

UM PANORAMA SOBRE AS PESQUISAS BRASILEIRAS RELACIONADAS COM O ENSINO E A APRENDIZAGEM DE CÁLCULO COM ÊNFASE EM RESOLUÇÃO DE PROBLEMAS

A PANORAMA OF BRAZILIAN RESEARCH REGARDING TEACHING AND LEARNING OF CALCULUS WITH EMPHASIS IN PROBLEM SOLVING

ELIANE BIHUNA DE AZEVEDO*
ELISANDRA BAR DE FIGUEIREDO**
PEDRO MANUEL BAPTISTA PALHARES***

RESUMO

Este texto tem por objetivo apresentar um panorama das pesquisas brasileiras relacionadas com o ensino e a aprendizagem de Cálculo Diferencial e Integral e sobre o uso da metodologia de Resolução de Problemas para ensinar conteúdos inerentes a esta disciplina. Para realizar a catalogação dos trabalhos acadêmicos relacionados com o Cálculo foi utilizada a base de dados da CAPES no período de 2013 a 2017. Para traçar um panorama das pesquisas que relacionam a metodologia de Resolução de Problemas com o Cálculo tomamos como referência os trabalhos desenvolvidos pelo Grupo de Trabalho e Estudo em Resolução de Problemas e pelo Grupo de Pesquisas e Estudos Avançados em Educação Matemática, além do portal da CAPES. Nesta pesquisa constatamos que há poucas investigações que são realizadas no Ensino Superior que conciliam a metodologia de Resolução de Problemas com o ensino e a aprendizagem de Cálculo em turmas regulares. Isso é um indicativo da importância desse tema e destacamos que mais pesquisadores deveriam desenvolver trabalhos nesse campo.

Palavras-chave: Ensino e aprendizagem de Cálculo. Metodologia de Resolução de Problemas. Estado da Arte.

ABSTRACT

This text aims to present a panorama of Brazilian research to regarding the teaching and learning of Differential and Integral Calculus and the use of the Problem-Solving methodology to teach contents inherent to that course. In order to carry out the mapping of the Calculus-related academic works the CAPES data base was used from 2013 to 2017. To produce an overview of the researches relating the Problem-Solving methodology to Calculus, we take as reference the work developed by the Work and Study Group on Problem Solving, and by the Research and Advanced Studies Group in Mathematics Education, in addition to the CAPES portal. This research found that there are few investigations carried out in Higher Education combining the Problem-Solving methodology with the teaching and learning of Calculus in regular classes. That indicates the theme's relevance and emphasizes that more works should be developed in that field.

Keywords: Teaching and learning of Calculus. Problems Solving Methodology. State of the art.

* Doutora. Universidade do Estado de Santa Catarina. E-mail: eliane.azevedo@udesc.br. Orcid: <https://orcid.org/0000-0002-7075-177X>

** Doutora. Universidade do Estado de Santa Catarina. E-mail: elisandra.figueiredo@udesc.br. Orcid: <https://orcid.org/0000-0003-2101-4009>

*** Doutor. Universidade do Minho. E-mail: palhares@ie.uminho.pt. Orcid: <https://orcid.org/0000-0001-9951-9467>

INTRODUÇÃO

O Cálculo Diferencial e Integral¹ envolve conceitos que possuem aplicabilidade em diversas áreas do conhecimento. No Brasil, a disciplina de Cálculo é componente curricular obrigatória do primeiro ano dos cursos universitários e de alguns cursos Técnicos, em nível de Ensino Médio, relacionados com a área de Ciências Exatas. A essa disciplina estão associados elevados índices de insucesso (REZENDE, 2003; WROBEL; ZEFERINO; CARNEIRO, 2013; SANTOS *et al.*, 2016; ALVARENGA; DORR; VIEIRA, 2016, dentre outros) que, por sua vez, podem contribuir com a evasão, não somente da disciplina, mas do sonhado curso de graduação. Esta hipótese é feita com base nos resultados da pesquisa realizada pelo Instituto Lobo e divulgada por Silva Filho *et al.* (2011) que revelaram que no Ensino Superior brasileiro a evasão no primeiro ano de curso chega a ser o triplo dos demais anos. Esses autores também afirmam que a estratégia de ensino predominante neste nível de ensino é o estilo tradicional. Nesta abordagem, sabe-se que o estudante tem pouca ou nenhuma oportunidade de se engajar de forma comprometida com a sua aprendizagem e é potencialmente favorável a aprendizagem “memorística” (SANTAROSA; MOREIRA, 2011), pois os docentes que adotam essa abordagem metodológica tendem a atribuir notas aos estudantes exclusivamente por meio de avaliações escritas em que será “cobrado” o que o professor ensinou. Assim sendo, basta que o aluno saiba reproduzir o que viu em aula para ser bem avaliado. Entretanto, na disciplina de Cálculo essa forma de “estudar” para os testes não é suficiente para a maioria dos discentes, pois é necessário que estes entendam os conceitos inerentes à disciplina. Diante das dificuldades de aprendizagem apresentadas pelos alunos, tanto a literatura aponta como muitos professores acreditam que estas são oriundas dos conceitos de matemática elementar do ensino pré-universitário (CURY, 2009; LIMA *et al.*, 2014). Outro motivo elencado na literatura para as dificuldades de aprendizagem diz respeito à metodologia de ensino (PAGANI; ALLEVATO, 2016; RAFAEL; ESCHER, 2015).

Diante desse cenário, docentes preocupados com as dificuldades de ensino e de aprendizagem buscam novas estratégias de ensino, visando melhorar a aprendizagem e com a expectativa de contribuir para reverter os elevados índices de reprovação e evasão em Cálculo (FIGUEIREDO *et al.*, 2014). A primeira autora insatisfeita com a realidade vivenciada por suas turmas de Cálculo, cujo contexto era similar ao supracitado, se propôs a inserir a metodologia de ensino-aprendizagem-avaliação de Matemática para ensinar conteúdos de Cálculo através da Resolução de Problemas. Essa foi a temática de sua pesquisa de doutoramento² que foi orientada pelos coautores deste texto. Com o intuito de estar a par das pesquisas que vinham sendo desenvolvidas com essa temática, avaliar a pertinência e relevância de sua pesquisa para a área de Educação Matemática foi realizada uma pesquisa do tipo “estado do conhecimento” ou “estado da arte”. Esta pesquisa foi constituída de duas partes, ambas apoiadas em dissertações e teses concluídas relacionadas com as áreas de interesse. A primeira busca se deu na base de dados da Coordenação de Aperfeiçoamento Pessoal de Nível Superior³ (CAPES), no período de 2014 a 2017, por trabalhos relacionados com o ensino e a aprendizagem de Cálculo. Optamos por este período porque, respectivamente, de 1999 e de 2003 até o ano de 2013, Pagani e Allevato (2014) e Marini (2014) já haviam realizado esse mapeamento. A segunda busca almejava traçar um panorama das pesquisas que utilizam a metodologia de Reso-

1 Nas próximas menções ao Cálculo Diferencial e Integral usaremos apenas o termo Cálculo.

2 AZEVEDO, E. B. **Vivenciando a metodologia de ensino-aprendizagem-avaliação através da Resolução de Problemas nas aulas de Cálculo Diferencial e Integral**. Tese de doutorado. Universidade do Minho, Braga, Portugal, 2019

3 Disponível em: <http://catalogodeteses.capes.gov.br/catalogo-teses/#/>

lução de Problemas, em particular para o ensino e/ou aprendizagem de Cálculo. Para tanto, além de consultarmos o banco de teses e dissertações da CAPES tomamos como referência dois artigos do livro “Perspectivas para Resolução de Problemas” (ONUCHIC; LEAL JR; PIRONEL, 2017), pois apresentam um estado da arte nas pesquisas brasileiras de Resolução de Problemas. Ressaltamos que, na busca por essas pesquisas não foi estipulado o recorte temporal, pois pesquisas cuja temática contempla o Cálculo e a Resolução de Problemas existem em menor número.

Este artigo está estruturado em quatro partes. Na primeira parte abordaremos os procedimentos metodológicos. Na segunda apresentaremos o panorama das pesquisas referentes ao ensino e à aprendizagem de Cálculo. Na terceira parte explanaremos sobre o estado do conhecimento das pesquisas que abordaram a Resolução de Problemas como estratégia metodológica e, em seguida, focaremos nas investigações com essa temática adotada para o ensino de algum(ns) conteúdo(s) de Cálculo. A última parte apresenta os comentários finais e referências.

PROCEDIMENTOS METODOLÓGICOS

A fim de ter um panorama das pesquisas que abordam questões relativas ao ensino e à aprendizagem de Cálculo, consultamos o banco de teses e dissertações da CAPES. Ao usar os descritores “cálculo diferencial” e “ensino superior”, restringindo a área de avaliação dos trabalhos para Educação, Ensino, Ensino de Ciências e Matemáticas tivemos um retorno de 46.300 trabalhos. Ao fazer a primeira seleção dos trabalhos, pelos títulos, percebemos que os primeiros listados pareciam ser os mais prováveis de serem de interesse na busca, pois após o trabalho listado na posição 700 tornou-se cada vez mais difícil de encontrar algum trabalho que nos interessasse usando como referência o título. Com isso, optamos por considerar a busca nos primeiros 1500 trabalhos listados, que corresponde a pouco mais de 3% dos 46.300 trabalhos. A partir dessa delimitação, entre teses de doutorado (D), dissertações de mestrado acadêmico (MA) e mestrado profissional (MP), ficamos com 208 trabalhos para serem analisados.

A segunda parte da pesquisa relacionada a esse mapeamento de teses e dissertações consistiu em ler os resumos e as palavras chaves de cada um dos trabalhos com o intuito de estabelecer categorias relacionadas com o tema de interesse e com os assuntos abordados. A leitura crítica dos resumos e processos de “idas e vindas” a eles, possibilitam ao investigador “estabelecer categorias de análise relativas ao tipo de formação, tipo de estudo, técnicas de pesquisa” (ROMANOWSKI; ENS, 2006). Com esse procedimento, conforme a experiência do investigador que faz a análise, é possível estabelecer *uma das possíveis* histórias que são reveladas por meio de um conjunto de resumos relacionados em torno de um tema (FERREIRA, 2002). Para a constituição das categorias de análise foi importante recorrer a estudos similares, pois estes permitiram identificar e apontar as tendências de pesquisas na área de conhecimento de interesse (ROMANOWSKI; ENS, 2006). No nosso caso, identificamos dois trabalhos que apresentavam um mapeamento sobre as pesquisas relacionadas com o ensino e a aprendizagem de Cálculo (PAGANI; ALLEVATO, 2014; MARINI, 2014). Pagani e Allevato (2014) analisaram 28 trabalhos e Marini (2014), 35 trabalhos em nível de mestrado e doutorado. Marini (2014) considera um espaço de tempo menor que Pagani e Allevato (2014), entretanto identifica um maior número de trabalhos em virtude de ter considerado alguns artigos com mesmo título dos trabalhos finais de mestrado/doutorado cujas dissertações/teses não se encontravam disponíveis em ambientes

virtuais de acesso público. O contato com essas pesquisas foi o fator decisivo para delimitarmos o período de nosso interesse como sendo as pesquisas acadêmicas concluídas entre os anos de 2014 e 2017. Optamos por dar sequência ao trabalho de mapeamento realizado por esses autores, pois almejávamos estar a par do que vinha sendo discutido nas pesquisas atuais dessa área de conhecimento. Ao considerar essa delimitação temporal, dos 208 trabalhos selecionados, restaram 84 a serem analisados. Efetuada a análise desses trabalhos, refazendo a pesquisa no portal da CAPES considerando as mesmas áreas de avaliação e como descritores as expressões “cálculo diferencial AND ensino superior” tivemos um retorno de 315 trabalhos, dos quais 36 pertenciam ao período de 2014 a 2017, sendo que destes, 27 já haviam sido considerados em nossa análise. A distribuição por ano e nível (mestrado/doutorado) dos 93 trabalhos encontrados está apresentada na Tabela 1.

Tabela 1 - Teses e dissertações referentes ao ensino e à aprendizagem de Cálculo.

Ano	Mestrado		Doutorado	Total
	Acadêmico	Profissional		
2014	4	17	6	27
2015	8	12	4	24
2016	2	19	7	28
2017	2	10	2	14
Total	16	58	19	93

Fonte: Construção dos autores.

Esses dados nos revelam que o número de trabalhos oriundos de pesquisas de mestrados profissionais é bastante representativo, pois corresponde a 62% da produção acadêmica do período em questão. Com relação ao levantamento apresentado por Pagani e Allevato (2014), houve um aumento em aproximadamente 20% desse tipo de produção.

Por intermédio da leitura dos resumos destes trabalhos percebemos uma vasta diferença nas suas respectivas estruturas. Alguns destes permitiram identificar claramente qual era o objetivo do trabalho, quais foram os procedimentos metodológicos adotados e as conclusões do estudo. Outros resumos, por serem muito sucintos, não nos permitiram identificar essas informações. Nesses casos, tivemos de recorrer a leitura da introdução e da conclusão, além de fazer uma “leitura em diagonal⁴” do trabalho. Com essa exploração ratificamos a percepção de Pagani e Allevato (2014) de que muitas pesquisas acadêmicas são motivadas pelos elevados índices de reprovação no primeiro curso de Cálculo provenientes de dificuldades no ensino e na aprendizagem dos conteúdos a ele intrínsecos. Neste mesmo contexto, inseriu-se a pesquisa de doutorado a que este texto está associado. Os conteúdos/temas abordados nas pesquisas catalogadas estão apontados na Tabela 2.

⁴ Leitura em diagonal define-se como “um tipo de leitura rápida, em que o objectivo é procurar uma informação específica ou identificar as ideias principais de um texto, que te vai permitir organizar melhor o teu estudo”. Definição disponível em: <http://www.cursinhoadmissao.com.br/downloads/dicas/3.pdf>

Tabela 2 - Distribuição dos assuntos abordados nas teses e dissertações sobre ensino e aprendizagem de Cálculo.

Conteúdos/tema abordado	Número	Percentual (%)
Função	9	9,7
Derivada	16	17,2
Limite	10	10,8
Integral	14	15,1
Limite e derivada	7	7,5
Limites, derivadas e integral	9	9,7
Derivada e integral	3	3,2
Elementos de Cálculo de forma geral	10	10,8
Outros	15	16,1
Total	93	100,0

Fonte: Construção dos autores.

Pela Tabela 2, nota-se que o conteúdo mais explorado nos trabalhos acadêmicos é o de derivadas, seguido de integrais e limites. Alguns trabalhos abordam de forma isolada um desses assuntos, outros um pouco de cada assunto. Na categoria de “funções” foram considerados trabalhos que abordavam funções de uma variável ou duas variáveis. Na categoria “limite”, estão sendo considerados também os que abordam o assunto de continuidade, pois está diretamente associado com esse conteúdo. A categoria “integral” considera os trabalhos que abordam integrais indefinidas e definidas. Destacamos que a maioria desses trabalhos aborda o conteúdo de integrais definidas por meio de estudo do Teorema Fundamental do Cálculo ou Somas de Riemann. A maioria dos trabalhos enquadrados na categoria “elementos de Cálculo de forma geral” estão relacionados com conteúdos de matemática pré-universitária. E, na categoria “outros” há trabalhos que versam sobre: ambiente virtual de aprendizagem; disciplinas oferecidas na modalidade a distância ou semipresenciais; evasão e/ou indicadores de permanência; desempenho acadêmico em Cálculo; dificuldades de aprendizagem; processos formativos e aspectos epistemológicos; comprometimento/regulação do aluno com a aprendizagem; preocupação com aspectos históricos relacionados com o Cálculo ou a disciplina de Cálculo; proposta de proficiência em Cálculo; e, estado da arte.

Com relação às pesquisas que abordam metodologia de Resolução de Problemas, o livro de Onuchic, Leal Jr e Pironel (2017) dispõe de dois capítulos que apresentam um estado da arte nas pesquisas brasileiras em que a Resolução de Problemas é concebida como uma metodologia de ensino. O primeiro destes é o artigo de Andrade e Onuchic (2017) que apresenta um breve resumo de todos os trabalhos que foram desenvolvidos pelo Grupo de Trabalho e Estudo em Resolução de Problemas (GTERP) que, no âmbito de Brasil, é o grupo de pesquisa mais atuante nessa temática, ao longo de seus 25 anos de existência. Ao todo foram desenvolvidas 28 pesquisas acadêmicas, sendo 17 em nível de mestrado e 11⁵ em nível de doutorado. Além dessas pesquisas, naquela época havia em andamento três trabalhos de mestrado e quatro de doutorado. O segundo capítulo que se refere ao estado da arte das pesquisas em Resolução de Problemas é o artigo de Ferreira, Silva e Martins (2017) que apresenta um mapeamento mais refinado, de acordo com os nossos interesses, sobre as pesquisas desenvolvidas no GTERP e no Grupo de Pesquisas e Estudos Avançados em Educação Matemática (GPEAEM), pois

⁵ Apesar de afirmarem que há 11 teses concluídas, listam apenas 10 no artigo.

focaram em pesquisas que foram realizadas no Ensino Superior. Esses autores apresentam 13 pesquisas, sendo que dessas, nove estão vinculadas ao GTERP e quatro ao GPEAEM.

A fim de verificar pesquisas em Resolução de Problemas, com o olhar seletivo para pesquisas voltadas para o Ensino Superior e, particularmente, o ensino de Cálculo, que não estavam relacionadas com o GTERP e o GPEAEM, realizamos uma pesquisa no banco de teses e dissertações da CAPES. Para tanto, consideramos por descritores, de forma simultânea, as seguintes expressões “ensino de cálculo diferencial” AND “resolução de problemas” AND “ensino superior”. Nessa busca, não delimitamos o período desejado e encontramos um retorno de 42 trabalhos, entre teses e dissertações. O refinamento desses dados iniciou pela leitura dos títulos. Nessa leitura preliminar foi identificado o uso da expressão Resolução de Problemas no sentido de buscar solução de problemas/exercícios (BARICHELLO, 2008; MACHADO, 2008; NOGUEIRA, 2016), não no contexto de metodologia de ensino que era nosso interesse. Nos trabalhos em que a leitura do título gerava dúvida se de fato abordavam o nosso tema de interesse, fizemos a leitura do resumo e das palavras chaves. Após essa seleção, restaram somente quatro trabalhos, porém desses, um não foi encontrado em versão digital. Portanto, desconsiderando esse trabalho que não tivemos acesso, restaram três trabalhos a serem analisados. Entretanto, todas essas pesquisas remanescentes já haviam sido identificadas na pesquisa do estado do conhecimento relacionado ao ensino e à aprendizagem de Cálculo e uma destas estava vinculada ao GTERP (RIBEIRO, 2010).

Assim sendo, a busca no portal da CAPES e a análise dos artigos de Andrade e Onuchic (2017) e Ferreira, Silva e Martins (2017) revelou-nos que, no período de 1992 a 2017, foram desenvolvidas 34 pesquisas brasileiras relacionadas com o uso da metodologia de RP. A Tabela 3 apresenta a distribuição das teses e dissertações, por ano, desenvolvidas nesse período.

Tabela 3 - Teses e dissertações referentes à metodologia de Resolução de Problemas.

Ano	Mestrado	Doutorado	Total	Ano	Mestrado	Doutorado	Total
1992	1	0	1	2006	1	0	1
1995	1	0	1	2008	1	0	1
1997	1	0	1	2010	3	1	4
1998	3	1	4	2011	2	0	2
1999	1	0	1	2012	1	1	2
2002	2	0	2	2013	0	2	2
2003	1	1	2	2014	0	5	5
2004	1	0	1	2015	1	1	2
2005	0	1	1	2017	0	1	1

Fonte: Produção dos autores.

Na próxima seção apresentaremos a classificação das pesquisas relacionadas com o ensino e aprendizagem de Cálculo quanto às categorias e aos conteúdos abordados nas investigações.

PANORAMA DAS PESQUISAS REFERENTES AO CÁLCULO

As categorias de análise consideradas para as pesquisas relacionadas com o ensino e a aprendizagem de Cálculo foram adaptadas de Pagani e Allevalo (2014). Essas autoras classificaram as

pesquisas quanto à natureza empírica (trabalhos que versam sobre alguma prática de ensino) ou teórica, sendo que os trabalhos de natureza empírica, foram agrupados em três subcategorias. Na caracterização das pesquisas encontradas, usamos a mesma que Pagani e Allevatto (2014) quanto à natureza dos trabalhos. Quanto às subcategorias, fizemos alteração na categoria A3 dessas autoras. Ao invés de relacioná-la somente com concepções de ensino apresentadas pelos alunos, de acordo com algum referencial teórico, no processo de aprendizagem também consideramos as concepções dos professores sobre o ensino. Além dessa modificação, sentimos a necessidade de incluir mais uma categoria para as pesquisas de natureza empírica (A4) e outras três nas de natureza teórica (B1, B3 e B4), que serão detalhadas na sequência desse texto. A descrição das subcategorias que adotamos e o número de trabalhos que se enquadram nas respectivas classificações estão apresentados na Tabela 4.

Tabela 4 - Distribuição dos trabalhos em categorias e subcategorias.

Natureza	Categoria	Trabalhos que...	Total
Empírica	A1	implementam e[ou] analisam uma prática de ensino	41
	A2	resultam em uma proposta de ensino com abordagens baseadas na teoria cognitiva e na aprendizagem significativa	1
	A3	discutem e analisam concepções apresentadas pelos alunos/professores no processo de aprendizagem/ensino de acordo com algum referencial teórico	11
	A4	analisam interação em ambientes virtuais em curso de Cálculo ofertados totalmente/parcialmente na modalidade de ensino a distância (EaD)	5
Teórica	B1	apresentam revisão de literatura e proposta de aula não implementada	24
	B2	abordam e discutem as dificuldades no ensino e aprendizagem de Cálculo	6
	B3	se apoiam na análise de documentos ou pesquisa histórica	4
	B4	discutem e analisam a abordagem dada a um conteúdo específico segundo a teoria cognitiva	1
			93

Fonte: Construção dos autores.

Uma primeira interpretação desses dados nos permite perceber que 63% (58 de 93 trabalhos) são de natureza empírica e, desses, aproximadamente 70% (41 de 58 trabalhos) dos trabalhos relatam alguma atividade implementada em sala de aula, posteriormente analisada. E, com relação aos trabalhos de natureza teórica, cerca de 68% (24 de 35) consistiram de uma revisão de literatura e da proposição de alguma atividade ainda não implementada. Algumas dessas propostas aparecem dispersas ao longo do texto e não apresentam indícios de que fora feita uma experimentação antes da versão final apresentada nos respectivos trabalhos.

Na subcategoria A1 agrupamos os trabalhos que implementaram e analisaram uma prática de ensino (ALONSO, 2017; ALVES, 2014; ARAÚJO, 2015; BARBOSA, 2016; BATISTA, 2017; BEZERRA, 2016; CANTARUTI, 2017; COIMBRA, 2015; FONTES, 2015; GOMES, 2016; INGAR, 2014; MULLER, 2015; NOGUTI, 2014; PAGANI, 2016; PIRES, 2016; TAVARES, 2014; VOGADO, 2014; GONÇALVES, 2014; OLIVEIRA JR, 2015; MARTINS JR, 2015; KUOKAWA, 2015; LADEIRA, 2014; LADISLAU, 2014; LEMKE, 2017; LIMA, 2017; MATTOS, 2015; MOURA, 2014; OLIVEIRA., 2014; SOUZA DE OLIVEIRA, 2014; PEREIRA, 2015; RAVAGNANI, 2014; REIS, 2015; RICALDONI, 2014; CARDOSO DA SILVA, 2015; SILVEIRA, 2017; NASCIMENTO, 2017; FONSECA, 2017; SANTOS, 2017; SILVA, 2016; LINO, 2015;

SILVA FERREIRA, 2017). Alguns desses experimentos, como estratégia de ensino, fizeram uso de metodologias diferenciadas, tais como: Resolução de Problemas (BEZERRA, 2016; NOGUTI, 2014; PAGANI, 2016; VOGADO, 2014; PEREIRA, 2015; CARDOSO DA SILVA, 2015); Modelagem Matemática (BATISTA, 2017); Engenharia Didática (ALVES, 2014; INGAR, 2014); e, Matemática Realística (TAVARES, 2014). Dentre as pesquisas que usaram a Resolução de Problemas, exceto a de Cardoso da Silva (2015), as demais usaram a concepção de ensinar através da Resolução de Problemas e adotaram como referencial teórico os trabalhos de Onuchic (1999). O trabalho de Cardoso da Silva (2015) também foi o único que considerou a formulação de problemas associada a resolução de problemas. Diversos trabalhos dessa categoria também fizeram uso de algum software matemático, tais como: Winplot (PAGANI, 2016), CAS Mathematica (INGAR, 2014), Máxima (LADEIRA, 2014; OLIVEIRA, 2015) e quinze trabalhos fizeram uso do GeoGebra. Desses 15 trabalhos, em duas pesquisas o foco principal foi desenvolver atividades que envolvessem conteúdos de Cálculo, mais especificamente sobre funções de duas variáveis e taxas de variação, respectivamente, de Lemke (2017) e Silveira (2017). A pesquisa dessas autoras considerou a teoria do conhecimento tecnológico e pedagógico do conteúdo (TPACK), por isso, o GeoGebra teve um papel central na pesquisa e agiu como uma ferramenta facilitadora da aprendizagem. Da categoria A1, o trabalho de Gomes (2016) é o único que não implementou, mas analisou uma prática. Esse investigador utilizou a Teoria de Resposta ao Item e a Teoria Clássica para calibração dos itens de um teste bem como para analisar os resultados de duas dessas avaliações que foram aplicadas na Universidade de Brasília (UNB) e propõe um esquema de Avaliação Computacional Adaptada para Cálculo. A proficiência em Cálculo criada pelo Departamento da Matemática da UNB, foi uma proposta inovadora com intenção de melhorar o aproveitamento dos alunos nessa disciplina e baseia-se na avaliação por competências com suporte da psicometria e da estatística. Quatro pesquisas dessa categoria fizeram uso da teoria de Representação Semiótica (SANTOS, 2017; SILVA, 2016; LINO, 2015; FERREIRA, 2017). Silva (2016) também utilizou material produzido por impressão 3D para abordar o conteúdo de integrais duplas e triplas. Com relação ao cunho metodológico dessas pesquisas, somente o trabalho de Mattos (2015) apresenta uma análise quantitativa. Muller (2015) indica que sua pesquisa é quali-quantitativa, entretanto, em sua análise não usou ferramentas de estatística. Entendemos que sua pesquisa foi qualitativa com dados quantitativos.

A subcategoria A2 contempla trabalhos que se fundamentaram em teorias cognitivas para sugerir uma proposta de trabalho. De acordo com nossa análise, somente a dissertação de mestrado de Macão (2014) se enquadra nessa categoria. Esse pesquisador fez uma análise de dois livros didáticos de Cálculo de forma a fazer um enquadramento teórico do conteúdo do conceito derivadas conforme a teoria Três Mundos da Matemática de David Tall: corporificado, operacional e axiomático.

Os onze trabalhos da categoria A3 são trabalhos que usam um referencial teórico para discutir e analisar concepções apresentadas pelos participantes que são alunos e/ou professores nos processos de ensino e/ou aprendizagem. Donel (2015) usou a teoria construtivista piagetiana para investigar as dificuldades de aprendizagem em Cálculo e concluiu que essas estão relacionadas com o nível de desenvolvimento cognitivo e “são explicadas pela ausência de instrumentos cognitivos da inteligência, [e] da falta de estruturas de pensamento” (p. 143). Farias (2015) investigou possíveis inter-relações de conceitos da Teoria da Atividade e de Comunidades de Práticas e, para análise de dados, amparou-se nos princípios da teoria de Análise de Conteúdo. Fernandes (2015) usou a Teoria Antropológica do Didático, desenvolvida por Yves Chevallard. Esse pesquisador propôs um modelo heurístico para análise didática ecológica, que permitiu identificar as funcionalidades do objeto matemático pesquisado e estruturar uma proposta de como os conteúdos de Cálculo poderiam ser abordados em uma disciplina do curso que “substituiu” a disciplina de Cálculo em um curso de Engenharia Civil. Dalmolin (2015)

fundamenta-se nos princípios da Teoria Histórico-Cultural, com foco na obra de Davydov, cuja matriz epistemológica encontra-se no Materialismo Histórico Dialético, considerado como método de estudo. Essa teoria foi aplicada na análise de erros de estudantes. Em seus estudos concluiu que a natureza dos erros detectados revela essa tricotomia existente entre a Aritmética, a Geometria e a Álgebra. Junqueira (2014) e Miranda Rocha (2016) abordam questões epistemológicas. O primeiro destes autores tece uma rede de significados de toda a pesquisa e elenca as dimensões e significados da prática do professor de Cálculo Diferencial e Integral I. O segundo foca na análise de erros de estudantes repetentes em Cálculo. Fontoura (2016), Diogo (2015) e Pinto (2014) usam a teoria do pensamento matemático avançado de Tall e/ou Vinner. Além de abordagens mais teóricas, Pinto (2014) e Farias (2015) também usaram os softwares GeoGebra e/ou Winplot. Rachelli (2017) usou como referencial teórico e metodológico a teoria APOS e elaborou a decomposição genética a fim de caracterizar as ações mentais dos estudantes na compreensão dos conceitos de derivada clássica e derivada fraca. Minisini (2016) usou como referencial teórico os estudos de Vigotski, a Zona de Desenvolvimento Proximal e os níveis de ajuda, apoiada em pesquisas relacionadas com a teoria cultural da objetivação para abordar o assunto de função afim com licenciandos em Matemática.

Na categoria A4 concentramos os trabalhos em que a disciplina de Cálculo foi ofertada na modalidade de ensino a distância. Dos cinco trabalhos dessa categoria, quatro se referem a disciplina de Cálculo oferecida na modalidade semipresencial (BEZERRA, 2015; CAMPOS, 2014; LOPES, 2014; SILVA, 2017) e uma, na modalidade totalmente a distância (LEITE DE ALMEIDA, 2016). As pesquisas de Campos (2014) e Lopes (2014), abordaram o uso de algum ambiente virtual de aprendizagem para o ensino de um conteúdo específico. A primeira pesquisadora abordou o assunto de continuidade e, a segunda, derivadas. Como meio de interação entre os participantes, Lopes (2014) também fez uso do aplicativo *WhatsApp* e da rede social *Facebook*. Leite de Almeida (2016) e Silva (2017) fizeram uso da plataforma Moodle para interagir virtualmente com os participantes. Exceto Bezerra (2015), os demais autores apontam como aspecto positivo para a aprendizagem a interação entre os pares. Em sua tese, Campos (2014) apresentou uma análise minuciosa das interações entre os participantes apoiada nas seguintes teorias: Modelo de Estratégia Argumentativa, da Metáfora do Participacionismo e da Teoria da Cognição Corporificada. Todos esses trabalhos foram de natureza qualitativa. Silva (2017) adotou a Análise Textual Discursiva como opção metodológica e foi o único a utilizar um software para o tratamento dos dados qualitativos (ATLAS.ti ®).

Os trabalhos categorizados como B1 são resultados de pesquisas que se caracterizam como uma revisão de literatura sobre os conteúdos de Cálculo e que apresentam alguma proposta de atividades/aulas que não foram implementadas. As pesquisas categorizadas como B1 são: Dias (2016); Ferreira (2016); Machado (2016); Teixeira Machado, (2016); Nasserela (2014); Taveira Neto (2016); Queiroz (2016); Ribeiro (2016); Santos (2015); Costa (2016); Floret (2014); Fonseca (2015); Godinho (2014); Lucca Jr. (2017); Galindo Jr. (2016); Silva Jr. (2014), Lima (2016); Neves (2016); Paula (2016); Henriques Santos (2014); Santos (2014), Sousa (2014); Souza (2015), Souza (2016). Percebemos que todas as pesquisas dessa categoria são provenientes de mestrado profissional. Vinte e uma (corresponde a 87%) pesquisas dessa categoria estão relacionadas com propostas de atividades a serem desenvolvidas no Ensino Médio. Dessas, as nove primeiras pesquisas fazem uso do software GeoGebra. Entretanto, como docentes, entendemos que a maior parte não obteria sucesso na aplicação, pois a abordagem apresentada nas dissertações foi similar à apresentada no Ensino Superior. Um exemplo desse comentário pode ser constatado no trabalho de Lima (2016). O objetivo desse pesquisador era fornecer um material de apoio ao professor do Ensino Básico para que este conhecesse outra estratégia de demonstração

de algumas fórmulas de volume de sólidos geométricos sem a necessidade de recorrer ao princípio de Cavalieri. No entanto, as demonstrações apresentadas por Lima (2016) fazem uso de integrais definidas abordadas da mesma forma como é ensinado em um curso de Cálculo. Assim sendo, entendemos que este material estaria atendendo ao objetivo do pesquisador, mas que seria inviável a sua aplicabilidade no Ensino Básico, pois necessitaria de muitos conhecimentos de Cálculo não abordados nesse nível de ensino. Floret (2016), além de apresentar uma proposta para o Ensino Médio, elaborada após analisar entrevistas de professores sobre essa temática, também apresentou índices de (não) aprovação da Universidade Federal do Rio de Janeiro entre os anos de 2011 e 2013. Nesse período, o índice de reprovação foi em torno de 60%. Um exemplo de proposta desenvolvida para Ensino Superior, com uso do GeoGebra, que poderia ser implementada no Ensino Médio, é a de Teixeira Machado (2016). Outras duas pesquisas relacionadas com o Ensino Superior usam estratégias metodológicas diferenciadas da tradicional. Nasserala (2014) usa a Sequência Fedathi e a Engenharia Didática. Souza (2016) adota a Aprendizagem Baseada em Problemas. Essa autora apresenta um comparativo dos aspectos metodológicos dessa abordagem com as metodologias de Resolução de Problemas e Modelagem Matemática.

Na categoria B2 estão agrupados os trabalhos que abordam e discutem as dificuldades no ensino e aprendizagem de Cálculo. Das seis pesquisas enquadradas nessa categoria, três delas são pesquisas de cunho quali-quantitativo (Amorim Gomes, 2015; Tomas dos Santos, 2014; Zarpelon, 2016). Amorim Gomes (2015) e Tomas dos Santos (2014) usaram estatística descritiva para analisar, respectivamente, indicadores de permanência dos estudantes no Ensino Superior e o comprometimento do estudante de Cálculo de uma Instituição Comunitária de Educação Superior do Rio Grande do Sul. Amorim Gomes (2015) chegou à conclusão de que a maior chance de obter sucesso na disciplina de Cálculo está relacionada com a satisfação com o curso escolhido e o comprometimento com os estudos. Zarpelon (2016) investiga o desempenho de estudantes e sua conclusão está em consonância com Amorim Gomes (2015). Segundo Zarpelon (2016), o (in)sucesso em Cálculo está relacionado com as posturas dos discentes perante a disciplina. Pires da Silva (2015) também investiga o comprometimento de ingressantes de três cursos de Engenharia e de Ciência da Computação da Universidade Federal de Santa Catarina (UFSC). Como conclusão de seu trabalho, Pires da Silva (2015) sinaliza a necessidade de alterações nas posturas discentes e docentes no que diz respeito ao ensino e a aprendizagem de Cálculo. Em seus trabalhos, alguns destes autores fizeram uma pesquisa do estado da arte. Amorim Gomes (2015) analisou as publicações do Congresso Brasileiro de Educação em Engenharia (COBENGE), da Conferência Latino-americana sobre o Abandono no Ensino Superior (CLABES) e da base de dados da CAPES que se referiam a índices de insucesso. Tomas dos Santos (2014) buscou publicações nos anais da Reunião Latino-americana de Matemática Educativa e da CLABES, além do banco de dados da CAPES, sobre ensino e aprendizagem. Almeida (2016) faz um mapeamento dos trabalhos relacionados com a disciplina de Cálculo que foram apresentados no Congresso Brasileiro de Educação em Engenharia entre os anos de 2000 e 2014. Com esse levantamento de artigos, observou que a evasão dos cursos de Engenharia e as reprovações no ciclo básico do curso universitário estão fortemente relacionadas com a disciplina de Cálculo. Pires da Silva (2015) e Zarpelon (2016) apresentam índices de reprovação na disciplina de Cálculo, dos cursos cuja pesquisa estava direcionada, da UFSC e da Universidade Tecnológica Federal do Paraná (UFTRP), respectivamente. Na UFSC entre os anos de 2003 e 2013 os índices de não aprovação oscilam, em média, entre 30% a 70%⁶. Na UFTRP, entre os anos de 2012 e 2014, na média, nos

6 É apresentada uma faixa de índices de reprovação, porque Silva (2015) apresenta esses dados por curso e, no caso, eram quatro cursos envolvidos cujos índices de (in)sucesso variavam muito de curso para curso.

cursos de Engenharia a reprovação foi de 35%. Rafael (2017) estuda ações que quatro instituições de Ensino Superior tomaram com o intuito de reduzir a evasão e reprovação em Cálculo I. Dentre as intervenções realizadas nesse âmbito, duas foram comuns a todas as universidades investigadas: criar disciplina preparatória e oferecer monitoria. Esse autor conclui que as ações tomadas foram medidas paliativas, pois não foi possível constatar melhoras significativas na aprendizagem.

As quatro pesquisas classificadas na categoria B3 são de caráter bibliográfico-documental. As pesquisas de Cunha (2016) e Rocha (2016) se referem a aspectos históricos referentes ao desenvolvimento do Cálculo. Silva (2015) aborda a trajetória da Matemática no Brasil antes de abordar o assunto de interesse da pesquisa, que era, a trajetória do Cálculo do CEFET - SP. Marini (2015), como já foi mencionado anteriormente, fez um levantamento no portal da CAPES e em artigos que estivessem relacionados com o ensino e a aprendizagem de Cálculo em solo brasileiro de 2003 a 2013.

Na categoria B4 foi considerada somente a pesquisa de Leme (2016) que discute e analisa a abordagem dada a um conteúdo de derivada segundo a teoria dos Três Mundos da Matemática de Tall. Apoiado nesses referenciais, Leme estabeleceu nove fluxos de pensamento relacionados a aprendizagem do conceito de derivadas.

Diante do exposto nessa seção pudemos constatar que no período considerado apenas seis pesquisas relacionam o Cálculo e a metodologia de ensino-aprendizagem-avaliação de Resolução de Problemas como metodologia de ensino. E dessas, somente os trabalhos de Vogado (2014) e de Ribeiro (2010) conciliam ambas as temáticas e abordam um conteúdo específico no ambiente de sala de aula, sendo que somente Ribeiro não aplicou em um primeiro curso de Cálculo.

Na próxima seção explanaremos sobre as categorias de análise das pesquisas referentes ao uso da metodologia de Resolução de Problemas, tendo como foco as investigações realizadas no Ensino Superior.

PANORAMA DAS PESQUISAS SOBRE A METODOLOGIA DE RESOLUÇÃO DE PROBLEMAS

Como esta pesquisa de estado do conhecimento referente ao uso da metodologia de Resolução de Problemas os pesquisadores visavam ter um panorama das investigações que vêm sendo desenvolvidas no Ensino Superior e, em particular, focadas no ensino e na aprendizagem de conteúdos de Cálculo, nosso olhar foi seletivo de acordo com esses interesses. Para tanto, consideramos a classificação de acordo com Ferreira, Silva e Martins (2017). Esses autores classificaram as pesquisas que envolvem a Resolução de Problemas no Ensino Superior quanto aos assuntos abordados se estes estão relacionados com o Ensino Básico (geralmente, conteúdos abordados em disciplinas de Matemática Elementar) ou com a Matemática Superior (Cálculo, Álgebra Linear, Álgebra Abstrata, Análise Real, Equações Diferenciais, dentre outros). Nessa investigação, concluímos que, das 34 pesquisas (Tabela 3) relacionadas com a metodologia de Resolução de Problemas, 21 estão relacionadas com os conteúdos de matemática do Ensino Básico; oito pesquisas estão relacionadas com o Ensino Superior (MENINO, 2013; RIBEIRO, 2010; VOGADO, 2014; FERREIRA, 2017; ABDELMALACK, 2011; ROSSI, 2012, CARDOSO DA SILVA, 2015; PAULETTE, 2003); quatro relacionadas com aspectos teóricos (RODRIGUES, 1992; SANTOS, 1995; ANDRADE, 1998; PIRONEL, 2002) e uma relacionada com a análise documental a respeito da evolução das pesquisas sobre Resolução do Problemas no *International Commission on Mathematics Education* (MORAIS, 2015). Dentre as pesquisas que abordaram um ou mais conteúdos relacionados com o Ensino Básico, há oito pesquisas que foram realizadas em alguma disciplina do Ensino Superior do curso de Licenciatura em Matemática (AZEVEDO, 1998;

BOERO, 1999; COSTA, 2012; NUNES, 2010; AZEVEDO, 2014; ALLEVATO, 2005; BASTOS, 2013; NOGUTI, 2014); duas pesquisas realizadas com professores (HUANCA, 2014; JUSTULIN, 2014); e, onze pesquisas realizadas no Ensino Fundamental ou Médio (BOTTA, 1997; FABIANI, 1998; AZEVEDO, 2002; BOLZAN, 2003; PEREIRA, 2004; HUANCA, 2006; HERMÍNIO, 2008; BOTTA, 2010; SOUZA, 2010; PUTI, 2011; PAULOVICH, 1998). De acordo com Ferreira, Silva e Martins (2017), as pesquisas que abordam conteúdos do Ensino Básico no Ensino Superior foram realizadas com a finalidade de “sanar deficiências na aprendizagem desses conteúdos ocorridas durante a Educação Básica⁷ ou revisar e fortalecer a aprendizagem dos alunos” (p. 193). Esses autores acreditam que ofertar uma disciplina com essa finalidade e continuar adotando os meios tradicionais de ensino, ou seja, continuar dando a mesma abordagem que os estudantes já tiveram no ensino anterior à Universidade não estaria contribuindo muito para a formação do discente. Por isso, creem que adotar por metodologia de ensino a Resolução de Problemas, pode contribuir positivamente para a “recuperação” de tais conteúdos.

Com relação às pesquisas que utilizaram a Resolução de Problemas para abordar assuntos do Ensino Superior, corroboramos com Ferreira, Silva e Martins (2017), que muitas delas ocorreram “dentro do ambiente de trabalho profissional dos pesquisadores, e os assuntos escolhidos para o desenvolvimento dos projetos partiram de conteúdos que os alunos tinham muita dificuldade em aprender” (p. 197). Dentre as oito pesquisas com essa abordagem, quatro possuem relação mais direta com os nossos interesses, que são as pesquisas de Abdelmalack (2011), Ribeiro (2010), Vogado (2014) e Cardoso da Silva (2015), por abordarem assuntos de Cálculo. As pesquisas de Paulette (2003), Ferreira (2017), Rossi (2012) e Menino (2013) trataram, respectivamente, de conteúdos da disciplina de Matemática do curso de Administração, Álgebra Moderna, Equações Diferenciais e Matemática Discreta.

Abdelmalack (2011) teve por objetivo averiguar como se realiza a aprendizagem de derivadas através da Resolução de Problemas. Essa pesquisadora trabalhou em horário extraclasse com seis estudantes, que voluntariamente aderiram à pesquisa, e trabalharam em duplas. Ao todo foram desenvolvidas seis atividades, em nove encontros, a fim de trabalhar com a interpretação cinemática mecânica da derivada (velocidade/taxa de variação média) e geométrica da derivada, além de propriedades de derivadas, regras de derivação, gráficos de função construídos a partir da derivada e otimização. Os participantes foram alunos de Engenharia que cursavam Cálculo e que ainda não tinham conhecimento sobre o assunto. A metodologia de pesquisa utilizada foi a qualitativa e, para coleta de dados, foi considerada a observação participante, registros escritos das atividades desenvolvidas pelos alunos, anotações no diário de campo e gravações em vídeo dos encontros. De acordo com a pesquisadora seus alunos se mostraram receptivos à abordagem metodológica adotada e participaram ativamente tanto na resolução dos problemas como no momento das plenárias. A pesquisadora reflete sobre sua prática e conclui que se tivesse inserido o uso de algum software poderia ter proporcionado maior exploração das atividades propostas o que auxiliaria na compreensão dos estudantes.

Ribeiro (2010) teve por objetivo construir os conceitos de integral simples e dupla em coordenadas retangulares. Para tanto preparou nove atividades para serem desenvolvidas. Essas atividades fizeram uso da História da Matemática e, por meio delas, os estudantes tiveram a oportunidade de rever os assuntos de função, limite, continuidade, derivada e integral. Os três primeiros assuntos já eram de conhecimentos dos estudantes, mas haviam sido trabalhados de forma técnica. A pesquisa foi desenvolvida em quatro turmas da Faculdade de Engenharia de Sorocaba: uma da Engenharia Civil, duas da Engenharia Elétrica e uma da Computação. Ribeiro descreveu detalhadamente o percurso

⁷ A expressão Educação Básica tem o mesmo sentido de Ensino Básico.

de sua pesquisa seguindo as orientações de Romberg. Esse pesquisador pôde constatar que o uso da História da Matemática permitiu aos estudantes uma melhor compreensão de como surgiram as ideias do Cálculo e possibilitou transpor esse conhecimento para as tarefas propostas. Com relação ao uso da metodologia de Resolução de Problemas para ensinar Matemática através de problemas, afirma que os alunos puderam “colocar-se no lugar dos desbravadores de novos conceitos de Matemática e do Cálculo e [sentirem a] tensão e o prazer na busca pela resposta certa de um problema, trabalhando com a auto-estima” (RIBEIRO, 2010, p. 306), percebendo-se assim um espírito investigativo e colaborativo na sala de aula.

A tese de Vogado (2014) teve por objetivo investigar o desempenho estratégico de 16 duplas de estudantes da Licenciatura em Matemática da Universidade do Estado do Pará,

frente a uma sequência de ensino que visa[va] ao processo de introdução ao conceito de Integral por meio da Resolução de Problemas, bem como identificar em suas estratégias de resolução, observando a predominância individual e/ou simultânea dos aspectos básicos das atividades matemáticas, segundo Fischbein, quais sejam: a intuição, o algoritmo e o formal (VOGADO, 2014, p. 138).

Para coleta de dados dessa pesquisa qualitativa foi usado o diário de campo do investigador, protocolos dos alunos resultantes das atividades desenvolvidas, áudio e vídeo das aulas. Ao todo foram desenvolvidas sete sequências de ensino que desejavam construir gradativamente o conceito de integral. Ao longo dessas foi utilizado o software GeoGebra para dinamizar as aulas e proporcionar melhor compreensão do conceito de integral por meio da visualização. As conclusões do pesquisador corroboraram com a literatura de Resolução de Problemas de que os trabalhos em grupo geram um ambiente de mais discussões que auxiliam na construção do conhecimento e, ainda, que a tecnologia aliada a esta metodologia pode trazer benefícios à aprendizagem. Com relação às discussões conjuntas, nas primeiras atividades a participação foi tímida, mas com o tempo se tornaram mais produtivas e os alunos mais confiantes. Pela leitura do texto entendemos que essa pesquisa foi desenvolvida em horários extraclasse, mas essa informação ficou subentendida.

Cardoso da Silva (2015), em seu trabalho de mestrado, investigou como o futuro professor de Matemática formula e resolve problemas matemáticos que envolvem o conteúdo de volumes a partir do aplicativo GeoGebra 3D, ou seja, está relacionado com o conteúdo de Integral. A pesquisa, desenvolvida no Instituto Federal da Paraíba campus de Campo Grande, foi qualitativa e caracterizou-se pelo estudo de caso de três dos participantes. O critério de seleção dos casos a serem analisados foi o desempenho acadêmico designado como ótimo, regular e ruim. Ressalta-se que os participantes da pesquisa já haviam cursado Cálculo. Para coleta de dados foram usadas a observação participante, gravações em áudio e registros das formulações e resoluções de problemas produzidos pelos estudantes. Ao todo foram propostas quatro situações problemas, que envolviam um cilindro, uma esfera, um cone e um parabolóide. As formulações e resoluções dos problemas foram realizadas de forma individual. Ao analisar esses dados, observou-se que os estudantes de desempenho acadêmico ótimo e regular formularam e resolveram as quatro situações problemas de forma satisfatória, sendo que o primeiro formulou problemas que evidenciavam maior criatividade. O estudante de desempenho acadêmico ruim, mesmo diante de suas limitações atendeu parcialmente as expectativas da investigadora. Ele conseguiu resolver três das quatro situações problemas e, nas resoluções, usou a mesma estratégia em todas as formulações. Como dificuldade da pesquisa, Cardoso da Silva

destaca o fato do aplicativo GeoGebra 3D funcionar somente quando há conexão de internet e, como pesquisas futuras, sugere investigar

Como a interação professora aluno influencia na apreensão de um conteúdo no Nível Superior? De que modo o significado referencial influencia (sic) no desempenho de alunos numa disciplina de Cálculo em Nível Superior? Qual a relação entre as metodologias utilizadas em sala de aula e o índice de aprovação/reprovação na disciplina de Cálculo? (CARDOSO DA SILVA, 2015, p. 135).

Pela análise desse trabalho, percebemos que não se trata do uso da metodologia de ensino-aprendizagem-avaliação de Resolução de Problemas, pois aqui a resolução de problemas foi uma atividade matemática. No texto, não há evidências de que houve um compartilhamento das soluções e sua discussão com o grupo, o que poderia evidenciar o uso da metodologia de Resolução de Problemas. Apesar desse quesito que nos interessava não ter sido contemplado no trabalho de Cardoso da Silva, essa pesquisa foi a única encontrada em nossa busca que abordou o tema de formulação de problemas.

Nas buscas que realizamos no portal da CAPES relativos ao assunto dessa seção não aparece o trabalho de Pagani (2016), porque essa pesquisadora abordou o conteúdo de Cálculo, mas em nível de Ensino Médio. Apesar de não se tratar de pesquisa realizada no Ensino Superior, iremos considerá-la, pois as descrições detalhadas da metodologia dessa tese, auxiliaram os investigadores. Além disso, o contato virtual estabelecido com a pesquisadora ajudou a estabelecer estratégias de como poderia proceder em sala de aula no sentido de gerir o tempo a fim de cumprir o programa e atender as orientações para ensinar através da Resolução de Problemas.

Pagani (2016) investigou como a metodologia de ensino-aprendizagem-avaliação através da Resolução de Problemas contribui para o desenvolvimento do trabalho com derivadas em sala de aula no curso técnico de Eletrônica. A pesquisa foi de cunho qualitativo e a pesquisadora foi observadora e participante. Como instrumentos de coleta de dados foram utilizados três questionários (o primeiro aplicado aos professores das disciplinas técnicas; o segundo, aos alunos de uma turma do ano desse curso técnico na modalidade integrada; e, o terceiro, fora aplicado no final da coleta de dados à turma de alunos do ano, cujas atividades foram desenvolvidas em sala de aula), diário de campo, gravações em áudio e vídeo, registros dos alunos. A pesquisadora assumiu o papel de professora da turma para trabalhar o conteúdo de derivadas abordando os seguintes assuntos: taxa de variação média e instantânea, retas secante e tangente, regras de derivação, (de)crescimento de função, máximos e mínimos locais, regra da cadeia e problemas de otimização. As funções consideradas nas atividades propostas foram as funções constante, afim, quadrática, modular, exponencial, logarítmica e as funções trigonométricas, que são as mais utilizadas nas aplicações do curso de Eletrônica. Pagani (2016), para desenvolver as tarefas propostas aos estudantes, adaptou as atividades desenvolvidas por Abdelmalack (2011) e, em sua pesquisa, integrou o uso de tecnologia (WinPlot), tal como era aí sugerido. Um diferencial entre essas pesquisas é que Pagani (2016) trabalhou com uma turma de 34 alunos em horário regular de aula. Na pesquisa, observou que os alunos conseguiram relacionar o conteúdo de derivadas com as aplicações do curso, bem como a viabilidade de concretizar o ensino através da Resolução de Problemas para ensinar Cálculo no curso técnico. Além disso apresenta lacunas de pesquisa que podem orientar o desenvolvimento de trabalhos futuros. A autora sugere produção de material e reestruturação da grade curricular, levando em consideração essa metodologia. Também sugere mais pesquisas que aliem a metodologia de ensino-aprendizagem-avaliação

através da Resolução de Problemas ao uso de tecnologias e incentivar a Formação de Professores de Matemática.

Dentre as pesquisas aqui analisadas, percebemos que somente as pesquisas de Ribeiro (2010), de Vogado (2014) e de Pagani (2016) usufruíram da metodologia de ensino-aprendizagem-avaliação de Resolução de Problemas na disciplina de Cálculo no ambiente de sala de aula de Cálculo. No entanto, Ribeiro (2010) não trabalhou num primeiro curso de Cálculo universitário e Pagani (2016) realizou sua pesquisa no Ensino Médio Técnico. Além disso percebemos que todas as pesquisas aqui citadas foram qualitativas e outro aspecto comum se refere aos instrumentos de recolha de dados que, geralmente, consistem das anotações no diário de campo do pesquisador, gravações em áudio e/ou vídeo, ou protocolos de resoluções dos participantes.

CONSIDERAÇÕES FINAIS

Com o levantamento de teses e dissertações que foi relatado nesse texto podemos perceber que o volume de trabalhos que vêm sendo desenvolvidos no Brasil com a temática relacionada com o ensino e a aprendizagem de Cálculo é grande. No período analisado constatamos que muitas pesquisas estão voltadas para o Ensino Médio. Compreendemos que nesse nível de ensino existe a necessidade de abordar os conteúdos de Cálculo, pois aparecem de forma implícita nos documentos oficiais brasileiros (Brasil, 2006, 2017). Entretanto, percebemos que muitas das pesquisas que se referem a essa temática propõem a inserção do Cálculo no Ensino Médio com abordagens similares ao do Ensino Superior. Acreditamos que se essa mesma abordagem do Ensino Superior for trabalhada no ensino pré-universitário, os problemas enfrentados na graduação serão transferidos para esse nível de ensino. Kaput (1994) e Rezende (2003) evidenciam que as ideias fundamentais para o Cálculo devem ser introduzidas no ensino secundário pois o estudante precisa de um tempo de maturação desses conceitos (Silva, 1999).

Com relação às tecnologias, esse mapeamento permitiu-nos observar que elas estão sendo inseridas nas pesquisas como um elemento auxiliar nos processos de ensino e aprendizagem de Cálculo, não como o foco principal. E o software mais utilizado vem sendo o GeoGebra. Acreditamos que essa preferência ocorre por ser um software de geometria dinâmica, gratuito e de fácil manipulação. E, além da versão para computadores, é possível usá-lo como um aplicativo de celular, que atualmente, por observação em sala de aula, quase 100% dos estudantes no Ensino Superior tem em mãos.

Por fim, essa revisão de estado do conhecimento sobre a temática de Resolução de Problemas como metodologia de ensino permite-nos ratificar a constatação de Ferreira, Silva e Martins (2017) de que há poucas pesquisas nessa linha desenvolvidas no Ensino Superior. Esses autores afirmam que “seria importante podermos contar com mais pesquisas nessa área [metodologia de ensino-aprendizagem-avaliação de Matemática através da Resolução de Problemas] e fazer com que essas pesquisas cheguem à sala de aula como metodologia” (p. 216). Portanto, a inserção da metodologia de Resolução de Problemas no ambiente de sala de aula de disciplinas do Ensino Superior, em particular, de Cálculo, bem como a inserção de atividades de formulação de problemas aparecem como uma lacuna de pesquisa, além de trabalhos de natureza mista. Pois, por meio desta pesquisa de estado da arte constatamos que as pesquisas relacionadas com o ensino e aprendizagem de Cálculo conciliadas com a metodologia de Resolução de Problemas são de cunho essencialmente qualitativos. Destarte, essa pesquisa de estado do conhecimento, nos permitiu apresentar evidências de que adotar a metodologia de ensino-aprendizagem-avaliação de RP para abordar conteúdos de Cálculo

nos horários regulares de aula com a pesquisadora exercendo o papel tanto de observadora quanto de participante de todo o processo, agregada às atividades de formulação de problemas desenvolvidas em simultâneo com a resolução de problemas e ao fato da investigação ser de natureza mista são os caracteres inovadores da pesquisa de doutoramento a que esse trabalho está articulado.

AGRADECIMENTOS

Agradecemos ao apoio financeiro da Fundação de Amparo à Pesquisa e Inovação do Estado de Santa Catarina (FAPESC), à Fundação para a Ciência e a Tecnologia (FCT) no âmbito do projeto do Centro de Investigação em Estudos da Criança da Universidade do Minho (com a referência UID/CED/00317/2019) e ao Grupo de Pesquisa em Educação Matemática e Sistemas Aplicados ao Ensino (PEMSA).

REFERÊNCIAS

ABDELMALACK, A. **O ensino-aprendizagem-avaliação da derivada para o curso de Engenharia através da Resolução de Problemas.** (Dissertação de Mestrado). Universidade Cruzeiro do Sul, São Paulo, 2011.

ALLEVATO, N. S. G. **Associando o computador à resolução de problemas fechados: análise de uma experiência.** (Tese de Doutorado). Universidade Estadual Paulista de Rio Claro, São Paulo, 2005.

ALMEIDA, E. S. **A evasão nos cursos de Engenharia e a sua relação com a Matemática: uma análise a partir do COBENGE.** (Dissertação de Mestrado). Universidade Cruzeiro do Sul, São Paulo, 2016.

ALONSO, E. P. **Aspectos Visuais e Gráficos do Teorema Fundamental do Cálculo.** (Dissertação de Mestrado). Universidade Federal do Rio de Janeiro, Rio de Janeiro, 2017.

ALVARENGA, K. B.; DORR, R. C.; VIEIRA, V. D. O ensino e a aprendizagem de cálculo diferencial e integral: características e interseções no centro-oeste brasileiro. **REBES.** 2(4): 46-57, 2016.

ALVES, M. J. G. **Uma proposta para o Ensino de Cálculo Diferencial e Integral com a utilização do software GeoGebra.** (Dissertação de Mestrado). Universidade Severino Sombra, Rio de Janeiro, 2014.

AMORIM GOMES, K. **Indicadores de permanência na Educação Superior: o caso da disciplina de Cálculo Diferencial e Integral I.** (Dissertação de Mestrado). Centro Universitário La Salle, Canoas, Rio Grande do Sul, 2015.

ANDRADE, C. P.; ONUCHIC, L. R. Perspectivas para a Resolução de Problemas no GTERP. In: ONUCHIC, L. R.; LEAL JR, L. C.; PIRONEL, M. (org.) **Perspectivas para a Resolução de Problemas.** (443-466). São Paulo: Livraria da Física, 2017.

ANDRADE, S. **Ensino-Aprendizagem de matemática via resolução, exploração, codificação e decodificação de problemas e a multicontextualidade da sala de aula.** Dissertação de Mestrado. Universidade Estadual Paulista, Rio Claro, São Paulo, 1998.

ARAÚJO, E. A. **Proposta de Ensino do Cálculo Diferencial e Integral no Ensino Médio via GeoGebra.** (Dissertação de Mestrado). Universidade Federal do Vale do São Francisco, Juazeiro, Bahia, 2015.

AZEVEDO, E. Q. **Ensino-aprendizagem das equações algébricas através da resolução de problemas.** (Dissertação de Mestrado). Universidade Estadual Paulista, Rio Claro, São Paulo, 2002.

AZEVEDO, E. Q. **O processo de Ensino-Aprendizagem-Avaliação através da Resolução de Problemas no contexto da Formação inicial do Professor de Matemática.** (Tese de Doutorado). Universidade Estadual Paulista, Rio Claro, São Paulo, 2014.

AZEVEDO, L. L. **Uma proposta de mudança, na Licenciatura em Matemática do ICLMA, apoiada na metodologia de “ensino de matemática via resolução de problemas”.** (Dissertação de Mestrado). Universidade Estadual Paulista, Rio Claro, São Paulo, 1998.

BARBOSA, M. A. M. **Proposta do Ensino de Integrais de Funções no Ensino Médio.** (Dissertação de Mestrado). Universidade Estadual da Paraíba, Campina Grande, Paraíba, 2016.

BARICHELO, L. **Análise de Resoluções de Problema de Cálculo Diferencial em um Ambiente de Interação Escrita.** (Dissertação de Mestrado em Educação Matemática). Universidade Estadual Paulista, Rio Claro, São Paulo, 2008.

BASTOS, A. S. A. M. **Análise de erros matemáticos na Resolução de Problemas aplicados à Física Elétrica.** (Tese de Doutorado), Universidade Cruzeiro do Sul, São Paulo, 2013.

BATISTA, B. R. S. **Sequências numéricas a partir da geometria fractal para licenciados em Matemática.** (Dissertação de Mestrado). Centro Universitário Franciscano, Santa Maria, Rio Grande do Sul, 2017.

BEZERRA, N. J. F. **A organização do ensino de Cálculo Diferencial e Integral na perspectiva da teoria da formação por etapas das ações mentais de Galperin.** (Tese de Doutorado), Universidade Federal do Mato Grosso, Cuiabá, Mato Grosso, 2016.

BEZERRA, W. L. **O uso de ferramentas pedagógicas para o ensino de Cálculo de uma variável em cursos semipresenciais: o caso do Instituto Federal do Ceará.** (Dissertação de Mestrado). Universidade Federal do Ceará, Fortaleza, Ceará, 2015.

BOERO, M. L. **A introdução da disciplina “Ensino-Aprendizagem de Matemática através da Resolução de Problemas” no Curso de Licenciatura em Matemática da Faculdade de Ciências Biológicas, Exatas e Experimentais da Universidade Presbiteriana Mackenzie.** (Dissertação de Mestrado). Universidade Presbiteriana Mackenzie, São Paulo, 1999.

BOLZAN, W. J. **A matemática nos cursos profissionalizantes de Mecânica.** (Dissertação de Mestrado). Universidade Estadual Paulista, Rio Claro, São Paulo, 2003.

BOTTA, E. S. **O ensino do conceito de função e conceitos relacionados a partir da resolução de problemas.** (Dissertação de Mestrado). Universidade Estadual Paulista, Rio Claro, São Paulo, 2010.

BOTTA, L. S. **Números racionais e raciocínio proporcional: considerações sobre o ensino-aprendizagem.** (Dissertação de Mestrado). Universidade Estadual Paulista, Rio Claro, São Paulo, 1997.

BRASIL. **Base Nacional Curricular Comum.** Ministério da Educação, Secretaria da Educação Básica, Brasília-DF: MEC, 2017.

BRASIL. **Orientações curriculares para o Ensino Médio.** Ministério da Educação, Secretaria da Educação Básica. v. 2. Brasília-DF: MEC, 2006.

CAMPOS, M. L. T. **Discursos sobre continuidade de funções reais de variável real em ambiente virtual colaborativo: uma perspectiva da cognição corporificada.** (Tese de Doutorado). Universidade Anhanguera de São Paulo, São Paulo, 2014.

CANTARUTI, A. C. R. **Ensino de Funções no Primeiro Ano do Ensino Médio: Uma abordagem com ênfase no Comportamento das Funções e sua repercussão no Ensino Superior na disciplina de Cálculo.** (Dissertação de Mestrado). Universidade Federal de São João Del-Rei, São João Del-Rei, Minas Gerais, 2017.

CARDOSO DA SILVA, J. **Explorando significados sobre Cálculo de volumes por meio de Formulação e Resolução de Problemas por futuros professores.** (Dissertação de Mestrado). Universidade Estadual da Paraíba, Campina Grande, Paraíba, 2015.

COIMBRA, J. M. **O Ensino de Cálculo na Educação Básica.** (Dissertação de Mestrado). Universidade do Estado do Rio de Janeiro, Rio de Janeiro, 2015.

COSTA, J. M. A. **Introdução ao Cálculo Diferencial e Integral como ferramenta para cálculos de áreas das figuras planas no Ensino Médio.** (Dissertação de Mestrado). Universidade Federal do Amapá, Macapá, 2016.

COSTA, M. S. **Ensino-aprendizagem-avaliação de proporcionalidade através da Resolução de Problemas: uma experiência na formação inicial de (futuros) professores de Matemática.** (Tese de Doutorado), Universidade Cruzeiro do Sul, São Paulo, 2012.

CUNHA, A. R. **Algumas contribuições de Newton para o desenvolvimento do Cálculo.** (Dissertação de Mestrado). Universidade Federal do Triângulo Mineiro, Uberaba, Minas Gerais, 2016.

CURY, H. N. Pesquisas em análise de erros no ensino superior: retrospectiva e novos resultados. In: **Educação Matemática no Ensino Superior: Pesquisas e Debates.** (223-238). Recife: SBEM, 2009.

DALMOLIN, B. A. S. **A tricotomização entre Aritmética, Álgebra e Geometria nos erros apresentados por estudantes da disciplina de Cálculo Diferencial Integral I.** (Dissertação de Mestrado). Universidade do Sul de Santa Catarina, Florianópolis, 2015.

DIAS, A. A. S. **Cálculo Diferencial e Integral e GeoGebra: Ferramentas para o Ensino de Física na Educação Básica.** (Dissertação de Mestrado). Universidade Federal do Triângulo Mineiro, Uberaba, Minas Gerais, 2016.

DIOGO, M. G. V. S. **Uma abordagem didático-pedagógica do Cálculo Diferencial e Integral I na formação de professores de Matemática.** (Tese de Doutorado). Universidade Estadual Paulista, Rio Claro, São Paulo, 2015.

DONEL, M. L. H. **Dificuldades de aprendizagem em Cálculo e a relação com o raciocínio lógico formal - uma análise no Ensino Superior.** (Dissertação de Mestrado). Universidade Estadual Paulista, Marília, São Paulo, 2015.

FABIANI, F. S. **Números complexos via resolução de problemas.** (Dissertação de Mestrado). Universidade Estadual Paulista, Rio Claro, São Paulo, 1998.

FARIAS, M. M. R. **Introdução a noções de Cálculo Diferencial e Integral no Ensino Médio no Contexto das TIC: Implicações para Prática do Professor que Ensina Matemática.** (Tese de Doutorado). Universidade Estadual Paulista, Rio Claro, São Paulo, 2015.

FERNANDES, J. A. N. **Ecologia do saber: o ensino de limite em um curso de engenharia.** (Tese de Doutorado). Universidade Federal do Pará, Belém, Pará, 2015.

FERREIRA, A. J. S. **Cálculo Diferencial e Integral: Uma proposta para o Ensino Médio.** (Dissertação de Mestrado). Universidade Federal do Maranhão, 2016.

FERREIRA, N. C. **Uma proposta de ensino de Álgebra Abstrata Moderna, com a utilização da metodologia de ensino-aprendizagem-avaliação de matemática através da resolução de problemas, e suas contribuições para a formação inicial de professores de matemática.** (Tese de Doutorado), Universidade Estadual Paulista, Rio Claro, São Paulo, 2017.

FERREIRA, N. C.; SILVA, L. E.; MARTINS, E. R. Resolução de Problemas no Ensino Superior. In: ONUCHIC, L. R.; LEAL JR, L. C.; PIRONEL, M. (org.). **Perspectivas para a Resolução de Problemas.** (189 - 219). São Paulo: Livraria da Física, 2017.

FERREIRA, N. S. A. As pesquisas denominadas “Estado da Arte”. **Educação & Sociedade.** Campinas, ano 23, n. 79, p. 257-272, 2002.

FIGUEIREDO, E. B.; SIPLE, I. Z.; AZEVEDO, E. B.; MORO, G. Uma experiência de trabalho colaborativo nas disciplinas básicas da matemática nos cursos de Engenharia. **Revista de Ensino de Engenharia,** 33(1), p, 13-23, 2014.

FLORET, R. T. S. **Uma proposta para introdução de noções de Cálculo no Ensino Médio.** (Dissertação de Mestrado). Universidade do Estado do Rio de Janeiro, Rio de Janeiro, 2014.

FONSECA, D. R. **Noções de Cálculo Diferencial e Algumas Aplicações Básicas.** (Dissertação de Mestrado). Fundação Universidade Federal do Piauí, 2015.

FONSECA, M. O. S. **Proposta de tarefas para um estudo inicial de derivadas.** (Dissertação de Mestrado). Universidade Tecnológica Federal do Paraná, Londrina, Paraná, 2017.

FONTES, L. S. **A avaliação da aprendizagem na disciplina Cálculo Diferencial e Integral: em busca de sentidos pedagógicos.** (Dissertação de Mestrado). Universidade Federal de Goiás, 2015.

FONTOURA, L. R. **Uma sequência de ensino para o estudo de integrais duplas.** (Dissertação de Mestrado). Centro Universitário Franciscano, Santa Maria, Rio Grande do Sul, 2016.

GALINDO JR, J. J. **Cálculo: uma abordagem ao alcance dos alunos do Ensino Médio.** (Dissertação de Mestrado). Universidade Estadual de Santa Cruz, Ilhéus, Bahia 2016.

GODINHO, L. M. **Cálculo no ensino médio: uma proposta para o ensino de derivada na primeira série.** (Dissertação de Mestrado). Universidade do Estado do Rio de Janeiro, Rio de Janeiro, 2014.

GOMES, F. H. **Uma proposta de exame de proficiência em Cálculo Diferencial e Integral.** (Dissertação de Mestrado). Universidade de Brasília, Brasília, 2016.

GONÇALVES, S. S. **Abordagem histórico-cultural em sala de aula inclusiva de Matemática: o processo de apropriação do conceito da função derivada por um aluno cego.** (Dissertação de Mestrado). Universidade Federal de Ouro Preto, Ouro Preto, Minas Gerais, 2014.

- HENRIQUES SANTOS, F. O. L. **Fundamentos do Cálculo Diferencial**. (Dissertação de Mestrado). Universidade Federal de Santa Catarina, Florianópolis, Santa Catarina, 2014.
- HERMÍNIO, P. H. **Matemática financeira - um enfoque da resolução de problemas como metodologia de ensino e aprendizagem**. (Dissertação de Mestrado). Universidade Estadual Paulista, Rio Claro, São Paulo, 2008.
- HUANCA, R. R. H. **A Resolução de Problemas e a Modelização Matemática no Processo de Ensino-Aprendizagem-Avaliação: uma contribuição para a Formação Continuada do Professor de Matemática**. (Tese de Doutorado). Universidade Estadual Paulista, Rio Claro, São Paulo, 2014.
- HUANCA, R. R. H. **A Resolução de Problemas no Processo Ensino-Aprendizagem-Avaliação de Matemática além da Sala de Aula**. (Dissertação de Mestrado). Universidade Estadual Paulista, Rio Claro, São Paulo, 2006.
- INGAR, K. V. **A visualização na aprendizagem dos valores máximos e mínimos locais da função de duas variáveis reais**. (Tese de Doutorado). Pontifícia Universidade Católica de São Paulo, São Paulo, 2014.
- JUNQUEIRA, S. M. **Experiências de estudantes na construção do conhecimento de derivada em aulas de Cálculo 1**. (Tese de Doutorado). Pontifícia Universidade Católica de São Paulo, São Paulo, 2014.
- JUSTULIN, A. M. **A formação de professores de Matemática no contexto da Resolução de Problemas**. (Tese de Doutorado). Universidade Estadual Paulista, Rio Claro, São Paulo, 2014.
- KAPUT, J. J. Democratizing access to Calculus: News Routes to Old Roots. In: SCHOENFELD, A. H. **Mathematical Thinking and Problem Solving**. Hillsdale, New Jersey, Hove, UK: Lawrence Erlbaum Associates, 1994.
- KUROKAWA, C. Y. Áreas e volumes de **Eudoxo e Arquimedes a Cavalieri e o Cálculo Diferencial e Integral**. (Dissertação de Mestrado). Universidade Estadual de Campinas, 2015.
- LADEIRA, A. R. **Uma proposta de atividades didáticas com tópicos de matemática básica preparatórios para o estudo de Cálculo universitário**. (Dissertação de Mestrado). Pontifícia Universidade Católica de Minas Gerais, Belo Horizonte, Minas Gerais, 2014.
- LADISLAU, C. C. E. **Noções de Cálculo Diferencial no Ensino Médio**. (Dissertação de Mestrado). Universidade Federal do Vale do São Francisco, Juazeiro, Bahia, 2014.
- LEITE DE ALMEIDA, H. R. F. L. **Polidocentes-com-Mídias e o Ensino de Cálculo I**. (Tese de Doutorado). Universidade Estadual Paulista, Rio Claro, São Paulo, 2016.
- LEME, J. C. M. **Aprendizagem da derivada: uma perspectiva de análise pelos fluxos do pensamento**. (Tese de Doutorado em Educação Matemática). Pontifícia Universidade Católica de São Paulo, São Paulo, 2016.
- LEMKE, R. **Funções reais de duas variáveis e GeoGebra: um livro dinâmico para o ensino de Cálculo**. (Dissertação de Mestrado). Universidade do Estado de Santa Catarina, Joinville, Santa Catarina, 2017.
- LIMA, G. S. B. **Explorando noções elementares do Cálculo em sala de aula, a partir de suas aplicações e sob uma perspectiva histórica**. (Dissertação de Mestrado). Universidade Federal do Rio de Janeiro, 2017.

- LIMA, J. S. **A utilização do Cálculo Diferencial e Integral para o cálculo de volume de sólidos geométricos.** (Dissertação de Mestrado). Universidade Federal do Ceará, Fortaleza, Ceará, 2016.
- LIMA, S. A.; SILVA, S. C. R.; SANTOS JR, G. S.; ALMEIDA, M. F. A. O ensino de Cálculo Diferencial e Integral em um curso de Administração: principais dificuldades de aprendizagem dos alunos. **IV Sinect.** Ponta Grossa, 2014.
- LINO, M. A. **Os registros de representação semiótica na aprendizagem de derivada.** (Dissertação de Mestrado). Universidade Estadual de Santa Cruz, Ilhéus, Bahia, 2015.
- LOPES, V. R. **Aprendizagem em um ambiente construcionista:** explorando conhecimentos de Cálculo I em espaços virtuais. (Dissertação de Mestrado). Universidade Anhanguera de São Paulo, São Paulo, 2014.
- LUCCA JR, H. E. **Logaritmos:** Uma proposta de abordagem no Ensino Médio utilizando a história, o contexto com as demais ciências e o Cálculo Diferencial e Integral. (Dissertação de Mestrado). Universidade Federal do ABC, São Paulo, 2017.
- MACÃO, D. P. **Uma proposta de ensino para o conceito de derivada.** (Dissertação de Mestrado em Educação Matemática). Universidade Anhanguera de São Paulo, São Paulo, 2014.
- MACHADO, F. M. **Noções de Cálculo I no Ensino Médio:** uma proposta de intervenção curricular. (Dissertação de Mestrado). Universidade Federal do Pará, Belém, Pará, 2016.
- MACHADO, R. M. **A visualização na resolução de problemas de cálculo diferencial e integral no ambiente computacional MPP.** (Tese de Doutorado em Educação). Universidade Estadual de Campinas, Campinas, São Paulo, 2008.
- MARINI, W. **Um panorama de pesquisas sobre o ensino e a aprendizagem de Cálculo Diferencial e Integral: 2003 a 2013.** (Dissertação de Mestrado em Educação Matemática). Pontifícia Universidade Católica de São Paulo, São Paulo, 2014.
- MARTINS JR, J. C. **Ensino de derivadas em Cálculo I:** aprendizagem a partir da visualização com o uso do GeoGebra. (Dissertação de Mestrado). Universidade Federal de Ouro Preto, Ouro Preto, Minas Gerais, 2015.
- MATTOS, W. F. **Uma contribuição para o ensino de Cálculo no ensino médio, utilizando a classe das cônicas.** (Dissertação de Mestrado). Universidade de São Paulo, Ribeirão Preto, São Paulo, 2015.
- MENINO, F. S. **Resolução de Problemas no Cenário da Matemática Discreta.** (Tese de Doutorado). Universidade Estadual Paulista, Rio Claro, São Paulo, 2013.
- MINISINI, E. G. **A evolução do sentido para a noção de função afim para um grupo de estudantes de Licenciatura em Matemática.** (Tese de Doutorado). Universidade Anhanguera de São Paulo, São Paulo, 2016.
- MIRANDA ROCHA, M. **Releitura do processo de aprendizagem de estudantes repetentes de Cálculo I.** (Tese de Doutorado). Universidade Federal do Espírito Santo, Vitória, Espírito Santo, 2016.
- MORAIS, R. S. **O processo constitutivo da Resolução de Problemas como uma temática de pesquisa em Educação Matemática - Um inventário a partir de documentos dos ICMEs.** (Tese de Doutorado). Universidade Estadual Paulista, Rio Claro, São Paulo, 2015.

MOURA, D. A. S. **Perspectivas no ensino de limite:** numa perspectiva figural e conceitual - foco em objetos de aprendizagem. (Dissertação de Mestrado). Pontifícia Universidade Católica de Minas Gerais, 2014.

MULLER, T. J. **Objetos de aprendizagem multimodais e ensino de Cálculo:** uma proposta baseada em análise de erros. (Tese de Doutorado). Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre, Rio Grande do Sul, 2015.

NASCIMENTO, P. C. **Um estudo sobre os erros dos alunos em Cálculo Diferencial e Integral I em um curso de Engenharia Civil.** (Dissertação de Mestrado). Universidade Cruzeiro do Sul, São Paulo, 2017.

NASSERALA, A. M. **Elaboração e descrição de situações didáticas com amparo na sequência Fedathi:** o caso da integral imprópria. (Dissertação de Mestrado). Universidade Federal do Ceará, Fortaleza, Ceará, 2014.

NEVES, P. T. S. **Introdução ao ensino do Cálculo e aplicações da derivada no Ensino Médio.** (Dissertação de Mestrado). Universidade Federal do Amapá, Macapá, 2016.

NOGUEIRA, L. T. **Aplicação de alguns teoremas na Resolução de Problemas geométricos.** (Dissertação de Mestrado). Universidade Federal do Amazonas, Manaus, Amazonas, 2016.

NOGUTI, F. C. H. **Um curso de Matemática Básica através da Resolução de Problemas para alunos ingressantes da Universidade Federal do Pampa - Campus Alegrete.** (Tese de Doutorado). Universidade Estadual Paulista, Rio Claro, São Paulo, 2014.

NUNES, C. B. **O Processo de Ensino-Aprendizagem-Avaliação de Geometria através da Resolução de Problemas:** perspectivas didático-matemáticas na formação inicial de professores de matemática. (Tese de Doutorado). Universidade Estadual Paulista, Rio Claro, São Paulo, 2010.

OLIVEIRA JR, J. A. **Um estudo sobre a implementação do cálculo diferencial e integral no ensino médio.** (Dissertação de Mestrado). Universidade de São Paulo, São Carlos, São Paulo, 2015.

OLIVEIRA, F. L. **A produção de conhecimento matemático acerca de funções de duas variáveis em um coletivo de seres-humanos-com-mídias.** (Dissertação de Mestrado). Universidade Federal de Ouro Preto, Ouro Preto. Minas Gerais, 2014.

ONUCHIC, L. R.; LEAL JR, L. C.; PIRONEL, M. **Perspectivas para a Resolução de Problemas.** São Paulo: Livraria da Física, 2017.

PAGANI, E. M. L. **O ensino-aprendizagem-avaliação de derivadas no curso técnico integrado ao médio através da resolução de problemas.** (Tese de Doutorado), Universidade Cruzeiro do Sul, São Paulo, 2016.

PAGANI, E. M. L.; ALLEVATO, N. S. G. Ensino e aprendizagem de Cálculo Diferencial e Integral: um mapeamento de algumas teses e dissertações produzidas no Brasil. **VIDYA.** 34(2), (61 - 74), Santa Maria, 2014.

PAGANI, E. M. L.; ALLEVATO, N. S. G. O trabalho com derivadas no Ensino Médio através da Resolução de Problemas: aspectos da avaliação. **REnCiMa.** 7(1), 86 - 101, 2016.

PAULA, D. M. F. **Limite: uma conexão entre o ensino básico e o ensino superior.** (Dissertação de Mestrado). Universidade Federal de Juiz de Fora, Juiz de Fora, Minas Gerais, 2016.

PAULETTE, W. **Novo enfoque da disciplina Matemática e suas Aplicações, no Curso de Administração de Empresas da Universidade Paulista.** (Tese de Doutorado). Universidade Estadual Paulista, Rio Claro, São Paulo, 2003.

PAULOVICH, L. **Conceitos algébricos iniciais:** um estudo sobre sua formação nos anos de escolaridade. (Tese de Doutorado). Universidade Estadual Paulista, Rio Claro, São Paulo, 1998.

PEREIRA, C. C. **Metodologia da Resolução de Problemas e a construção do conceito de limite em uma turma do 3º ano do Ensino Médio.** (Dissertação de Mestrado). Centro Universitário Franciscano, Santa Maria, Rio Grande do Sul, 2015.

PEREIRA, M. **O Ensino-Aprendizagem de Matemática através da resolução de problemas no 3º ciclo do Ensino Fundamental.** (Dissertação de Mestrado). Universidade Estadual Paulista, Rio Claro, São Paulo, 2004.

PINTO, R. L. **Definições matemáticas sobre funções e suas derivadas como um eixo de discussão para o ensino e a aprendizagem do Cálculo.** (Dissertação de Mestrado). Universidade Federal de Ouro Preto, Ouro Preto, Minas Gerais, 2014.

PIRES DA SILVA, J. **A relação com o saber: os estudantes de Engenharia e a primeira disciplina de Cálculo.** (Dissertação de Mestrado). Universidade Federal de Santa Catarina, Florianópolis, Santa Catarina, 2015.

PIRES, L. F. R. **As influências das tecnologias da informação e comunicação nas estratégias de ensino e aprendizagem de Cálculo Diferencial e Integral.** (Dissertação de Mestrado). Universidade Federal de Juiz de Fora, Juiz de Fora, Minas Gerais, 2016.

PIRONEL, M. **A Avaliação integrada no processo de ensino-aprendizagem da Matemática.** (Dissertação de Mestrado). Universidade Estadual Paulista, Rio Claro, São Paulo, 2002.

PUTI, T. C. **A Produção de Significado durante o Processo de Ensino-Aprendizagem-Avaliação de Equações polinomiais.** (Dissertação de Mestrado). Universidade Estadual Paulista, Rio Claro, São Paulo, 2011.

QUEIROZ, M. A. **Introdução ao Cálculo: Uma proposta para o Ensino Médio.** (Dissertação de Mestrado). Universidade Federal da Bahia, Bahia, 2016.

RACHELLI, J. **Compreensão dos conceitos de derivada clássica e derivada fraca: análise segundo o modelo cognitivo APOS.** (Tese de Doutorado). Universidade Franciscana, Santa Maria, Rio Grande do Sul, 2017.

RAFAEL, R. C. **Cálculo Diferencial e Integral: um estudo sobre estratégias para redução do percentual de não aprovação.** (Dissertação de Mestrado). Universidade Federal de Juiz de Fora, Juiz de Fora, Minas Gerais, 2017.

RAFAEL, R. C.; ESCHER, M. A. Evasão, baixo rendimento e reprovações em Cálculo Diferencial e Integral: uma questão a ser discutida. **VII Encontro Mineiro de Educação Matemática.** Juiz de Fora, Minas Gerais, 2015.

RAVAGNANI, F. A. **Cálculo Diferencial e Integral no Movimento dos Planetas.** (Dissertação de Mestrado). Universidade Estadual Paulista, São José do Rio Preto, São Paulo, 2014.

REIS, T. L. B. **Integral definida: conteúdos de ensino e estratégias de aprendizagem.** (Dissertação de Mestrado). Pontifícia Universidade Católica de Minas Gerais, Minas Gerais, 2015.

REZENDE, W. M. **O Ensino de Cálculo: Dificuldades de Natureza Epistemológica.** (Tese de Doutorado em Educação), Faculdade de Educação, Universidade de São Paulo, São Paulo, 2003.

RIBEIRO, D. S. **Cálculo Diferencial de funções polinomiais no Ensino Médio com o uso do GeoGebra:** fundamentação teórica e suas aplicações. (Dissertação de Mestrado). Universidade Federal Rural do Semi-Árido, Mossoró, Rio Grande do Norte, 2016.

RIBEIRO, M. V. **O Ensino do Conceito de Integral, em Sala de Aula, com recursos de História da Matemática e da Resolução de Problemas.** (Dissertação de Mestrado). Universidade Estadual Paulista, Rio Claro, São Paulo, 2010.

RICALDONI, M. A. G. **Construção e interpretação de gráficos com o uso de softwares no ensino de Cálculo:** trabalhando com imagens conceituais relacionadas a Derivadas de Funções Reais. (Dissertação de Mestrado). Universidade Federal de Ouro Preto, Ouro Preto, Minas Gerais, 2014.

ROCHA, I. A. **Evolução do Conceito de Função Integrável.** (Tese de Doutorado). Universidade Anhanguera de São Paulo, São Paulo, 2016.

RODRIGUES, V. **Resolução de Problemas como estratégia para incentivar e desenvolver a criatividade dos alunos na prática educativa de matemática.** (Dissertação de Mestrado). Universidade Estadual Paulista, Rio Claro, São Paulo, 1992.

ROMANOWSKI, J. P.; ENS, R. T. As pesquisas denominadas do tipo “Estado da Arte” em Educação. **Revista Diálogo Educacional.** 6(19), 37 - 50, 2006.

ROSSI, M. I. **A aprendizagem das aplicações das integrais indefinidas em equações diferenciadas através da resolução de problemas.** (Dissertação de Mestrado), Universidade Cruzeiro do Sul, São Paulo, 2012.

SANTAROSA, M. C.; MOREIRA, M. A. O cálculo nas aulas de física da UFRGS: um estudo exploratório. **Investigações em Ensino de Ciências.** 16(2), 317-351, 2011.

SANTOS, A. A. **Uma proposta para inserção de conceitos básicos de Cálculo Diferencial e Integral no Ensino Médio.** (Dissertação de Mestrado). Universidade Federal de Juiz de Fora, Juiz de Fora, Minas Gerais, 2015.

SANTOS, C. R. **As influências da linguagem e da comunicação no ensino-aprendizagem da matemática.** (Dissertação de Mestrado). Universidade Estadual Paulista, Rio Claro, São Paulo, 1995.

SANTOS, D. M. M.; PINTO, G. M. F.; SOUZA, I. A.; FÉLIX, L. V. Atividades de tutoria: uma alternativa ao fracasso em Cálculo Diferencial e Integral. **XII ENEM.** São Paulo, 2016.

SANTOS, S. A. **Funções Afim e Quadrática sob a perspectiva do Cálculo Diferencial.** (Dissertação de Mestrado). Universidade Estadual de Santa Cruz, Ilhéus, Bahia, 2014.

SANTOS, U. G. R. **O estudo de relações entre os conceitos derivada e declive da reta tangente envolvendo licenciandos em Matemática.** (Dissertação de Mestrado). Universidade Estadual de Santa Cruz, Ilhéus, Bahia, 2017.

SILVA FERREIRA, A. **Diferentes abordagens do conceito de derivada:** uma proposta de Investigação Matemática. (Dissertação de Mestrado). Pontifícia Universidade Católica de Minas Gerais, Belo Horizonte, Minas Gerais, 2017.

SILVA FILHO, R. L. L.; MONTEJUNAS, P. R.; HIPÓLITO, O.; LOBO, M. B. C. M. A Evasão no Ensino Superior Brasileiro. **Cadernos de Pesquisa**. 37(132), 641 - 659, 2011.

SILVA JUNIOR, O. **Cálculo no Ensino Médio: Números Reais**. (Dissertação de Mestrado). Associação Instituto Nacional de Matemática Pura e Aplicada, Rio de Janeiro, 2014.

SILVA, A. P. **A modalidade EaD semipresencial e a disciplina de Cálculo Diferencial e Integral**. (Tese de Doutorado). Universidade Estadual Paulista de Bauru, São Paulo, 2017.

SILVA, E. P. **A Trajetória do Cálculo e da Disciplina Matemática do IFSP: das Escolas de Aprendizizes Artífices ao CEFET-SP**. (Dissertação de Mestrado). Universidade Federal do Rio de Janeiro, Rio de Janeiro, 2015.

SILVA, J. S. A análise infinitesimal no ensino secundário. In: **Textos Didáticos, Fundação Calouste Gulbenkian**. Lisboa, v. 3, 377 - 385, 1999.

SILVA, S. A. S. **Prototipagem rápida de PCOC na impressora 3D para o ensino e aprendizagem de integrais duplas e triplas**. (Dissertação de Mestrado). Universidade Estadual de Santa Cruz, Ilhéus, Bahia, 2016.

SILVEIRA, R. F. **Dinamicidade no ensino de Cálculo: uma proposta para taxa de variação de funções reais de uma variável no GeoGebra**. (Dissertação de Mestrado). Universidade do Estado de Santa Catarina, Joinville, Santa Catarina, 2017.

SOUSA, K. R. Q. **Cálculo: uma proposta possível para o Ensino Médio**. (Dissertação de Mestrado). Universidade Federal de Santa Maria, Santa Maria, Rio Grande do Sul, 2014.

SOUZA DE OLIVEIRA, G. M. **Estudo da Aprendizagem do conceito de limite fundamentado na teoria de aprendizagem significativa aplicado à licenciatura em Matemática**. (Dissertação de Mestrado). Universidade Estadual de Roraima, 2014.

SOUZA, A. A. A. **Do castelo de esperas à chegada da tecnologia: o uso do Graphmática para o ensino de Cálculo**. (Dissertação de Mestrado). Fundação Vale do Taquari de Educação e Desenvolvimento Social, Lajeado, Rio Grande do Sul, 2015.

SOUZA, A. C. P. **Análise Combinatória no Ensino Médio apoiada na Metodologia de Ensino-Aprendizagem-Avaliação de Matemática através da Resolução de Problemas**. (Dissertação de Mestrado). Universidade Estadual Paulista, Rio Claro, São Paulo, 2010.

SOUZA, D. V. **O ensino de noções de Cálculo Diferencial e Integral por meio da aprendizagem baseada em problemas**. (Dissertação de Mestrado). Instituto Federal de Educação, ciência e Tecnologia de São Paulo, São Paulo, 2016.

TAVARES, M. **Utilização da Prova em Fases como recurso para regulação da aprendizagem em aulas de Cálculo**. (Tese de Doutorado). Universidade Estadual de Londrina, Londrina, Paraná, 2014.

TAVEIRA NETO, J. G. **A importância do estudo do Cálculo Diferencial na Educação Básica**. (Dissertação de Mestrado). Universidade Federal do Tocantins, Tocantins, 2016.

TEIXEIRA MACHADO, J. **A utilização do GeoGebra no ensino de Cálculo de área no curso de Química: um relato da práxis docente**. (Dissertação de Mestrado). Universidade Cruzeiro do Sul, São Paulo, 2016.

TOMAS DOS SANTOS, G. M. **O comprometimento do estudante e a aprendizagem em Cálculo Diferencial e Integral I Canoas.** (Dissertação de Mestrado). Centro Universitário La Salle, Canoas, Rio Grande do Sul, 2014.

VOGADO, G. E. R. **O ensino e a aprendizagem das ideias preliminares envolvidas no conceito de integral por meio da Resolução de Problemas.** (Tese de Doutorado). Pontifícia Universidade Católica de São Paulo, São Paulo, 2014.

WROBEL, J. S.; ZEFERINO, M. V.C.; CARNEIRO, T. C. J. Ensino de Cálculo Diferencial e Integral na última década do ENEM: uma análise usando o Alceste. **XI Encontro Nacional de Educação Matemática.** Curitiba, 1 - 15, 2013.

ZARPELON, E. **Análise do desempenho de alunos calouros de Engenharia na disciplina de Cálculo Diferencial e Integral I: um estudo de caso na UTFPR.** (Dissertação de Mestrado). Universidade Tecnológica Federal do Paraná, Ponta Grossa, Paraná, 2016.

RECEBIDO EM: 27 fev.2019

CONCLUÍDO EM: 16 abr. 2019