didáticos e os registros de representação semiótica**. 2007. Dissertação (Mestrado em Educação Matemática) – Pontifícia Universidade Católica de São Paulo, São Paulo, 2007.

CAVASOTTO, Marcelo. **Dificuldades na aprendizagem de Cálculo: o que os erros cometidos pelos alunos podem informar**. 2010. Dissertação (Mestrado em Educação em Ciências e Matemática) – Programa de Pós-Graduação em Educação em Ciências e Matemática, Faculdade de Física, Pontifícia Universidade Católica do Rio Grande do Sul, Porto Alegre, 2010.

CELESTINO, Marcos Roberto. **Concepções sobre limite: imbricações entre obstáculos manifestos por alunos do Ensino Superior.** 2008. Tese (Doutorado em Educação Matemática) – Pontifícia Universidade Católica de São Paulo, São Paulo, 2008.

CIRILO, Kassiana Schmidt Surjus. **Livros didáticos e Modelagem Matemática: uma caracterização da Transposição Didática do conteúdo de integral nestes ambientes.** 2008. Dissertação (Mestrado em Ensino de Ciências e Educação Matemática) – Programa de Pós-Graduação em Ensino de Ciências e Educação Matemática, Centro de Ciências Exatas, Universidade Estadual de Londrina, Londrina-PR, 2008.

D'AMBRÓSIO, Ubiratan. Introdução. *In:* Faria, Alba Maria Freitas de (Org.). **Mapeamento de Educação Matemática no Brasil, 1995: Pesquisas, estudos** Brasília: Instituto Nacional de Estudos e Pesquisas Educacionais, 1996.

D'AMBRÓSIO, Ubiratan. Algumas notas históricas sobre a emergência e a organização da pesquisa em educação matemática, nos Estados Unidos e no Brasil. *In:* Miguel, A.; Garnica, A. V. M.; Iglioni, S. B. C.; D'Ambrósio, U. **A Educação Matemática: breve histórico, ações implementadas e questões sobre sua disciplinarização.** Revista Brasileira de Educação, nº 27. Rio de Janeiro, 2007.

D'AVOGLIO, Armando Raphael. **Derivada de uma função num ponto: uma forma significativa de introduzir o conceito.** 2002. Dissertação (Mestrado em Educação Matemática) – Pontifícia Universidade Católica de São Paulo, São Paulo, 2002.

DALL'ANESE, Claudio. **Conceito de derivada: uma proposta para seu ensino e aprendizagem.** 2000. Dissertação (Mestrado em Educação Matemática) – Pontifícia Universidade Católica de São Paulo, São Paulo, 2000.

DALL'ANESE, Claudio. **Argumentos e metáforas conceituais para a taxa de variação.** 2006. Tese (Doutorado em Educação Matemática) – Pontifícia Universidade Católica de São Paulo, São Paulo, 2006.

DALMOLIN, Beatriz Alves da Silva. **A tricotomização entre Aritmética, Álgebra e Geometria nos erros apresentados por estudantes da disciplina de Cálculo Diferencial Integral I.** 2015. Dissertação (Mestrado em Educação) – Universidade do Sul de Santa Catarina, Tubarão-SC, 2015.

DEAN, Amanda Saxon. An investigation of pedagogical techniques in Descartes' La géométrie. **BSHM Bulletin**, Londres, Reino Unido, v. 26, p. 167-177, 2011.

DENARDI, Vânia Bolzan. Teoria dos Registros de Representação Semiótica: contribuições para a formação de professores de Matemática. *In:* Encontro Brasileiro de Estudantes de Pós-Graduação em Educação Matemática, 21., 2017, Pelotas-RS. **Anais[...]**. Pelotas-RS: UFPel, 2017. Disponível em [https://wp.ufpel.edu.br/xxiebrapem/files/2018/10/gd04\\_vania\\_denardi.pdf](https://wp.ufpel.edu.br/xxiebrapem/files/2018/10/gd04_vania_denardi.pdf). Acesso em nov. 2021.

DIAS, Rodrigo Rodrigues. **Aspectos cognitivos e conceituais mobilizados na resolução de problemas de otimização por estudantes de engenharia.** 2017.

Tese (Doutorado em Educação Matemática) – Universidade Anhanguera de São Paulo, São Paulo, 2017.

DINIZ, Leandro do Nascimento. **O papel das Tecnologias da Informação e Comunicação nos projetos de Modelagem Matemática**. 2007. Dissertação (Mestrado em Educação Matemática) – Instituto de Geociências e Ciências Exatas, Universidade Estadual Paulista, Rio Claro, 2007.

DIOGO, Maria das Graças Viana de Sousa. **Uma abordagem didático-pedagógica do Cálculo Diferencial e Integral I na formação de professores de Matemática**. 2015. Dissertação (Mestrado em Educação Matemática) – Instituto de Geociências e Ciências Exatas, Universidade Estadual Paulista, Rio Claro, 2015.

DOMENICO, Luiz Carlos Almeida de. **Aprendizagem de Cálculo Diferencial e Integral por meio de Tecnologias de Informação e Comunicação**. 2006. Dissertação (Mestrado em Educação) – Pontifícia Universidade Católica do Paraná, Curitiba, 2006.

DONEL, Marlene Lucia Holz. **Dificuldades de aprendizagem em Cálculo e a relação com o raciocínio lógico formal: uma análise no ensino superior**. 2015. Dissertação (Mestrado em Educação) – Faculdade de Filosofia e Ciências, Universidade Estadual Paulista, Marília-SP, 2015.

ESCHER, Marco Antonio. **Dimensões teórico-metodológicas do Cálculo Diferencial e Integral: perspectivas histórica e de ensino e aprendizagem**. 2011. Tese (Doutorado em Educação Matemática) – Instituto de Geociências e Ciências Exatas, Universidade Estadual Paulista, Rio Claro, 2011.

FALBO, Ricardo de Almeida. **Mapeamento Sistemático**. s.d. Disponível em: [https://inf.ufes.br/~falbo/files/MP/TP/Sobre\\_MS.pdf](https://inf.ufes.br/~falbo/files/MP/TP/Sobre_MS.pdf). Acesso em: jul. 2020

FALBO, Ricardo de Almeida.; SOUZA, Érica Ferreira; FELIZARDO, Katia Romero. Mapeamento Sistemático. *In: FELIZARDO Katia et al. Revisão Sistemática da Literatura em Engenharia de Software: Teoria e Prática*. 1. ed. Rio de Janeiro: Elsevier, 2017, p. 79-98.

FARIAS, Maria Margarete do Rosário. **As representações Matemáticas mediadas por softwares educativos em uma perspectiva semiótica: uma contribuição para o conhecimento do futuro professor de Matemática**. 2007. Dissertação (Mestrado em Educação Matemática) – Instituto de Geociências e Ciências Exatas, Universidade Estadual Paulista, Rio Claro, 2007.

FARIAS, Maria Margarete do Rosário. **Introdução a noções de Cálculo Diferencial e Integral no Ensino Médio no contexto das TIC: implicações para prática do professor que ensina Matemática**. 2015. Tese (Doutorado em Educação Matemática) – Instituto de Geociências e Ciências Exatas, Universidade Estadual Paulista, Rio Claro, 2015.

FECCHIO, Roberto. **A Modelagem Matemática e a Interdisciplinaridade na introdução do conceito de Equação Diferencial em cursos de Engenharia**.

2011. Tese (Doutorado em Educação Matemática) – Pontifícia Universidade Católica de São Paulo, São Paulo, 2011.

FERRÃO, Naíma Soltau. **Mapas conceituais digitais como elemento sinalizador da aprendizagem de Cálculo Diferencial e Integral**. 2013. Dissertação (Mestrado em Educação Matemática) – Pontifícia Universidade Católica de São Paulo, São Paulo, 2013.

FERREIRA, Fernando. No paraíso sem convicção... (uma explicação do programa de Hilbert). *In*: Coelho, Furtado (Org.). **Matemática e Cultura II**. Lisboa: Centro Nacional de Cultura e SPB Editores, 1995. p. 87-121. Disponível em <https://webpages.ciencias.ulisboa.pt/~fjferreira/paraíso.pdf>. Acesso em: ago. 2021.

FERREIRA, Naura Syria Carapeto. Gestão do conhecimento: da “produtividade” à humanização da formação. **Cadernos de Pesquisa: Pensamento Educacional**, v. 2 n. 3. p. 129-151. jun. 2007. Disponível em <https://seer.utp.br/index.php/a/article/view/1996/1708>. Acesso em mai. 2021.

FERREIRA, Norma Sandra de Almeida. As pesquisas denominadas “Estado da Arte”. **Educação & Sociedade**, ano 20, v. 23, n. 79, 257-272, ago. 2002. Disponível em <https://www.scielo.br/j/es/a/vPsyhSBW4xJT48FfrdCtqfp/>. Acesso em jan. 2021.

FIORENTINI, Dario et al. O professor que ensina Matemática como campo de estudo: concepção do projeto de pesquisa. *In*: FIORENTINI, Dario; PASSOS, Cármen Lúcia Brancaglion; LIMA, Rosana Catarina Rodrigues de (Org.). **Mapeamento da pesquisa acadêmica brasileira sobre o professor que ensina Matemática: Período 2001-2012**. Campinas: FE/Unicamp, 2016, p. 17-41.

FLORES, Jeronimo Becker. **Monitoria de Cálculo e processo de aprendizagem: perspectivas à luz da sociointeratividade e da teoria dos Três Mundos da Matemática**. 2018. Tese (Doutorado em Educação em Ciências e Matemática) – Programa de Pós-Graduação em Educação em Ciências e Matemática, Escola de Ciências, Pontifícia Universidade Católica do Rio Grande do Sul, Porto Alegre, 2018.

FONSECA, Daila Silva Seabra de Moura. **Convergência de seqüências e séries numéricas no Cálculo: um trabalho visando a corporificação dos conceitos**. 2012. Dissertação (Mestrado Profissional em Educação Matemática) – Instituto de Ciências Exatas e Biológicas, Universidade Federal de Ouro Preto, Ouro Preto, 2012.

FONTES, Líviam Santana. **A avaliação da aprendizagem na disciplina Cálculo Diferencial e Integral: em busca de sentidos pedagógicos**. 2015. Dissertação (Mestrado em Educação em Ciências e Matemática) – Universidade Federal de Goiás, Goiânia, 2015.

FORTES, Luciane Oliveira. **Utilizando Blogs como ferramenta de suporte a aprendizagem de Matemática no ensino superior**. 2009. Dissertação (Mestrado em Educação em Ciências e Matemática) – Programa de Pós-Graduação em Educação em Ciências e Matemática, Faculdade de Física, Pontifícia Universidade Católica do Rio Grande do Sul, Porto Alegre, 2009.

FORTUNATO, Ivan. Cientificamente comprovado (?): Reflexões sobre o conhecimento científico. **Holos**, Ano 33, v. 2, p. 436-441, ago. 2017.

FREITAS, José Luiz Magalhães. Situações didáticas. *In*: MACHADO, Silvia Dias A. **Educação Matemática: uma introdução**. 2ª ed. São Paulo: EDUC, 2002.

GAIMAN, Neil. *A Midsummer Night's Dream*. *In*: *Sandman*, v. 2, n. 19, p. 21, Nova York: DC Comics, set. 1990.

GAMBERRA, Artur Rezzieri. **História da Integral de Lebesgue**. 2017. Dissertação (Mestrado em Educação Matemática) – Instituto de Geociências e Ciências Exatas, Universidade Estadual Paulista, Rio Claro, 2017.

GARZELLA, Fabiana Aurora Colombo. **A disciplina de Cálculo I: análise das relações entre as práticas pedagógicas do professor e seus impactos nos alunos**. 2013. Tese (Doutorado em Educação) – Faculdade de Educação, Universidade Estadual de Campinas, Campinas, 2013.

GATTI, Bernardete Angelina. Estudos quantitativos em Educação. **Educação e Pesquisa**. São Paulo, v. 30, n. 1, p. 11-30, jan./abr. 2004. Disponível em <https://www.scielo.br/j/ep/a/XBpXkMkBSbBCrCLWjzyWyB>. Acesso em set. 2021.

GATTI, Bernardete Angelina; ANDRÉ, Marli. A relevância dos métodos de pesquisa qualitativa em Educação no Brasil. *In*: WELLER, Wivian; PFAFF, Nicolle (org.). **Metodologias da pesquisa qualitativa em Educação: teoria e prática**. 1 ed. Petrópolis-RJ: Vozes, 2010. p. 29-38.

GIL, Antônio Carlos. **Métodos e técnicas de pesquisa social**. 5 ed. São Paulo: Atlas, 1999.

GIL VILLA, Fernando. **O que significa pesquisar? Exorcismo do trabalho de pesquisa**. Trad. Hildegard Susana Jung. São Paulo: Edições Hipótese, 2017. Disponível em <https://goo.gl/cTu3Vq>. Acesso em mai. 2020

GIOSTRI, Elza Cristina. **Comunidades virtuais de prática como alternativa na formação continuada de docentes na Educação Superior Tecnológica**. 2008. Tese (Doutorado em Educação Científica e Tecnológica) – Programa de Pós-Graduação em Educação Científica e Tecnológica, Centro de Ciências Físicas e Matemáticas, Centro de Ciências da Educação, Centro de Ciências Biológicas, Universidade Federal de Santa Catarina, Florianópolis, 2008.

GODOY, Luiz Felipe Simões de. **Registros de representação da noção de derivada e o processo de aprendizagem**. 2004. Dissertação (Mestrado em Educação Matemática) – Pontifícia Universidade Católica de São Paulo, São Paulo, 2004.

GOMES, Kelly Amorim. **Indicadores de permanência na Educação Superior: o caso da disciplina Cálculo Diferencial e Integral I**. 2015. Dissertação (Mestrado em Educação) – Centro Universitário La Salle, Canoas-RS, 2015.

GONÇALVES, Daniele Cristina. **Aplicações das derivadas no Cálculo I: atividades investigativas utilizando o GeoGebra.** 2012. Dissertação (Mestrado Profissional em Educação Matemática) – Instituto de Ciências Exatas e Biológicas, Universidade Federal de Ouro Preto, Ouro Preto, 2012.

GONÇALVES, Sandro Salles. **Abordagem histórico cultural em sala de aula inclusiva de Matemática: o processo de apropriação do conceito da função derivada por um aluno cego.** 2014. Dissertação (Mestrado Profissional em Educação Matemática) – Instituto de Ciências Exatas e Biológicas, Universidade Federal de Ouro Preto, Ouro Preto, 2014.

GOUVEIA, Carolina Augusta Assumpção. **Processos de visualização e representação de conceitos de Cálculo Diferencial e Integral com um software tridimensional.** 2010. Dissertação (Mestrado em Educação Matemática) – Instituto de Geociências e Ciências Exatas, Universidade Estadual Paulista, Rio Claro, 2010.

GRANDE, André Lúcio. **Um estudo epistemológico do Teorema Fundamental do Cálculo voltado ao seu ensino.** 2013. Tese (Doutorado em Educação Matemática), Pontifícia Universidade Católica de São Paulo, São Paulo, 2013.

HSIA, Yuk Wah. **A utilização do livro didático pelo aluno ao estudar Integral.** 2006. Dissertação (Mestrado em Educação Matemática) – Pontifícia Universidade Católica de São Paulo, São Paulo, 2006.

IGLIORI, Sonia Barbosa Camargo. A criação do Grupo de Trabalho de Educação Matemática na ANPEd. *In: Miguel, A.; Garnica, A. V. M.; Iglori, S. B. C.; D'Ambrósio, U. A Educação Matemática: breve histórico, ações implementadas e questões sobre sua disciplinarização.* Revista Brasileira de Educação, nº 27. Rio de Janeiro, 2007.

IMAFUKU, Roberto Seidi. **Sobre a passagem do estudo de função de uma variável real para o caso de duas variáveis.** 2008. Dissertação (Mestrado em Educação Matemática) – Pontifícia Universidade Católica de São Paulo, São Paulo, 2008.

INGAR, Katia Vigo. **A visualização na aprendizagem dos valores máximos e mínimos locais da função de duas variáveis reais.** 2014. Tese (Doutorado em Educação Matemática) – Pontifícia Universidade Católica de São Paulo, São Paulo, 2014.

JUNQUEIRA, Sonia Maria da Silva. **Experiências de estudantes na construção do conhecimento de Derivada em aulas de Cálculo 1.** 2014. Tese (Doutorado em Educação Matemática) – Pontifícia Universidade Católica de São Paulo, São Paulo, 2014.

KILPATRICK, Jeremy. Fincando estacas: uma tentativa de demarcar a Educação Matemática como campo profissional e científico. **Zetetiké**, Campinas, v. 4, n. 5, p 99-120, jan. 1996.

KITCHENHAM, Barbara Ann. *What's up with Software Metrics? A Preliminary Mapping Study*. **The Journal of Systems and Software**. v. 83. p. 37-51, 2010. Disponível em <http://mercury.pr.erau.edu/~siewerts/se420/documents/Papers/SE-Metrics-Status-and-Mapping.pdf>. Acesso em nov. 2020.

KITCHENHAM, Barbara Ann; CHARTERS, Stuart M. **Guidelines for performing systematic literature reviews in software engineering**. Keele University: EBSE Technical Report EBSE 2007-01. Disponível em [https://www.researchgate.net/publication/302924724\\_Guidelines\\_for\\_performing\\_Systematic\\_Literature\\_Reviews\\_in\\_Software\\_Engineering](https://www.researchgate.net/publication/302924724_Guidelines_for_performing_Systematic_Literature_Reviews_in_Software_Engineering). Acesso em jul. 2020.

KOVALSKI, Larissa. **O pensamento analógico na Matemática e suas implicações na Modelagem Matemática para o ensino**. 2016. Dissertação (Mestrado em Educação em Ciências e em Matemática) – Programa de Pós-Graduação em Educação em Ciências e em Matemática, Setor de Ciências Exatas, Universidade Federal do Paraná, Curitiba, 2016.

LAKATOS, Eva Maria; MARCONI, Maria de Andrade. **Fundamentos da metodologia científica**. 5 ed. São Paulo: Atlas, 2003.

LEE, Stan; BUSCEMA, John. **How to Draw Comics: The Marvel Way**. 2. ed. Nova York: Simon & Schuster, 1984.

LEME, Jayme do Carmo Macedo. **Aspectos processuais e estruturais da noção de derivada**. 2003. Dissertação (Mestrado em Educação Matemática) – Pontifícia Universidade Católica de São Paulo, São Paulo, 2003.

LEME, Jayme do Carmo Macedo. **Aprendizagem da derivada: uma perspectiva de análise pelos fluxos de pensamento**. 2016. Tese (Doutorado em Educação Matemática) – Pontifícia Universidade Católica de São Paulo, São Paulo, 2016.

LIMA, Eliene Barbosa. **Dos Infinitésimos aos Limites: a contribuição de Omar Catunda para a modernização da Análise Matemática no Brasil**. 2006. Dissertação (Mestrado em Ensino, Filosofia e História das Ciências) – Programa de Pós-Graduação em Ensino, Filosofia e História das Ciências, Universidade Federal da Bahia e Universidade Estadual de Feira de Santana, Salvador, 2006.

LIMA, Gabriel Loureiro de. **A disciplina de Cálculo I do curso de Matemática da Universidade de São Paulo: um estudo de seu desenvolvimento, de 1934 a 1994**. 2012. Tese (Doutorado em Educação Matemática), Pontifícia Universidade Católica de São Paulo, São Paulo, 2012.

LIMA, Gabriel Loureiro de. O ensino de Cálculo no Brasil: breve retrospectiva e perspectivas atuais. *In: ENCONTRO NACIONAL DE EDUCAÇÃO MATEMÁTICA*, 11., 2013, Curitiba. **Anais [...]**. Brasília: SBEM, 2013. Disponível em [http://sbem.iuri0094.hospedagemdesites.ws/anais/XIENEM/pdf/960\\_96\\_ID.pdf](http://sbem.iuri0094.hospedagemdesites.ws/anais/XIENEM/pdf/960_96_ID.pdf). Acesso em mai. 2021.

LIMA, Melina Silva de. **Uma proposta de aplicação da teoria dos campos conceituais para o ensino de Cálculo em cursos superiores**. 2012. Dissertação

(Mestrado em Educação Matemática) – Programa de Pós-Graduação em Educação Matemática, Anhanguera Educacional / Universidade Bandeirante de São Paulo, São Paulo, 2012.

LOBO, Rogério dos Santos. **O tratamento dado por livros didáticos ao conceito de Derivada**. 2012. Dissertação (Mestrado em Educação Matemática) – Pontifícia Universidade Católica de São Paulo, São Paulo, 2012.

LOBO, Rogério dos Santos. **A abordagem dada à taxa de variação no livro didático do ensino médio e a sua relação com o conceito da derivada no livro didático do ensino superior**. 2017. Tese (Doutorado em Educação Matemática), Pontifícia Universidade Católica de São Paulo, São Paulo, 2017.

LOPES, Gabriela Lucheze de Oliveira. **A criatividade matemática de John Wallis na obra *Arithmetica Infinitorum*: contribuições para ensino de Cálculo Diferencial e Integral na Licenciatura em Matemática**. 2017. Tese (Doutorado em Educação) – Programa de Pós-Graduação em Educação, Centro de Ciências Sociais Aplicada, Universidade Federal do Rio Grande do Norte. Natal, 2017.

LOPES, Lailson dos Reis Pereira. **Estado do conhecimento da abordagem dada às disciplinas dos ramos de Análise Matemática, Álgebra e Geometria nos cursos de licenciatura em Matemática (2001-2019)**. 2020. Tese (Doutorado em Educação Matemática), Pontifícia Universidade Católica de São Paulo, São Paulo, 2020.

MACHADO, Cláudia Rejane. **Teorias de pesquisa em Educação Matemática: a influência dos franceses**. Disponível em: [http://www.mat.ufrgs.br/~vclotilde/disciplinas/pesquisa/CLAUDIA\\_FRANCESES.DOC.pdf](http://www.mat.ufrgs.br/~vclotilde/disciplinas/pesquisa/CLAUDIA_FRANCESES.DOC.pdf). Acessado em: out. de 2021.

MACHADO, Nilson José. **Epistemologia e Didática**. São Paulo: Cortez, 1995.

MACHADO, Rosa Maria. **A visualização na resolução de problemas de Cálculo Diferencial e Integral no ambiente computacional MPP**. 2008. Tese (Doutorado em Educação) – Faculdade de Educação, Universidade Estadual de Campinas, Campinas, 2008.

MANZINI, Eduardo José. A entrevista na pesquisa social. **Didática**, São Paulo, v. 26/27, p. 149-158, 1990/1991.

MARIN, Douglas. **Professores de Matemática que usam a tecnologia de informação e comunicação no ensino superior**. 2009. Dissertação (Mestrado em Educação Matemática) – Instituto de Geociências e Ciências Exatas, Universidade Estadual Paulista, Rio Claro, 2009.

MARINI, Wagner. **Um panorama de pesquisas sobre o ensino e a aprendizagem do Cálculo Diferencial e Integral: 2003 a 2013**. 2013. Dissertação (Mestrado em Educação Matemática) – Pontifícia Universidade Católica de São Paulo, São Paulo, 2013.

MARTINS JÚNIOR, José Cirqueira. **Ensino de derivadas em Cálculo I: aprendizagem a partir da visualização com o uso do GeoGebra**. 2015. Dissertação (Mestrado Profissional em Educação Matemática) – Instituto de Ciências Exatas e Biológicas, Universidade Federal de Ouro Preto, Ouro Preto, 2015.

MATURANA ROMESÍN, Humberto Augusto Gastón; VARELA GARCÍA, Francisco Javier. **A árvore do conhecimento: As bases biológicas do entendimento humano**. Trad. Jonas Pereira dos Santos. Campinas: Editorial Psy, 1995.

MEIRA, Samuel Souza. **Aprendizagem significativa e assimilação obliteradora: um estudo com conceitos de Cálculo**. 20215. Tese (Doutorado em Educação Matemática), Pontifícia Universidade Católica de São Paulo, São Paulo, 2015.

MELLO, Amanda Priscila Nunes; LORIN, João Henrique. O infinito: uma abordagem histórico-filosófica antiguidade até o século XIV. *In: Encontro de Produção Científica e Tecnológica*, 9., 2014, Campo Mourão-PR. **Anais [...]**. Campo Mourão-PR: Unespar. Disponível em <https://silio.tips/download/o-infinito-uma-abordagem-historico-filosofica-antiguidade-ate-o-seculo-xiv>. Acesso em nov. 2021.

MELO, José Manuel Ribeiro de. **Conceito de Integral: uma proposta computacional para seu ensino e aprendizagem**. 2002. Dissertação (Mestrado em Educação Matemática) – Pontifícia Universidade Católica de São Paulo, São Paulo, 2002.

MELO, José Ronaldo. **A formação do formador de professores de Matemática no contexto das mudanças curriculares**. Tese (Doutorado em Educação) – Faculdade de Educação, Universidade Estadual de Campinas, Campinas, 2010.

MELO, Marisol Vieira. **As práticas de formação no estágio curricular supervisionado na Licenciatura em Matemática: o que revelam as pesquisas acadêmicas brasileiras na década 2001-2010**. 2013. Tese (Doutorado em Educação) – Faculdade de Educação, Universidade Estadual de Campinas, Campinas, 2013.

MELO, Marisol Vieira. **Três décadas de pesquisa em Educação Matemática na Unicamp: um estudo histórico a partir de teses e dissertações**. 2006. Dissertação (Mestrado em Educação) – Faculdade de Educação, Universidade Estadual de Campinas, Campinas, 2006.

MENDES, Felipe. **Investigação do processo de aprendizagem de Cálculo num curso de Engenharia Florestal: o uso do software *WinPlot* na aplicação de unidades de ensino potencialmente significativas**. 2019. Dissertação (Mestrado em Educação em Ciências) – Programa de Pós-Graduação em Educação em Ciências: Química da Vida e Saúde, Centro de Ciências Naturais e Exatas, Universidade Federal de Santa Maria, Santa Maria, 2019.

MENDES, Marcele Tavares. **Utilização da Prova em Fases como recurso para regulação da aprendizagem em aulas de Cálculo**. 2014. Tese (Doutorado em Ensino de Ciências e Educação Matemática) – Programa de Pós-Graduação em Ensino de Ciências e Educação Matemática, Centro de Ciências Exatas, Universidade Estadual de Londrina, Londrina, 2014.

MENEZES, Daniel Brandão. **O ensino do Cálculo Diferencial e Integral na perspectiva da Sequência Fedathi**: caracterização do comportamento de um bom professor. 2018. Tese (Doutorado em Educação Brasileira) – Programa de Pós-Graduação em Educação Brasileira, Faculdade de Educação, Universidade Federal do Ceará, Fortaleza, 2018.

MENONCINI, Lucia. **O jogo das operações semióticas na aprendizagem da integral definida no cálculo de área**. 2018. Tese (Doutorado em Educação Científica e Tecnológica) – Programa de Pós-Graduação em Educação Científica e Tecnológica, Centro de Ciências Físicas e Matemáticas, Universidade Federal de Santa Catarina, Florianópolis, 2018.

MESSIAS, Maria Alice de Vasconcelos Feio. **Um estudo exploratório sobre a imagem conceitual de estudantes universitários acerca do conceito de limite de função**. 2013. Dissertação (Mestrado em Educação em Ciências e Matemáticas) – Programa de Pós-Graduação em Educação em Ciências e Matemáticas, Instituto de Educação Matemática e Científica, Universidade Federal do Pará, Belém, 2013.

MEYER, Cristina. **Derivada/Reta tangente**: imagem conceitual e definição conceitual. 2003. Dissertação (Mestrado em Educação Matemática) – Pontifícia Universidade Católica de São Paulo, São Paulo, 2003.

MILANI, Raquel. **Concepções infinitesimais em um curso de Cálculo**. 2002. Dissertação (Mestrado em Educação Matemática) – Instituto de Geociências e Ciências Exatas, Universidade Estadual Paulista, Rio Claro, 2002 .

MINAYO, Maria Cecília de Souza. **O desafio do conhecimento**. 11 ed. São Paulo: Hucitec, 2008.

MIRANDA, Anderon Melhor. **As tecnologias da informação no estudo do Cálculo na perspectiva da Aprendizagem Significativa**. 2010. Dissertação (Mestrado Profissional em Educação Matemática) – Instituto de Ciências Exatas e Biológicas, Universidade Federal de Ouro Preto, Ouro Preto, 2010.

MIRANDA, Gustavo Alexandre de. **Silvanus Phillips Thompson e a desmistificação do Cálculo**: resgatando uma história esquecida. 2004. Dissertação (Mestrado em Educação Matemática) – Pontifícia Universidade Católica de São Paulo, São Paulo, 2004.

MOMETTI, Antonio Luis. **Reflexão sobre a prática**: argumentos e metáforas no discurso de um grupo de professores de Cálculo. 2007. Tese (Doutorado em Educação Matemática) – Pontifícia Universidade Católica de São Paulo, São Paulo, 2007.

MORAES, Maria Cândida. **O paradigma educacional emergente**. 16 ed. Campinas-SP: Papirus, 2012.

MORAES, Mônica Suelen Ferreira de. **Um estudo sobre as implicações dos obstáculos epistemológicos de limite de função em seu ensino e aprendizagem**. 2013. Dissertação (Mestrado em Educação em Ciências e

Matemáticas) – Programa de Pós-Graduação em Educação em Ciências e Matemáticas, Instituto de Educação Matemática e Científica, Universidade Federal do Pará, Belém, 2013.

MOREIRA, Marília Maia. **Análise da visão do professor-tutor sobre a adequabilidade do material didático de Matemática à luz da Sequência Fedathi:** o caso da Licenciatura em Matemática do IFCE. 2014. Dissertação (Mestrado em Educação) – Programa de Pós-Graduação em Educação Brasileira, Faculdade de Educação, Universidade Federal do Ceará, Fortaleza, 2014.

MOURA, Roseli Alves de. **Um estudo sobre a *Instituzioni Analitiche* de Maria Gaetana Agnesi:** Álgebra e Análise na Itália setecentista. 2017. Tese (Doutorado em Educação Matemática) – Pontifícia Universidade Católica de São Paulo, São Paulo, 2017.

NAKAYAMA, Bárbara Cristina Moreira Sicardi; GAMA, Renata Prensteter; PINHEIRO, Rosa Aparecida; SANTOS JUNIOR, João Batista. Apresentação: Programas e políticas de formação inicial e continuada de professores e a valorização do magistério. **Crítica Educativa**, Sorocaba-SP, v.3, n. 2, p. 3-20, jan./jun. 2017. Acesso em <http://dx.doi.org/10.22476/revcted.v3i2.235>. Acesso em ago. 2021.

NÉ, Adriano Luiz dos Santos. **A análise da linguagem matemática como elemento para pensar o ensino e a aprendizagem da prática de esboço de curvas no ensino superior.** 2013. Dissertação (Mestrado em Educação Científica e Tecnológica) – Programa de Pós-Graduação em Educação Científica e Tecnológica, Centro de Ciências Físicas e Matemáticas, Universidade Federal de Santa Catarina, Florianópolis, 2013.

NOGUTI, Fabiane Cristina Höpner. **O livro “*Théorie des Approximations Numériques et du Calcul Abrégé*” de Agliberto Xavier.** 2005. Dissertação (Mestrado em Educação Matemática) – Instituto de Geociências e Ciências Exatas, Universidade Estadual Paulista, Rio Claro, 2005.

NÓVOA, António. Firmar a posição como professor, afirmar a profissão docente. **Cadernos de Pesquisa**, São Paulo, v. 47, n. 166, p. 1106-1133, out./dez. 2017. Disponível em <https://doi.org/10.1590/198053144843>. Acesso em ago. 2021.

NUNES, Marly de Nardi Ferraz. **Seqüências numéricas:** um estudo da convergência através de atividades. 2001. Dissertação (Mestrado em Educação Matemática) – Pontifícia Universidade Católica de São Paulo, São Paulo, 2001.

OLIMPIO JUNIOR, Antonio. **Compreensões de conceitos de Cálculo Diferencial no primeiro ano de Matemática** – uma abordagem integrando oralidade, escrita e informática. 2006. Tese (Doutorado em Educação Matemática) – Instituto de Geociências e Ciências Exatas, Universidade Estadual Paulista, Rio Claro, 2006.

OLIVEIRA, Aguinaldo Herculino de. **A noção de integral no contexto das concepções operacional e estrutural**. 2004. Dissertação (Mestrado em Educação Matemática) – Pontifícia Universidade Católica de São Paulo, São Paulo, 2004.

OLIVEIRA, Antonio Sylvio Vieira de. **O Ensino do Cálculo Diferencial e Integral na Escola Politécnica de São Paulo, no ano de 1904: uma análise documental**. 2004. Dissertação (Mestrado em Educação Matemática) – Instituto de Geociências e Ciências Exatas, Universidade Estadual Paulista, Rio Claro, 2004.

OLIVEIRA, Daniel Gustavo de. **Explorando o conceito de derivada em sala de aula, a partir de suas aplicações e sob uma perspectiva histórica**. 2011. Dissertação (Mestrado Profissional em Educação Matemática) – Instituto de Ciências Exatas e Biológicas, Universidade Federal de Ouro Preto, Ouro Preto, 2011.

OLIVEIRA, Eliane Alves de. **Uma Engenharia Didática para abordar o conceito de Equação Diferencial em cursos de Engenharia**. 2014. Tese (Doutorado em Educação Matemática) – Pontifícia Universidade Católica de São Paulo, São Paulo, 2014.

OLIVEIRA, Fabiana Cristina Oliveira Silva de. **Uma disciplina, uma história: Cálculo na Licenciatura em Matemática da Universidade Federal de Sergipe (1972-1990)**. 2009. Dissertação (Mestrado Profissional em Educação Matemática) – Núcleo de Pós-Graduação em Educação, Pró-Reitoria de Pós-Graduação e Pesquisa, Universidade Federal de Sergipe, São Cristóvão-SE, 2009.

OLIVEIRA, Fabio Luiz de. **A produção de conhecimento matemático acerca de funções de duas variáveis em um coletivo de seres-humanos-com-mídias**. 2014. Dissertação (Mestrado Profissional em Educação Matemática) – Instituto de Ciências Exatas e Biológicas, Universidade Federal de Ouro Preto, Ouro Preto, 2014.

OLIVEIRA, Gislene Garcia Nora de. **O uso do hipertexto na aprendizagem de Cálculo em um ambiente virtual**. 2010. Dissertação (Mestrado em Educação) – Programa de Pós-Graduação em Educação: Conhecimento e Inclusão, Faculdade de Educação, Universidade Federal de Minas Gerais, Belo Horizonte, 2010.

OLIVEIRA, João Lucas de. **A utilização de softwares dinâmicos no ensino de Análise Real: um estudo sobre a construção do conceito de Integral de Riemann**. 2016. Dissertação (Mestrado Profissional em Educação Matemática) – Instituto de Ciências Exatas e Biológicas, Universidade Federal de Ouro Preto, Ouro Preto, 2016.

OLIVEIRA, Kátia Regina Rodrigues de. **Uma análise da aprendizagem de conteúdos matemáticos no ensino superior a distância**. 2012. Dissertação (Mestrado em Educação Matemática) – Departamento de Educação, Pontifícia Universidade Católica de Goiás, Goiânia, 2012.

OLIVEIRA, Eliana; ENS, Romilda Teodora; ANDRADE, Daniela Barros da Silva Freire; MUSS, Carlo Ralph. Análise de Conteúdo e pesquisa na Educação. **Diálogo**

**Educacional**, Curitiba, v. 4, n. 9, p. 11-27, mai./ago. 2003. Disponível em: <http://dx.doi.org/10.7213/rde.v4i9.6479>. Acesso em ago. 2021.

ORFALI, Fabio. **A conciliação das ideias do Cálculo com o currículo da Educação Básica: o raciocínio covariacional**. 2017. Tese (Doutorado em Educação), Faculdade de Educação, Universidade de São Paulo, São Paulo, 2017.

OTERO-GARCIA, Sílvio César. **Uma trajetória da disciplina de Análise e um estado do conhecimento sobre seu ensino**. 2011. Dissertação (Mestrado em Educação Matemática) – Instituto de Geociências e Ciências Exatas, Universidade Estadual Paulista, Rio Claro, 2011.

OTERO-GARCIA, Sílvio César. **Integrale, Longueur, Aire de Henri Lebesgue**. 2015. Dissertação (Mestrado em Educação Matemática) – Instituto de Geociências e Ciências Exatas, Universidade Estadual Paulista, Rio Claro, 2015.

PALARO, Luzia Aparecida. **A concepção de Educação Matemática de Henri Lebesgue**. 2006. Tese (Doutorado em Educação Matemática) – Pontifícia Universidade Católica de São Paulo, São Paulo, 2006.

PAPERT, Seymour Aubrey. **Constructionism: A New Opportunity for Elementary Science Education**. Massachusetts-EUA: MIT Media Laboratory, Epistemology and Learning Group, 1987.

PARANHOS, Marcos de Miranda. **Geometria dinâmica e o Cálculo Diferencial e Integral**. 2009. Dissertação (Mestrado em Educação Matemática) – Pontifícia Universidade Católica de São Paulo, São Paulo, 2009.

PARANHOS, Marcos de Miranda. **Parametrização e movimentação de curvas e superfícies para uso em Modelação Matemática**. 2015. Tese (Doutorado em Educação Matemática) – Pontifícia Universidade Católica de São Paulo, São Paulo, 2015.

PASSEGGI, Maria da Conceição. Memorial de formação. *In*: OLIVEIRA, Dalila Andrade; DUARTE, Adriana Cancellari; VIEIRA, Lívia Fraga. **Dicionário: trabalho, profissão e condição docente**. Belo Horizonte: UFMG/Faculdade de Educação, 2010.

PAULO, Stephany Glaucia de Oliveira. **Saberes docentes na Licenciatura em Matemática acerca do ensino de derivada**. 2016. Dissertação (Mestrado em Educação em Ciências e Matemáticas) – Programa de Pós-Graduação em Educação em Ciências e Matemáticas, Instituto de Educação Matemática e Científica, Universidade Federal do Pará, Belém, 2016.

PICONE, Desiree Frasson Balielo. **Os registros de representação semiótica mobilizados por professores no ensino do Teorema Fundamental do Cálculo**. 2007. Dissertação (Mestrado em Educação Matemática) – Pontifícia Universidade Católica de São Paulo, São Paulo, 2007.

PINTO, Rieuse Lopes. **Definições matemáticas sobre funções e suas derivadas como um eixo de discussão para o ensino e a aprendizagem do Cálculo**. 2014.

Dissertação (Mestrado Profissional em Educação Matemática) – Instituto de Ciências Exatas e Biológicas, Universidade Federal de Ouro Preto, Ouro Preto, 2014.

PIRES, Luiz Fernando Rodrigues. **As influências das tecnologias da informação e comunicação nas estratégias de ensino e aprendizagem de Cálculo Diferencial e Integral**. 2016. Dissertação (Mestrado em Profissional em Educação Matemática) – Instituto de Ciências Exatas, Universidade Federal de Juiz de Fora, Juiz de Fora, 2016.

PONTES JUNIOR, Antonio Carlos Fonseca. O Pibid como agente de transformação nas licenciaturas da Ufac. *In*: SOUSA, Alexandre Melo de; GARCIA, Rosane; SANTOS, Tatiane Castro dos (Org.). **Reflexões sobre a formação de professores: o Pibid como espaço de interlocução**. Rio Branco: Nepan Editora, 2017. p. 40-42. Disponível em [https://issuu.com/geped.pibid/docs/livro\\_geped](https://issuu.com/geped.pibid/docs/livro_geped). Acesso em ago. 2021.

PONTIFÍCIA UNIVERSIDADE CATÓLICA DE SÃO PAULO. **PUC-SP**, 2020. Educação Matemática: uma breve apresentação. Disponível em <https://www.pucsp.br/pos-graduacao/mestrado-e-doutorado/educacao-matematica#areas-de-concentracao-e-linhas-de-pesquisa>. Acesso em set. 2021.

Por que civilizações antigas não reconheciam a cor azul? **BBC News Brasil**, 2016. Disponível em [https://www.bbc.com/portuguese/noticias/2016/02/160221\\_civilizacoes\\_antigas\\_cor\\_azul\\_rb](https://www.bbc.com/portuguese/noticias/2016/02/160221_civilizacoes_antigas_cor_azul_rb). Acesso em set. de 2020.

PORTO, B. A. **Superlogos** – Identidade gráfica dos logotipos das capas de revistas em quadrinhos brasileiras de Super-Herói. 2017. Dissertação (Mestrado em Comunicação) – Faculdade de Comunicação, Universidade de Brasília, Brasília, 2017.

PRIGOGINE, Ilya Romanovich; STENGERS, Isabelle. **A nova aliança: metamorfose da ciência**. Trad. Miguel Faria e Maria Joaquina Machado Trincheira. Brasília: Editora Universidade de Brasília, 1984.

PUNTES, Roberto Valdés. **Didática da Matemática**: Módulo 1. Uberlândia-MG: Universidade Federal de Uberlândia, 2014.

RAAD, Marcos Ribeiro. **História do ensino de Cálculo Diferencial e Integral: a existência de uma cultura**. 2012. Dissertação (Mestrado em Profissional em Educação Matemática) – Instituto de Ciências Exatas, Universidade Federal de Juiz de Fora, Juiz de Fora, 2012.

RAFAEL, Rosane Cordeiro. **Cálculo Diferencial e Integral**: um estudo sobre estratégias para redução do percentual de não aprovação. 2017. Dissertação (Mestrado em Profissional em Educação Matemática) – Instituto de Ciências Exatas, Universidade Federal de Juiz de Fora, Juiz de Fora, 2017.

REIS, Edinei Leandro dos. **O processo de construção de Objetos de Aprendizagem em Cálculo Diferencial e Integral durante uma Atividade de**

**Design**. 2010. Dissertação (Mestrado em Educação Matemática) – Instituto de Geociências e Ciências Exatas, Universidade Estadual Paulista, Rio Claro, 2010.

REIS, Frederico da Silva. **A tensão entre rigor e intuição no ensino de Cálculo e Análise**: a visão de professores-pesquisadores e autores de livros didáticos. 2001. Tese (Doutorado em Educação) – Faculdade de Educação, Universidade Estadual de Campinas, Campinas, 2001.

REZENDE, Wanderley Moura. **O ensino de Cálculo**: dificuldades de natureza epistemológica. Tese (Doutorado em Educação), Faculdade de Educação, Universidade de São Paulo, São Paulo, 2003.

RIBEIRO, Marcos Vinícius. **O ensino do conceito de Integral, em sala de aula, com recursos da História da Matemática e da Resolução de Problemas**. 2010. Dissertação (Mestrado em Educação Matemática) – Instituto de Geociências e Ciências Exatas, Universidade Estadual Paulista, Rio Claro, 2010.

RICALDONI, Márcio Augusto Gama. **Construção e interpretação de gráficos com o uso de softwares no ensino de Cálculo**: trabalhando com imagens conceituais relacionadas a derivadas de funções reais. 2014. Dissertação (Mestrado Profissional em Educação Matemática) – Instituto de Ciências Exatas e Biológicas, Universidade Federal de Ouro Preto, Ouro Preto, 2014.

RICHIT, Andriceli. **Aspectos conceituais e instrumentais do conhecimento da prática do professor de Cálculo Diferencial e Integral no contexto das tecnologias digitais**. 2010. Dissertação (Mestrado Profissional em Educação Matemática) – Instituto de Ciências Exatas e Biológicas, Universidade Federal de Ouro Preto, Ouro Preto, 2010.

ROCHA, Cecília Elenir dos Santos. **A dinâmica do processo de ensino e aprendizagem de Cálculo I**: uma investigação no curso de Licenciatura em Física da UFSM. 2019. Dissertação (Mestrado em Educação em Ciências) – Programa de Pós-Graduação em Educação em Ciências: Química da Vida e Saúde, Centro de Ciências Naturais e Exatas, Universidade Federal de Santa Maria, Santa Maria, 2019.

ROCHA, Marcos Dias da. **Desenvolvendo atividades computacionais na disciplina Cálculo Diferencial e Integral I**: estudo de uma proposta de ensino pautada na articulação entre a visualização e a experimentação. 2010. Dissertação (Mestrado Profissional em Educação Matemática) – Instituto de Ciências Exatas e Biológicas, Universidade Federal de Ouro Preto, Ouro Preto, 2010.

ROCHA, Messenas Miranda. **Releitura do processo de aprendizagem de estudantes repetentes de Cálculo I**. 2016. Tese (Doutorado em Educação) – Centro de Educação, Universidade Federal do Espírito Santo, Vitória, 2016.

ROSA, Maurício. **A Construção de Identidades online por meio do Role Playing Game**: relações com o ensino e aprendizagem de matemática em um curso à distância. 2008. Tese (Doutorado em Educação Matemática) – Instituto de Geociências e Ciências Exatas, Universidade Estadual Paulista, Rio Claro, 2008.

ROSENTHAL, Arthur. The History of Calculus. **The American Mathematical Monthly**, v. 52, n. 2, p. 75-86, 1951. Disponível em <https://www.tandfonline.com/doi/abs/10.1080/00029890.1951.11999628>. Acesso em nov. 2021.

SANTOS, Arnaldo Aragão. **Elza Furtado Gomide e a participação feminina no desenvolvimento da Matemática brasileira no século XX**. 2010. Dissertação (Mestrado em História da Ciência) – Pontifícia Universidade Católica de São Paulo, São Paulo, 2010.

SANTOS, Clemente Ramos dos. **O ensino de Cálculo em cursos superiores de Tecnologia: um olhar para o curso de Microeletrônica**. 2019. Tese (Doutorado em Educação Matemática) – Pontifícia Universidade Católica de São Paulo, São Paulo, 2019.

SANTOS, Guilherme Mendes Tomaz dos. **O comprometimento do estudante e a aprendizagem em Cálculo Diferencial e Integral I**. 2014. Dissertação (Mestrado em Educação) – Centro Universitário La Salle, Canoas-RS, 2014.

SANTOS, Janice Valia de los. **Formação básica em engenharia: a articulação das disciplinas pelo Cálculo Diferencial e Integral**. 2009. Tese (Doutorado em Educação (Currículo)) – Pontifícia Universidade Católica de São Paulo, São Paulo, 2009.

SANTOS, Luan Danilo Silva dos. **As contribuições dos Mapas Conceituais para a (re)significação de conceitos em Cálculo Diferencial e Integral I na formação docente**. 2019. Dissertação (Mestrado em Educação em Ciências e Matemática) – Programa de Pós-Graduação em Educação em Ciências e Matemática, Centro Acadêmico do Agreste, Universidade Federal de Pernambuco, Caruaru-PE, 2019.

SANTOS, Maria Bethânia Sardeiro dos. **Um olhar para o conceito de limite: constituição, apresentação e percepção de professores e alunos sobre o seu ensino e aprendizado**. 2013. Tese (Doutorado em Educação Matemática) – Pontifícia Universidade Católica de São Paulo, São Paulo, 2013.

SANTOS, Milena Gonçalves. **Um estudo sobre a convergência de seqüências numéricas com alunos que já tiveram contato com a noção de limite**. 2005. Dissertação (Mestrado em Educação Matemática) – Pontifícia Universidade Católica de São Paulo, São Paulo, 2005.

SCHAUN, Thaise Thurow. **As representações tridimensionais das superfícies quádricas na disciplina de Cálculo com Realidade Aumentada**. 2019. Dissertação (Mestrado em Educação Matemática) – Programa de Pós-Graduação em Educação Matemática, Instituto de Física e Matemática, Universidade Federal de Pelotas, Pelotas-RS, 2019.

SCHWANTES, Lavínia; ARNT, Ana. Como se produz um resultado científico e o que isto tem a ver com a Covid-19? **Blogs de Ciência**, 20/04/2020. Disponível em <https://www.blogs.unicamp.br/covid-19/como-se-produz-um-resultado-cientifico-e-o-que-isto-tem-a-ver-com-a-covid-19/>. Acesso em 10 set. 2021.

SCUCUGLIA, Ricardo. **A investigação do Teorema Fundamental do Cálculo com Calculadoras Gráficas**. 2006. Dissertação (Mestrado em Educação Matemática) – Instituto de Geociências e Ciências Exatas, Universidade Estadual Paulista, Rio Claro, 2006.

SILVA, Aldo Marques da. **Um modelo de ensino de Cálculo Diferencial e Integral utilizando aplicações às disciplinas: Biologia, Física e Química**. 1979. Dissertação (Mestrado em Ensino de Ciências e Matemática) – Convênio OEA-PREMEN-Unicamp, Instituto de Matemática, Estatística e Ciência da Computação, Universidade Estadual de Campinas, Campinas, 1979.

SILVA, Armando Paulo da. **A modalidade EaD semipresencial e a disciplina de cálculo diferencial e integral**. 2017. Tese (Doutorado em Educação para a Ciência) – Programa de Pós-Graduação em Educação para a Ciência, Faculdade de Ciências, Universidade Estadual Paulista, Bauru, 2017.

SILVA, Carlos Antônio da. **A noção de Integral em livros didáticos e os registros de representação semiótica**. 2004. Dissertação (Mestrado em Educação Matemática), Pontifícia Universidade Católica de São Paulo, São Paulo, 2004.

SILVA, Carlos Antônio da. **Introdução ao conceito de Integral de funções polinomiais em um curso de Engenharia de Produção por meio de tarefas fundamentadas em princípios da Modelagem Matemática**. 2013. Tese (Doutorado em Educação Matemática), Pontifícia Universidade Católica de São Paulo, São Paulo, 2013.

SILVA, Cíntia da. **Aprendizagem Significativa em atividades de Modelagem Matemática**. 2018. Tese (Doutorado em Ensino de Ciências e Educação Matemática) – Programa de Pós-Graduação em Ensino de Ciências e Educação Matemática, Centro de Ciências Exatas, Universidade Estadual de Londrina, Londrina, 2018.

SILVA, Circe Mary Silva da. O conceito de derivada no ensino da Matemática no Brasil do século XIX. *In: ICME SATELLITE MEETING HPM*, 8., 1996, Braga. **Anais**. Braga: Grafis, Coop. de Artes Gráficas, 1996. v. 1. p. 80-87. Disponível em [http://www.mathunion.org/fileadmin/ICMI/files/Digital\\_Library/Other-Confs/HEMBraga96\\_Proceedings\\_I.pdf](http://www.mathunion.org/fileadmin/ICMI/files/Digital_Library/Other-Confs/HEMBraga96_Proceedings_I.pdf). Acesso em mai. 2021.

SILVA, Edson Rodrigues da. **Uma base de conhecimentos para o ensino de taxa de variação na Educação Básica**. 2017. Tese (Doutorado em Educação Matemática), Pontifícia Universidade Católica de São Paulo, São Paulo, 2017.

SILVA, Jayro Fonseca da. **Questões metodológicas do ensino do Cálculo Diferencial e Integral I**. 1994. Dissertação (Mestrado em Educação) – Faculdade de Educação, Universidade Federal do Ceará, Fortaleza, 1994.

SILVA, José Roberto Damasceno da. **Um estudo de registros de representação semiótica na aprendizagem dos conceitos de máximos e mínimos de funções**. 2005. Dissertação (Mestrado em Educação) – Centro de Ciências Humanas e Sociais, Universidade Federal de Mato Grosso do Sul, Campo Grande, 2005.

SILVA, Juliana Pires da. **A relação com o saber: os estudantes de engenharia e a primeira disciplina de cálculo.** 2015. Dissertação (Mestrado em Educação Científica e Tecnológica) – Programa de Pós-Graduação em Educação Científica e Tecnológica, Centro de Ciências Físicas e Matemáticas, Universidade Federal de Santa Catarina, Florianópolis, 2015.

SILVA, Luiz Roberto Rosa. **Prof. J. O. Monteiro de Camargo e o ensino de Cálculo Diferencial e Integral e de Análise na Universidade de São Paulo.** 2006. Dissertação (Mestrado em Educação Matemática) – Instituto de Geociências e Ciências Exatas, Universidade Estadual Paulista, Rio Claro, 2006.

SILVA, Maria Deusa Ferreira da. **Problemas e modelos que contribuíram com o desenvolvimento do Cálculo Diferencial e Integral: dos gregos a Newton.** 2010. Tese (Doutorado em Educação) – Programa de Pós-Graduação em Educação, Centro de Ciências Sociais Aplicada, Universidade Federal do Rio Grande do Norte. Natal, 2010.

SILVA, Rafael Siqueira. **Um estudo sobre o movimento lógico-histórico do conceito de continuidade.** 2019. Tese (Doutorado em Educação) – Programa de Pós-Graduação em Educação, Centro de Ciências Sociais Aplicada, *Campus* São Carlos, Universidade Federal de São Carlos, São Carlos, 2019.

SILVA, Sérgio Florentino da. **Ensino e aprendizagem das superfícies quádricas no ensino superior: uma análise baseada na Teoria dos Registros de Representações Semióticas com o uso do GeoGebra.** 2008. Tese (Doutorado em Educação Científica e Tecnológica) – Programa de Pós-Graduação em Educação Científica e Tecnológica, Centro de Ciências da Educação, Universidade Federal de Santa Catarina, Florianópolis, 2008.

SILVA, Paulo Vasconcelos; ARAUJO-JORGE, Tania. Análise de conteúdo por meio de nuvem de palavras de postagens em comunidades virtuais: novas perspectivas e resultados preliminares. *In: SEMINÁRIO INTERNACIONAL DE PESQUISA E ESTUDOS QUALITATIVOS*, 5., 2018, Foz do Iguaçu-PR. **Atas CIAPQ 2019**. Aveiro, Portugal: Ludomedia, p. 41-48, v. 2. Disponível em <https://proceedings.ciaiq.org/index.php/CIAPQ2019/article/view/2321>. Acesso em set. 2021.

SILVEIRA, Eugênio Cesar. **Uma seqüência didática para aquisição/construção da noção de taxa de variação média de uma função.** 2001. Dissertação (Mestrado em Educação Matemática) – Pontifícia Universidade Católica de São Paulo, São Paulo, 2001.

SIQUEIRA, Fernanda Kelly da Silva; LORIN, João Henrique. Diferenciação dos conceitos de Infinito Atual e Infinito Potencial em revistas brasileiras. *In: ENCONTRO PARANAENSE DE EDUCAÇÃO MATEMÁTICA*, 15., 2019, Londrina-PR. **Anais [...]**. Curitiba: SBEM-PR. Disponível em [http://www.sbemparana.com.br/eventos/index.php/EPREM/XV\\_EPREM/paper/viewFile/1249/866](http://www.sbemparana.com.br/eventos/index.php/EPREM/XV_EPREM/paper/viewFile/1249/866). Acesso em dec. 2021.

SOARES, Débora da Silva. **Uma abordagem pedagógica baseada na análise de modelos para alunos de Biologia: qual o papel do software?** 2012. Tese

(Doutorado em Educação Matemática) – Instituto de Geociências e Ciências Exatas, Universidade Estadual Paulista, Rio Claro, 2012.

SOUSA, Fabrício Santos de. **Potencialidades pedagógicas do livro *Réflexions sur la Métaphysique du Calcul Infinitésimal* de Lazare Carnot para o ensino de Cálculo Diferencial**. 2019. Dissertação (Mestrado em Educação em Ciências e Matemáticas) – Programa de Pós-Graduação em Educação em Ciências e Matemáticas, Instituto de Educação Matemática e Científica, Universidade Federal do Pará, Belém, 2019.

SOUSA, Alexandre Melo de; GARCIA, Rosane; SANTOS, Tatiane Castro dos (Org.). **Reflexões sobre a formação de professores: o Pibid como espaço de interlocução**. Rio Branco: Neplan Editora, 2017. Disponível em [https://issuu.com/geped.pibid/docs/livro\\_geped](https://issuu.com/geped.pibid/docs/livro_geped). Acesso em ago. 2021.

SOUZA, Fernando Eduardo de. **A integral na visão de professores de Cálculo Diferencial e Integral frente à produção de alunos**. 2007. Dissertação (Mestrado em Educação Matemática) – Pontifícia Universidade Católica de São Paulo, São Paulo, 2007.

SOUZA JUNIOR, Arlindo José de. **Trabalho coletivo na Universidade: trajetória de um grupo no processo de ensinar e aprender Cálculo Diferencial e Integral**. 2000. Tese (Doutorado em Educação) – Faculdade de Educação, Universidade Estadual de Campinas, Campinas, 2000.

SPIELMANN, Rosane. **Usos, omissões e significados atribuídos ao sinal de igual: um olhar para a produção escrita de alunos em provas de Cálculo Diferencial e Integral I**. 2019. Dissertação (Mestrado em Educação em Ciências e Educação Matemática) – Programa de Pós-Graduação em Educação em Ciências e Educação Matemática, Centro de Ciências Exatas e Tecnológicas, Universidade Estadual do Oeste do Paraná, Cascavel-PR, 2019.

SPINA, Catharina de Oliveira Corcoll. **Modelagem Matemática no processo ensino-aprendizagem do Cálculo Diferencial e Integral para o ensino médio**. 2002. Dissertação (Mestrado em Educação Matemática) – Instituto de Geociências e Ciências Exatas, Universidade Estadual Paulista, Rio Claro, 2002.

TOLEDO, José do Carmo. **Uma história do processo de institucionalização da área de Análise Matemática no Brasil**. 2008. Tese (Doutorado em Educação Matemática) – Instituto de Geociências e Ciências Exatas, Universidade Estadual Paulista, Rio Claro, 2008.

TOMAZ, Vanessa Sena; DAVID, Maria Manuela Martins Soares. **Interdisciplinaridade e aprendizagem da Matemática em sala de aula**. (Coleção Tendências em Educação Matemática). Belo Horizonte: Autêntica, 2008.

TORRES, Terezinha Ione Martins. **Monitoria virtual no Moodle: uma proposta para reconstruir os pré-requisitos de Cálculo “A”**. 2007. Dissertação (Mestrado em Educação em Ciências e Matemática) – Programa de Pós-Graduação em Educação

em Ciências e Matemática, Faculdade de Física, Pontifícia Universidade Católica do Rio Grande do Sul, Porto Alegre, 2007.

TRALDI JÚNIOR, Armando. **Formação de formadores de professores de Matemática**: identificação de possibilidades e limites da estratégia de organização de grupos colaborativos. 2006. Tese (Doutorado em Educação Matemática) – Pontifícia Universidade Católica de São Paulo, São Paulo, 2006.

UNIVERSIDADE ESTADUAL PAULISTA “JÚLIO DE MESQUITA FILHO”. **Programa de Pós-Graduação em Educação Matemática**, 2021. Unesp: IGCE: Pós-Graduação: Programas de Pós-Graduação. Disponível em <https://igce.rc.unesp.br/#!/pos-graduacao/programas-de-pos/educacao-matematica/>. Acesso em set. 2021.

UNIVERSIDADE FEDERAL DE OURO PRETO. **Programa de Pós-Graduação em Educação Matemática**, 2021. PPGEDMA: O Programa: Histórico. Disponível em <https://ppgedmat.ufop.br/hist%C3%B3rico>. Acesso em set. 2021.

VIDIGAL, Luciana Fajardo. **Conhecimentos mobilizados por alunos sobre a noção Integral no contexto das concepções operacionais e estruturais**. 2007. Dissertação (Mestrado em Educação Matemática) – Pontifícia Universidade Católica de São Paulo, São Paulo, 2007.

VIEIRA, Aldo Freitas. **Ensino do Cálculo Diferencial e Integral**: das técnicas ao *humans-with-media*. 2013. Tese (Doutorado em Educação) – Faculdade de Educação, Universidade de São Paulo, São Paulo, 2013.

VOGADO, Gilberto Emanuel Reis. **O ensino e a aprendizagem das ideias preliminares envolvidas no conceito de Integral, por meio da Resolução de Problemas**. 2014. Tese (Doutorado em Educação Matemática) – Pontifícia Universidade Católica de São Paulo, São Paulo, 2014.

VOSGERAU, Dilmeire Sant’Anna Ramos; ROMANOWSKI, Joana Paulin. Estudos de revisão implicações conceituais e metodológicas. **Revista Diálogo Educacional**, Curitiba, v. 14, n. 41, p. 165-189, jan./abr. 2014. Disponível em: DOI: <http://dx.doi.org/10.7213/dialogo.educ.14.041.DS08>. Acesso em set. 2020.

ZUCCHERI, Luciana; ZUDINI, Vera. History of Teaching Calculus. In KARP, Alexander; SCHUBRING (eds.). **Handbook on the History of Mathematics Education**. Nova York: Springer Link, 2014, p. 493-513. Disponível em [https://link.springer.com/chapter/10.1007%2F978-1-4614-9155-2\\_24](https://link.springer.com/chapter/10.1007%2F978-1-4614-9155-2_24). Acesso em nov. 2021.

## ANEXO I

QUADRO A1. PESQUISAS ENCONTRADAS NO MAPEAMENTO INICIAL (CONTINUA).

IES	Ano	Dissertação ou Tese	Autor	Nome
UFC	1994	Dissertação	Silva, Jayro Fonseca da	Questões metodológicas do ensino do Cálculo Diferencial e Integral I
USP	1996	Tese	Brolezzi, Antonio Carlos	A tensão entre o discreto e o contínuo na História da Matemática e no ensino de Matemática
USP	1999	Tese	Barufi, Maria Cristina Bonomi	A construção/negociação de significados no curso universitário inicial de Cálculo Diferencial e Integral
PUC-SP	2000	Dissertação	Dall'Anese, Claudio	Conceito de derivada: uma proposta para seu ensino e aprendizagem
Unicamp	2000	Tese	Souza Junior, Arlindo José de	Trabalho coletivo na Universidade: trajetória de um grupo no processo de ensinar e aprender Cálculo Diferencial e Integral
PUC-SP	2001	Dissertação	Nunes, Marly de Nardi Ferraz	Seqüências numéricas: um estudo da convergência através de atividades
PUC-SP	2001	Dissertação	Silveira, Eugênio Cesar	Uma seqüência didática para aquisição/construção da noção de taxa de variação média de uma função
Unicamp	2001	Tese	Reis, Frederico da Silva	A tensão entre rigor e intuição no ensino de Cálculo e Análise: a visão de professores-pesquisadores e autores de livros didáticos
PUC-SP	2002	Dissertação	D'Avoglio, Armando Raphael	Derivada de uma função num ponto: uma forma significativa de introduzir o conceito
PUC-SP	2002	Dissertação	Melo, José Manuel Ribeiro de	Conceito de Integral: uma proposta computacional para seu ensino e aprendizagem
Unesp	2002	Dissertação	Spina, Catharina de Oliveira Corcoll	Modelagem Matemática no processo ensino-aprendizagem do Cálculo Diferencial e Integral para o ensino médio
Unesp	2002	Dissertação	Milani, Raquel	Concepções infinitesimais em um curso de Cálculo
PUC-SP	2003	Dissertação	Braga, Ciro	O processo inicial de disciplinarização de função na Matemática do ensino secundário brasileiro

QUADRO A1. PESQUISAS ENCONTRADAS NO MAPEAMENTO INICIAL (CONTINUAÇÃO).

<b>IES</b>	<b>Ano</b>	<b>Dissertação ou Tese</b>	<b>Autor</b>	<b>Nome</b>
PUC-SP	2003	Dissertação	Leme, Jayme do Carmo Macedo	Aspectos processuais e estruturais da noção de derivada
PUC-SP	2003	Dissertação	Meyer, Cristina	Derivada/Reta tangente: imagem conceitual e definição conceitual
Unesp	2003	Dissertação	Benedetti, Francisco Carlos	Funções, software gráfico e coletivos pensantes
USP	2003	Tese	Rezende, Wanderley Moura	O ensino de Cálculo: dificuldades de natureza epistemológica
PUC-PR	2004	Dissertação	Barbosa, Marcos Antonio	O insucesso no ensino e aprendizagem na disciplina de Cálculo Diferencial e Integral
PUC-SP	2004	Dissertação	Barto, Maria Cecília Arena Lopes	Um olhar sobre as idéias matemáticas em um curso de Cálculo: a produção de significados para a continuidade
PUC-SP	2004	Dissertação	Godoy, Luiz Felipe Simões de	Registros de representação da noção de derivada e o processo de aprendizagem
PUC-SP	2004	Dissertação	Miranda, Gustavo Alexandre de	Silvanus Phillips Thompson e a desmistificação do Cálculo: resgatando uma história esquecida
PUC-SP	2004	Dissertação	Oliveira, Aguinaldo Herculanio de	A noção de integral no contexto das concepções operacional e estrutural
PUC-SP	2004	Dissertação	Silva, Carlos Antônio da	A noção de Integral em livros didáticos e os registros de representação semiótica
Unesp	2004	Dissertação	Oliveira, Antonio Sylvio Vieira de	O Ensino do Cálculo Diferencial e Integral na Escola Politécnica de São Paulo, no ano de 1904: uma análise documental
Unicamp	2004	Tese	Bean, Dale William	Aprendizagem pessoal e aprendizagem afastada: o caso do aluno de Cálculo
PUC-SP	2005	Dissertação	Santos, Milena Gonçalves	Um estudo sobre a convergência de seqüências numéricas com alunos que já tiveram contato com a noção de limite

QUADRO A1. PESQUISAS ENCONTRADAS NO MAPEAMENTO INICIAL (CONTINUAÇÃO).

IES	Ano	Dissertação ou Tese	Autor	Nome
UFMS	2005	Dissertação	Silva, José Roberto Damasceno da	Um estudo de registros de representação semiótica na aprendizagem dos conceitos de máximos e mínimos de funções
Unesp	2005	Dissertação	Noguti, Fabiane Cristina Höpner	O livro " <i>Théorie des Approximations Numériques et du Calcul Abrégé</i> " de Agliberto Xavier
PUC-PR	2006	Dissertação	Domenico, Luiz Carlos Almeida de	Aprendizagem de Cálculo Diferencial e Integral por meio de Tecnologias de Informação e Comunicação
PUC-SP	2006	Tese	Dall'Anese, Claudio	Argumentos e metáforas conceituais para a taxa de variação
PUC-SP	2006	Dissertação	Hsia, Yuk Wah	A utilização do livro didático pelo aluno ao estudar Integral
PUC-SP	2006	Tese	Palaro, Luzia Aparecida	A concepção de Educação Matemática de Henri Lebesgue
PUC-SP	2006	Tese	Traldi Júnior, Armando	Formação de formadores de professores de Matemática: identificação de possibilidades e limites da estratégia de organização de grupos colaborativos
Unesp	2006	Dissertação	Scucuglia, Ricardo	A investigação do Teorema Fundamental do Cálculo com Calculadoras Gráficas
Unesp	2006	Dissertação	Silva, Luiz Roberto Rosa	Prof. J. O. Monteiro de Camargo e o ensino de Cálculo Diferencial e Integral e de Análise na Universidade de São Paulo
Unesp	2006	Tese	Olimpio Junior, Antonio	Compreensões de conceitos de Cálculo Diferencial no primeiro ano de Matemática – uma abordagem integrando oralidade, escrita e informática
PUC-RS	2007	Dissertação	Torres, Terezinha Ione Martins	Monitoria virtual no Moodle: uma proposta para reconstruir os pré-requisitos de Cálculo "A"
PUC-SP	2007	Dissertação	Anacleto, Grácia Maria Catelli	Uma investigação sobre a aprendizagem do Teorema Fundamental do Cálculo

QUADRO A1. PESQUISAS ENCONTRADAS NO MAPEAMENTO INICIAL (CONTINUAÇÃO).

<b>IES</b>	<b>Ano</b>	<b>Dissertação ou Tese</b>	<b>Autor</b>	<b>Nome</b>
PUC-SP	2007	Dissertação	Campos, Ronaldo Pereira	A abordagem do Teorema Fundamental do Cálculo em livros didáticos e os registros de representação semiótica
PUC-SP	2007	Tese	Mometti, Antonio Luis	Reflexão sobre a prática: argumentos e metáforas no discurso de um grupo de professores de Cálculo
PUC-SP	2007	Dissertação	Picone, Desiree Frasson Balielo	Os registros de representação semiótica mobilizados por professores no ensino do Teorema Fundamental do Cálculo
PUC-SP	2007	Dissertação	Souza, Fernando Eduardo de	A integral na visão de professores de Cálculo Diferencial e Integral frente à produção de alunos
PUC-SP	2007	Dissertação	Vidigal, Luciana Fajardo	Conhecimentos mobilizados por alunos sobre a noção Integral no contexto das concepções operacionais e estruturais
Unesp	2007	Dissertação	Farias, Maria Margarete do Rosário	As representações Matemáticas mediadas por softwares educativos em uma perspectiva semiótica: uma contribuição para o conhecimento do futuro professor de Matemática
Unesp	2007	Dissertação	Diniz, Leandro do Nascimento	O papel das Tecnologias da Informação e Comunicação nos projetos de Modelagem Matemática
PUC-SP	2008	Tese	Celestino, Marcos Roberto	Concepções sobre limite: imbricações entre obstáculos manifestos por alunos do Ensino Superior
PUC-SP	2008	Dissertação	Imafuku, Roberto Seidi	Sobre a passagem do estudo de função de uma variável real para o caso de duas variáveis
UEL	2008	Dissertação	Cirilo, Kassiana Schmidt Surjus	Livros didáticos e Modelagem Matemática: uma caracterização da Transposição Didática do conteúdo de integral nestes ambientes
UFPA	2008	Dissertação	Araújo, Alyne Maria Rosa de	Modelagem Matemática nas aulas de Cálculo: uma estratégia que pode contribuir com a aprendizagem dos alunos de Engenharia
UFSC	2008	Tese	Giostrì, Elza Cristina	Comunidades virtuais de prática como alternativa na formação continuada de docentes na Educação Superior Tecnológica

QUADRO A1. PESQUISAS ENCONTRADAS NO MAPEAMENTO INICIAL (CONTINUAÇÃO).

IES	Ano	Dissertação ou Tese	Autor	Nome
Unesp	2008	Dissertação	Barichello, Leonardo	Análise de resoluções de problemas de Cálculo Diferencial em um ambiente de interação escrita
Unesp	2008	Tese	Rosa, Maurício	A Construção de Identidades <i>online</i> por meio do <i>Role Playing Game</i> : relações com o ensino e aprendizagem de matemática em um curso à distância
Unesp	2008	Tese	Toledo, José do Carmo	Uma história do processo de institucionalização da área de Análise Matemática no Brasil
Unicamp	2008	Tese	Machado, Rosa Maria	A visualização na resolução de problemas de Cálculo Diferencial e Integral no ambiente computacional MPP
PUC-RS	2009	Dissertação	Fortes, Luciane Oliveira	Utilizando Blogs como ferramenta de suporte a aprendizagem de Matemática no ensino superior
PUC-SP	2009	Tese	Beltrão, Maria Eli Puga	Ensino de Cálculo pela Modelagem Matemática e Aplicações - teoria e prática
PUC-SP	2009	Dissertação	Paranhos, Marcos de Miranda	Geometria dinâmica e o Cálculo Diferencial e Integral
PUC-SP	2009	Tese	Santos, Janice Valia de los	Formação básica em engenharia: a articulação das disciplinas pelo Cálculo Diferencial e Integral
UFS	2009	Dissertação	Oliveira, Fabiana Cristina Oliveira Silva de	Uma disciplina, uma história: Cálculo na Licenciatura em Matemática da Universidade Federal de Sergipe (1972-1990)
Unesp	2009	Dissertação	Marin, Douglas	Professores de Matemática que usam a tecnologia de informação e comunicação no ensino superior
Unesp	2009	Tese	Barbosa, Sandra Malta	Tecnologias da Informação e Comunicação, função composta e regra da cadeia
PUC-RS	2010	Dissertação	Cavasotto, Marcelo	Dificuldades na aprendizagem de Cálculo: o que os erros cometidos pelos alunos podem informar
UFMG	2010	Dissertação	Oliveira, Gislene Garcia Nora de	O uso do hipertexto na aprendizagem de Cálculo em um ambiente virtual

QUADRO A1. PESQUISAS ENCONTRADAS NO MAPEAMENTO INICIAL (CONTINUAÇÃO).

IES	Ano	Dissertação ou Tese	Autor	Nome
UFOP	2010	Dissertação	Alves, Davis Oliveira	Ensino de Funções, Limites e Continuidade em Ambientes Educacionais Informatizados: uma proposta para cursos de Introdução ao Cálculo
UFOP	2010	Dissertação	Miranda, Anderson Melhor	As tecnologias da informação no estudo do Cálculo na perspectiva da Aprendizagem Significativa
UFOP	2010	Dissertação	Rocha, Marcos Dias da	Desenvolvendo atividades computacionais na disciplina Cálculo Diferencial e Integral I: estudo de uma proposta de ensino pautada na articulação entre a visualização e a experimentação
UFRN	2010	Tese	Silva, Maria Deusa Ferreira da	Problemas e modelos que contribuíram com o desenvolvimento do Cálculo Diferencial e Integral: dos gregos a Newton
Unesp	2010	Dissertação	Gouveia, Carolina Augusta Assumpção	Processos de visualização e representação de conceitos de Cálculo Diferencial e Integral com um <i>software</i> tridimensional
Unesp	2010	Dissertação	Reis, Edinei Leandro dos	O processo de construção de Objetos de Aprendizagem em Cálculo Diferencial e Integral durante uma Atividade de <i>Design</i>
Unesp	2010	Dissertação	Ribeiro, Marcos Vinícius	O ensino do conceito de Integral, em sala de aula, com recursos da História da Matemática e da Resolução de Problemas
Unesp	2010	Dissertação	Richit, Andriceli	Aspectos conceituais e instrumentais do conhecimento da prática do professor de Cálculo Diferencial e Integral no contexto das tecnologias digitais
PUC-SP	2011	Dissertação	Andersen, Érika	As ideias centrais do Teorema Fundamental do Cálculo mobilizadas por alunos de Licenciatura em Matemática
PUC-SP	2011	Tese	Fecchio, Roberto	A Modelagem Matemática e a Interdisciplinaridade na introdução do conceito de Equação Diferencial em cursos de Engenharia

QUADRO A1. PESQUISAS ENCONTRADAS NO MAPEAMENTO INICIAL (CONTINUAÇÃO).

IES	Ano	Dissertação ou Tese	Autor	Nome
UFC	2011	Tese	Alves, Francisco Regis Vieira	Aplicação da Sequência Fedathi no ensino intuitivo do Cálculo a Várias Variáveis
UFOP	2011	Dissertação	Abreu, Osvaldo Honório de	Discutindo algumas relações possíveis entre intuição e rigor e entre imagem conceitual e definição conceitual no ensino de limites e continuidade em cálculo I
UFOP	2011	Dissertação	Amorim, Lílian Isabel Ferreira	A (re) construção do conceito de Limite do Cálculo para a Análise: um estudo com alunos do curso de Licenciatura em Matemática
UFOP	2011	Dissertação	Oliveira, Daniel Gustavo de	Explorando o conceito de derivada em sala de aula, a partir de suas aplicações e sob uma perspectiva histórica
Unesp	2011	Dissertação	Otero-Garcia, Sílvia César	Uma trajetória da disciplina de Análise e um estado do conhecimento sobre seu ensino
Unesp	2011	Tese	Escher, Marco Antonio	Dimensões teórico-metodológicas do Cálculo Diferencial e Integral: perspectivas histórica e de ensino e aprendizagem
PUC-GO	2012	Dissertação	Oliveira, Kátia Regina Rodrigues de	Uma análise da aprendizagem de conteúdos matemáticos no ensino superior a distância
PUC-SP	2012	Tese	Lima, Gabriel Loureiro de	A disciplina de Cálculo I do curso de Matemática da Universidade de São Paulo: um estudo de seu desenvolvimento, de 1934 a 1994
PUC-SP	2012	Dissertação	Lobo, Rogério dos Santos	O tratamento dado por livros didáticos ao conceito de Derivada
UFJF	2012	Dissertação	Raad, Marcos Ribeiro	História do ensino de Cálculo Diferencial e Integral: a existência de uma cultura
UFMG	2012	Tese	Campos, Dilhermando Ferreira	Análise de uma proposta para a disciplina Cálculo Diferencial e Integral I surgida na UFMG após o REUNI usando o <i>testbench</i> de Engeström como modelo de aplicação da teoria da atividade em um estudo de caso

QUADRO A1. PESQUISAS ENCONTRADAS NO MAPEAMENTO INICIAL (CONTINUAÇÃO).

IES	Ano	Dissertação ou Tese	Autor	Nome
UFOP	2012	Dissertação	Fonseca, Daila Silva Seabra de Moura	Convergência de sequências e séries numéricas no Cálculo: um trabalho visando a corporificação dos conceitos
UFOP	2012	Dissertação	Gonçalves, Daniele Cristina	Aplicações das derivadas no Cálculo I: atividades investigativas utilizando o GeoGebra
Unesp	2012	Tese	Soares, Débora da Silva	Uma abordagem pedagógica baseada na Análise de Modelos para alunos de Biologia: qual o papel do software?
UNIBAN-SP	2012	Dissertação	Lima, Melina Silva de	Uma proposta de aplicação da teoria dos campos conceituais para o ensino de Cálculo em cursos superiores
PUC-SP	2013	Dissertação	Almeida, Marcio Vieira de	Um panorama de artigos sobre a aprendizagem do Cálculo Diferencial e Integral na perspectiva de David Tall
PUC-SP	2013	Dissertação	Ferrão, Naíma Soltau	Mapas conceituais digitais como elemento sinalizador da aprendizagem de Cálculo Diferencial e Integral
PUC-SP	2013	Tese	Grande, André Lúcio	Um estudo epistemológico do Teorema Fundamental do Cálculo voltado ao seu ensino
PUC-SP	2013	Tese	Santos, Maria Bethânia Sardeiro dos	Um olhar para o conceito de limite: constituição, apresentação e percepção de professores e alunos sobre o seu ensino e aprendizado
PUC-SP	2013	Tese	Silva, Carlos Antônio da	Introdução ao conceito de Integral de funções polinomiais em um curso de Engenharia de Produção por meio de tarefas fundamentadas em princípios da Modelagem Matemática
UFMG	2013	Dissertação	Campos, Ilaine da Silva	Alunos em ambientes de modelagem matemática: caracterização do envolvimento a partir da relação com <i>background</i> e o <i>foreground</i>
UFOP	2013	Dissertação	Assis, Antonio Augusto Ferreira de	Uma atividade socialmente reflexiva envolvendo a transformação derivada e sua inversa

QUADRO A1. PESQUISAS ENCONTRADAS NO MAPEAMENTO INICIAL (CONTINUAÇÃO).

IES	Ano	Dissertação ou Tese	Autor	Nome
UFPA	2013	Dissertação	Messias, Maria Alice de Vasconcelos Feio	Um estudo exploratório sobre a imagem conceitual de estudantes universitários acerca do conceito de limite de função
UFPA	2013	Dissertação	Moraes, Mônica Suelen Ferreira de	Um estudo sobre as implicações dos obstáculos epistemológicos de limite de função em seu ensino e aprendizagem
UFSC	2013	Dissertação	Né, Adriano Luiz dos Santos	A análise da linguagem matemática como elemento para pensar o ensino e a aprendizagem da prática de esboço de curvas no ensino superior
Unicamp	2013	Tese	Garzella, Fabiana Aurora Colombo	A disciplina de Cálculo I: análise das relações entre as práticas pedagógicas do professor e seus impactos nos alunos
USP	2013	Tese	Vieira, Aldo Freitas	Ensino do Cálculo Diferencial e Integral: das técnicas ao <i>humans-with-media</i>
Anhangueira	2014	Tese	Campos, Maria Lúcia Tavares de	Discursos sobre continuidade de funções reais de variável real em ambiente virtual colaborativo: uma perspectiva da cognição corporificada
PUC-SP	2014	Tese	Ingar, Katia Vigo	A visualização na aprendizagem dos valores máximos e mínimos locais da função de duas variáveis reais
PUC-SP	2014	Tese	Junqueira, Sonia Maria da Silva	Experiências de estudantes na construção do conhecimento de Derivada em aulas de Cálculo 1
PUC-SP	2014	Dissertação	Marini, Wagner	Um panorama de pesquisas sobre o ensino e a aprendizagem do Cálculo Diferencial e Integral: 2003 a 2013
PUC-SP	2014	Tese	Oliveira, Eliane Alves de	Uma Engenharia Didática para abordar o conceito de Equação Diferencial em cursos de Engenharia
PUC-SP	2014	Tese	Vogado, Gilberto Emanuel Reis	O ensino e a aprendizagem das ideias preliminares envolvidas no conceito de Integral, por meio da Resolução de Problemas

QUADRO A1. PESQUISAS ENCONTRADAS NO MAPEAMENTO INICIAL (CONTINUAÇÃO).

IES	Ano	Dissertação ou Tese	Autor	Nome
UEL	2014	Tese	Mendes, Marcelle Tavares	Utilização da Prova em Fases como recurso para regulação da aprendizagem em aulas de Cálculo
UFC	2014	Dissertação	Moreira, Marília Maia	Análise da visão do professor-tutor sobre a adequabilidade do material didático de Matemática à luz da Sequência Fedathi: o caso da Licenciatura em Matemática do IFCE
UFMG	2014	Tese	Caldeira, Rutyale Ribeiro	Cálculo em ação, modelagem e parcerias: possibilidades para aprendizagens expansivas em um contexto de formação em Engenharias
UFOP	2014	Dissertação	Gonçalves, Sandro Salles	Abordagem histórico cultural em sala de aula inclusiva de Matemática: o processo de apropriação do conceito da função derivada por um aluno cego
UFOP	2014	Dissertação	Oliveira, Fabio Luiz de	A produção de conhecimento matemático acerca de funções de duas variáveis em um coletivo de seres-humanos-com-mídias
UFOP	2014	Dissertação	Pinto, Rieuse Lopes	Definições matemáticas sobre funções e suas derivadas como um eixo de discussão para o ensino e a aprendizagem do Cálculo
UFOP	2014	Dissertação	Ricaldoni, Márcio Augusto Gama	Construção e interpretação de gráficos com o uso de <i>softwares</i> no ensino de Cálculo: trabalhando com imagens conceituais relacionadas a derivadas de funções reais
Unilasalle	2014	Dissertação	Santos, Guilherme Mendes Tomaz dos	O comprometimento do estudante e a aprendizagem em Cálculo Diferencial e Integral I
PUC-SP	2015	Tese	Meira, Samuel Souza	Aprendizagem significativa e assimilação obliteradora: um estudo com conceitos de Cálculo
PUC-SP	2015	Tese	Paranhos, Marcos de Miranda	Parametrização e movimentação de curvas e superfícies para uso em Modelação Matemática

QUADRO A1. PESQUISAS ENCONTRADAS NO MAPEAMENTO INICIAL (CONTINUAÇÃO).

IES	Ano	Dissertação ou Tese	Autor	Nome
UFG	2015	Dissertação	Fontes, Lívia Santana	A avaliação da aprendizagem na disciplina Cálculo Diferencial e Integral: em busca de sentidos pedagógicos
UFOP	2015	Dissertação	Martins Júnior, José Cirqueira	Ensino de derivadas em Cálculo I: aprendizagem a partir da visualização com o uso do GeoGebra
UFSC	2015	Dissertação	Silva, Juliana Pires da	A relação com o saber: os estudantes de engenharia e a primeira disciplina de cálculo
Unesp	2015	Tese	Diogo, Maria das Graças Viana de Sousa	Uma abordagem didático-pedagógica do Cálculo Diferencial e Integral I na formação de professores de Matemática
Unesp	2015	Tese	Farias, Maria Margarete do Rosário	Introdução a noções de Cálculo Diferencial e Integral no Ensino Médio no contexto das TIC: implicações para prática do professor que ensina Matemática
Unesp	2015	Dissertação	Donel, Marlene Lucia Holz	Dificuldades de aprendizagem em Cálculo e a relação com o raciocínio lógico formal: uma análise no ensino superior
Unesp	2015	Tese	Otero-Garcia, Sílvia César	<i>Integrale, Longueur, Aire de Henri Lebesgue</i>
Unilassale	2015	Dissertação	Gomes, Kelly Amorim	Indicadores de permanência na Educação Superior: o caso da disciplina Cálculo Diferencial e Integral I
UNISUL	2015	Dissertação	Dalmolin, Beatriz Alves da Silva	A tricotomização entre Aritmética, Álgebra e Geometria nos erros apresentados por estudantes da disciplina de Cálculo Diferencial Integral I
PUC-SP	2016	Dissertação	Alves, Paulo Cesar	Percepção de aprendizagens de alunos de cursos de engenharia sobre o Método de Newton-Raphson pelo uso de mapas conceituais
PUC-SP	2016	Tese	Leme, Jayme do Carmo Macedo	Aprendizagem da derivada: uma perspectiva de análise pelos fluxos de pensamento

QUADRO A1. PESQUISAS ENCONTRADAS NO MAPEAMENTO INICIAL (CONTINUAÇÃO).

IES	Ano	Dissertação ou Tese	Autor	Nome
UFES	2016	Tese	Rocha, Messenas Miranda	Releitura do processo de aprendizagem de estudantes repetentes de Cálculo I
UFJF	2016	Dissertação	Pires, Luiz Fernando Rodrigues	As influências das tecnologias da informação e comunicação nas estratégias de ensino e aprendizagem de Cálculo Diferencial e Integral
UFMT	2016	Tese	Bezerra, Nilra Jane Filgueira	A organização do Ensino de Cálculo Diferencial e Integral na perspectiva da Teoria da Formação por Etapas das Ações Mentais de Galperin
UFOP	2016	Dissertação	Oliveira, João Lucas de	A utilização de <i>softwares</i> dinâmicos no ensino de Análise Real: um estudo sobre a construção do conceito de Integral de Riemann
UFPA	2016	Dissertação	Paulo, Stephany Glaucia de Oliveira	Saberes docentes na Licenciatura em Matemática acerca do ensino de derivada
UFPR	2016	Dissertação	Kovalski, Larissa	O pensamento analógico na Matemática e suas implicações na Modelagem Matemática para o ensino
Unesp	2016	Tese	Almeida, Helber Rangel Formiga Leite de	Polidocentes-com-Mídias e o Ensino de Cálculo I
Anhangueira	2017	Tese	Dias, Rodrigo Rodrigues	Aspectos cognitivos e conceituais mobilizados na resolução de problemas de otimização por estudantes de engenharia
PUC-SP	2017	Tese	Almeida, Marcio Vieira de	Material para o ensino do Cálculo Diferencial e Integral: referências de Tall, Gueudet e Trouche
PUC-SP	2017	Tese	Lobo, Rogério dos Santos	A abordagem dada à taxa de variação no livro didático do ensino médio e a sua relação com o conceito da derivada no livro didático do ensino superior
PUC-SP	2017	Tese	Moura, Roseli Alves de	Um estudo sobre a <i>Instituzioni Analitiche</i> de Maria Gaetana Agnesi: Álgebra e Análise na Itália setecentista

QUADRO A1. PESQUISAS ENCONTRADAS NO MAPEAMENTO INICIAL (CONTINUAÇÃO).

IES	Ano	Dissertação ou Tese	Autor	Nome
PUC-SP	2017	Tese	Silva, Edson Rodrigues da	Uma base de conhecimentos para o ensino de taxa de variação na Educação Básica
UFJF	2017	Dissertação	Rafael, Rosane Cordeiro	Cálculo Diferencial e Integral: um estudo sobre estratégias para redução do percentual de não aprovação
UFRN	2017	Tese	Lopes, Gabriela Lucheze de Oliveira	A criatividade matemática de John Wallis na obra <i>Arithmetica Infinitorum</i> : contribuições para ensino de Cálculo Diferencial e Integral na Licenciatura em Matemática
Unesp	2017	Tese	Silva, Armando Paulo da	A modalidade EaD semipresencial e a disciplina de cálculo diferencial e integral
Unesp	2017	Dissertação	Gamberra, Artur Rezzieri	História da Integral de Lebesgue
USP	2017	Tese	Orfali, Fabio	A conciliação das ideias do Cálculo com o currículo da Educação Básica: o raciocínio covariacional
PUC-RS	2018	Tese	Flores, Jeronimo Becker	Monitoria de Cálculo e processo de aprendizagem: perspectivas à luz da sociointeratividade e da teoria dos Três Mundos da Matemática
UEL	2018	Tese	Silva, Cíntia da	Aprendizagem significativa em atividades de Modelagem Matemática
UFC	2018	Tese	Menezes, Daniel Brandão	O ensino do Cálculo Diferencial e Integral na perspectiva da Sequência Fedathi: caracterização do comportamento de um bom professor
UFPA	2018	Tese	Belo, Edileusa do Socorro Valente	Cartografias experienciais de formadores de professores de Matemática: consciência de si e autoformação
UFSC	2018	Tese	Menoncini, Lúcia	O jogo das operações semióticas na aprendizagem da integral definida no cálculo de área

QUADRO A1. PESQUISAS ENCONTRADAS NO MAPEAMENTO INICIAL (CONTINUAÇÃO).

IES	Ano	Dissertação ou Tese	Autor	Nome
UFSC	2018	Tese	Silva, Sérgio Florentino da	Ensino e aprendizagem das superfícies quádricas no ensino superior: uma análise baseada na Teoria dos Registros de Representações Semióticas com o uso do GeoGebra
Unesp	2018	Tese	Cabanha, Daiane dos Santos Correa	Conhecimento especializado de um formador de professores de Matemática em início de carreira: o ensino a distância de Derivada
PUC-SP	2019	Tese	Santos, Clemente Ramos dos	O ensino de Cálculo em cursos superiores de Tecnologia: um olhar para o curso de Microeletrônica
UFPA	2019	Dissertação	Sousa, Fabrício Santos de	Potencialidades pedagógicas do livro <i>Réflexions sur la Méthaphysique du Calcul Infinitésimal</i> de Lazare Carnot para o ensino de Cálculo Diferencial
UFPe	2019	Dissertação	Santos, Luan Danilo Silva dos	As contribuições dos Mapas Conceituais para a (re)significação de conceitos em Cálculo Diferencial e Integral I na formação docente
UFPEl	2019	Dissertação	Schaun, Thaise Thurow	As representações tridimensionais das superfícies quádricas na disciplina de Cálculo com Realidade Aumentada
UFSCar	2019	Tese	Silva, Rafael Siqueira	Um estudo sobre o movimento lógico-histórico do conceito de continuidade
UFSM	2019	Dissertação	Mendes, Felipe	Investigação do processo de aprendizagem de Cálculo num curso de Engenharia Florestal: o uso do software <i>WinPlot</i> na aplicação de unidades de ensino potencialmente significativas
UFSM	2019	Dissertação	Rocha, Cecilia Elenir dos Santos	A dinâmica do processo de ensino e aprendizagem de Cálculo I: uma investigação no curso de Licenciatura em Física da UFSM
UnB	2019	Tese	Bezerra, Wescley Well Vicente	Avaliação para aprendizagem na disciplina de Cálculo 1: percepções de discentes e docentes da Universidade de Brasília

QUADRO A1. PESQUISAS ENCONTRADAS NO MAPEAMENTO INICIAL (CONCLUSÃO).

<b>IES</b>	<b>Ano</b>	<b>Dissertação ou Tese</b>	<b>Autor</b>	<b>Nome</b>
Unioeste	2019	Dissertação	Spielmann, Rosane	Usos, omissões e significados atribuídos ao sinal de igual: um olhar para a produção escrita de alunos em provas de Cálculo Diferencial e Integral I
PUC-SP	2020	Tese	Lopes, Lailson dos Reis Pereira	Estado do conhecimento da abordagem dada às disciplinas dos ramos de Análise Matemática, Álgebra e Geometria nos cursos de licenciatura em Matemática (2001-2019)
UFC	2020	Dissertação	Albuquerque, Rosângela Maria	O ensino de Cálculo Diferencial e Integral adaptado para discente com Transtorno do Espectro Autista e Discalculia: um estudo de caso com base em Vigotski

Fonte: Registros do autor a partir da consulta nos bancos da BDTD e da CAPES

## ANEXO II. RESULTADOS PRELIMINARES DO MAPEAMENTO INICIAL

TABELA B1. PROCEDIMENTOS METODOLÓGICOS NAS PESQUISAS DO MS INICIAL.

<b>Procedimentos</b>	<b>Quantidade de pesquisas</b>
Atividades	22
Questionário	19
Entrevista semiestruturada	17
Observação em campo	11
Pesquisa documental	11
Diário de campo	6
Gravações e Vídeos	5
Observação participante	5
Pesquisa histórico-documental	5
Testes	5
Estudo Bibliográfico	3
Pesquisa-ação	3
<i>Design Experiment</i>	2
Entrevistas não estruturadas	2
Planilhas	2
Outros <sup>91</sup>	8

<sup>91</sup> Procedimentos com somente uma aparição: Entrevista estruturada, Estado da arte / Estado do conhecimento, estudo de caso, estudo etnográfico, intervenção pedagógica, investigação sobre a própria prática, mapa conceitual, pesquisa oral

QUADRO B1. EIXO E SUBEIXOS ESTABELECIDOS NO MS INICIAL.

<b>Eixo</b>	<b>Subeixos</b>	<b>Quantidade de Pesquisas nos Subeixos</b>	<b>Quantidade de Pesquisas no Eixo</b>
<b>Análise epistemológica sobre o ensino de Cálculo</b>	A disciplina do CDI intrinsecamente	7	8
	O papel do ensino do CDI no curso	1	
<b>Análises históricas do ensino de Cálculo</b>	O ensino de CDI no local $x$ e na época $y$	3	6
	Lições históricas do ensino de CDI	3	
<b>O professor de Cálculo</b>	Prática do professor de CDI	6	8
	Grupos de professores de CDI	2	
<b>Aprendizagem de/no Cálculo</b>	A utilização de TICs no ensino de CDI	17	43
	A Educação Inclusiva no ensino de CDI	2	
	A Modelagem Matemática no ensino de CDI	6	
	O Pensamento Matemático Avançado e o ensino de CDI	6	
	Dificuldades dos estudantes de CDI	4	
	O ensino de CDI à distância	3	
	A História da Matemática no ensino de CDI	3	
	Aprendizagem baseada em outras teorias da Educação/EM	2	
<b>Mapeamento do Cálculo</b>	Panoramas ou estado da arte do CDI	2	2

Fonte: Registros do autor a partir da consulta nos bancos da BDTD e da CAPES