

UNIVERSIDADE FEDERAL DE GOIÁS
PRÓ-REITORIA DE PÓS-GRADUAÇÃO
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM EDUCAÇÃO EM CIÊNCIAS E
MATEMÁTICA

JONATAS TEIXEIRA MACHADO

FORMAÇÃO DO PROFESSOR DE MATEMÁTICA: O LUGAR DO CÁLCULO
DIFERENCIAL E INTEGRAL NAS PESQUISAS ACADÊMICAS

GOIÂNIA

2022



UNIVERSIDADE FEDERAL DE GOIÁS
GERÊNCIA DE CURSOS E PROGRAMAS INTERDISCIPLINARES

**TERMO DE CIÊNCIA E DE AUTORIZAÇÃO (TECA) PARA DISPONIBILIZAR VERSÕES ELETRÔNICAS DE TESES
E DISSERTAÇÕES NA BIBLIOTECA DIGITAL DA UFG**

Na qualidade de titular dos direitos de autor, autorizo a Universidade Federal de Goiás (UFG) a disponibilizar, gratuitamente, por meio da Biblioteca Digital de Teses e Dissertações (BDTD/UFG), regulamentada pela Resolução CEPEC nº 832/2007, sem ressarcimento dos direitos autorais, de acordo com a [Lei 9.610/98](#), o documento conforme permissões assinaladas abaixo, para fins de leitura, impressão e/ou download, a título de divulgação da produção científica brasileira, a partir desta data.

O conteúdo das Teses e Dissertações disponibilizado na BDTD/UFG é de responsabilidade exclusiva do autor. Ao encaminhar o produto final, o autor(a) e o(a) orientador(a) firmam o compromisso de que o trabalho não contém nenhuma violação de quaisquer direitos autorais ou outro direito de terceiros.

1. Identificação do material bibliográfico

Dissertação Tese Outro*: _____

*No caso de mestrado/doutorado profissional, indique o formato do Trabalho de Conclusão de Curso, permitido no documento de área, correspondente ao programa de pós-graduação, orientado pela legislação vigente da CAPES.

Exemplos: Estudo de caso ou Revisão sistemática ou outros formatos.

2. Nome completo do autor

JONATAS TEIXEIRA MACHADO

3. Título do trabalho

FORMAÇÃO DO PROFESSOR DE MATEMÁTICA: O LUGAR DO CÁLCULO DIFERENCIAL E INTEGRAL NAS PESQUISAS ACADÊMICAS

4. Informações de acesso ao documento (este campo deve ser preenchido pelo orientador)

Concorda com a liberação total do documento SIM NÃO¹

[1] Neste caso o documento será embargado por até um ano a partir da data de defesa. Após esse período, a possível disponibilização ocorrerá apenas mediante:

- a) consulta ao(à) autor(a) e ao(à) orientador(a);
 - b) novo Termo de Ciência e de Autorização (TECA) assinado e inserido no arquivo da tese ou dissertação.
- O documento não será disponibilizado durante o período de embargo.

Casos de embargo:

- Solicitação de registro de patente;
- Submissão de artigo em revista científica;
- Publicação como capítulo de livro;
- Publicação da dissertação/tese em livro.

Obs. Este termo deverá ser assinado no SEI pelo orientador e pelo autor.



Documento assinado eletronicamente por **Adda Daniela Lima Figueiredo Echalar, Professora do Magistério Superior**, em 18/10/2022, às 14:01, conforme horário oficial de Brasília, com fundamento no § 3º do art. 4º do [Decreto nº 10.543, de 13 de novembro de 2020](#).



Documento assinado eletronicamente por **JONATAS TEIXEIRA MACHADO, Discente**, em 18/10/2022, às 17:38, conforme horário oficial de Brasília, com fundamento no § 3º do art. 4º do [Decreto nº 10.543, de 13 de novembro de 2020](#).



A autenticidade deste documento pode ser conferida no site https://sei.ufg.br/sei/controlador_externo.php?acao=documento_conferir&id_orgao_acesso_externo=0, informando o código verificador **3270618** e o código CRC **4D38D1DF**.

JONATAS TEIXEIRA MACHADO

FORMAÇÃO DO PROFESSOR DE MATEMÁTICA: O LUGAR DO CÁLCULO
DIFERENCIAL E INTEGRAL NAS PESQUISAS ACADÊMICAS

Tese apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Educação em Ciências e Matemática (PPGECM), da Faculdade de Educação, da Universidade Federal de Goiás (UFG), como requisito para obtenção do título de Doutor em Educação em Ciências e Matemática.

Área de Concentração: Qualificação de professores de Ciências e Matemática.

Linha de Pesquisa: Formação de Professores.

Orientadora: Profa. Dra. Adda Daniela Lima Figueiredo Echalar.

Coorientador: Prof. Dr. Wellington Lima Cedro.

GOIÂNIA

2022

Ficha de identificação da obra elaborada pelo autor, através do Programa de Geração Automática do Sistema de Bibliotecas da UFG.

MACHADO, JONATAS TEIXEIRA
FORMAÇÃO DO PROFESSOR DE MATEMÁTICA [manuscrito] : O LUGAR DO CÁLCULO DIFERENCIAL E INTEGRAL NAS PESQUISAS ACADÊMICAS / JONATAS TEIXEIRA MACHADO. - 2022.

0 130 f.

Orientador: Profa. Dra. Adda Daniela Lima Figueiredo Echalar; co orientadora Dra. Wellington Lima Cedro.

Tese (Doutorado) - Universidade Federal de Goiás, Pró-reitoria de Pós-graduação (PRPG), Programa de Pós-Graduação em Educação em Ciências e Matemática, Goiânia, 2022.

Bibliografia. Apêndice.

Inclui lista de figuras, lista de tabelas.

1. Educação. 2. Estado do conhecimento. 3. Tecnologias. 4. Epistemologia da prática. I. Echalar, Adda Daniela Lima Figueiredo, orient. II. Título.

CDU 51:37



UNIVERSIDADE FEDERAL DE GOIÁS

GERÊNCIA DE CURSOS E PROGRAMAS INTERDISCIPLINARES

ATA DE DEFESA DE TESE

Ata da sessão de Defesa de Tese de **JONATAS TEIXEIRA MACHADO**, que confere o título de Doutor em EDUCAÇÃO EM CIÊNCIAS E MATEMÁTICA, na área de concentração em **Qualificação de Professores de Ciências e Matemática**.

Aos **31 dias do mês de agosto de 2022**, a partir das **14h**, de modo híbrido, sendo por VIDEOCONFERÊNCIA e na SALA 223 NO ICB IV - UFG, realizou-se a sessão pública de Defesa de Tese intitulada "FORMAÇÃO DO PROFESSOR DE MATEMÁTICA: O LUGAR DO CÁLCULO DIFERENCIAL E INTEGRAL NAS PESQUISAS ACADÊMICAS". Os trabalhos foram instalados pela Orientadora, Professora Doutora ADDA DANIELA LIMA FIGUEIREDO ECHALAR - UFG com a participação dos demais membros da Banca Examinadora: Professor Doutor WELLINGTON LIMA CEDRO - UFG, coorientador; Professora Doutora ARIANNY GRASIELLY BAIÃO MALAQUIAS - IFG, membro titular externo; Professor Doutor DUELCI APARECIDO DE FREITAS VAZ - PUC Goiás, membro titular externo; Professora Doutora MARIA MARTA DA SILVA - UEG, membro titular externo; Professor Doutor RAFAEL SIQUEIRA SILVA - UFJ, membro titular externo. Durante a arguição os membros da banca **não fizeram** sugestão de alteração do título do trabalho. A Banca Examinadora reuniu-se em sessão secreta a fim de concluir o julgamento da Tese, tendo sido o candidato **aprovado** pelos seus membros. A banca salienta ser necessário o cumprimento dos apontamentos feitos pelos seus membros, durante a defesa, para a entrega da versão final da tese. Proclamados os resultados pela Professora Doutora ADDA DANIELA LIMA FIGUEIREDO ECHALAR, Presidente da Banca Examinadora, foram encerrados os trabalhos e, para constar, lavrou-se a presente ata que é assinada pelos Membros da Banca Examinadora.

TÍTULO SUGERIDO PELA BANCA



Documento assinado eletronicamente por **Adda Daniela Lima Figueiredo Echalar, Professora do Magistério Superior**, em 31/08/2022, às 20:55, conforme horário oficial de Brasília, com fundamento no § 3º do art. 4º do [Decreto nº 10.543, de 13 de novembro de 2020](#).

Documento assinado eletronicamente por **Duelci Aparecido de Freitas Vaz, Usuário Externo**, em 01/09/2022, às 07:31, conforme horário oficial de Brasília,



com fundamento no § 3º do art. 4º do [Decreto nº 10.543, de 13 de novembro de 2020](#).



Documento assinado eletronicamente por **Wellington Lima Cedro, Professor do Magistério Superior**, em 01/09/2022, às 08:17, conforme horário oficial de Brasília, com fundamento no § 3º do art. 4º do [Decreto nº 10.543, de 13 de novembro de 2020](#).



Documento assinado eletronicamente por **Maria Marta da Silva, Usuário Externo**, em 01/09/2022, às 08:21, conforme horário oficial de Brasília, com fundamento no § 3º do art. 4º do [Decreto nº 10.543, de 13 de novembro de 2020](#).



Documento assinado eletronicamente por **Arianny Grasielly Baião Malaquias, Usuário Externo**, em 01/09/2022, às 09:03, conforme horário oficial de Brasília, com fundamento no § 3º do art. 4º do [Decreto nº 10.543, de 13 de novembro de 2020](#).



Documento assinado eletronicamente por **RAFAEL SIQUEIRA SILVA, Usuário Externo**, em 14/09/2022, às 19:05, conforme horário oficial de Brasília, com fundamento no § 3º do art. 4º do [Decreto nº 10.543, de 13 de novembro de 2020](#).



A autenticidade deste documento pode ser conferida no site https://sei.ufg.br/sei/controlador_externo.php?acao=documento_conferir&id_orgao_acesso_externo=0, informando o código verificador **3090193** e o código CRC **24C176AE**.

Dedico este trabalho à minha família, especialmente à minha esposa Alessandra, que está sempre ao meu lado em todos os momentos da minha vida. Eu amo muito vocês!!

Não podemos esquecer que os homens, agentes sociais produzidos por circunstâncias e de certa forma também pela educação, são eles mesmos os que modificam aquelas circunstâncias e a própria educação (SANFELICE, 2005).

AGRADECIMENTOS

Primeiramente, agradeço a Deus que me concede a Graça e o amor necessário para realizar todas as tarefas da minha vida com amor e entusiasmo: “*Buscai o Reino de Deus e Sua Justiça em primeiro lugar e todas estas coisas vos serão acrescentadas*”. A Deus toda a Honra e toda a Glória. Amém!!

Ao meu pai, que infelizmente não está presente para ver o sonho de uma vida realizado. Ao meu eterno paizinho que será sempre meu herói, exemplo a ser sempre seguido e pelas lições de vida ensinadas.

Sinto-me honrado por ter chegado até aqui e agradecido pelo senhor ter abdicado de sua própria vida para proporcionar aos seus filhos escola, vestimenta e alimento em um país em que as desigualdades fazem com que pais de família proletariados tenham que optar em fazê-lo. Obrigado por ter acreditado em mim. *In memoriam!*

À minha mãe porque, simplesmente, mãe é mãe. Abdicou de sua vida e de seu trabalho para educar os filhos visto que meu paizinho não tinha condições financeiras abastadas para subsidiar uma funcionária do lar.

À minha querida e amada esposa por sua ajuda, apoio e companheirismo, mesmo nas horas em que estive ausente. Você foi meu alicerce nos momentos mais difíceis dessa trajetória e meu candelabro iluminando meu caminho. Obrigado por acreditar em mim e me incentivar, mesmo nos momentos em que pensei em desistir.

A luta não foi fácil! Passamos por tempestades que nunca imaginaria que viveríamos. Você ajudou, aconselhou e me acalentou nos momentos mais difíceis dessa jornada. Não tenho palavras para descrever minha gratidão e amor por você. Eu te amo muito!!!!

Aos meus filhos que são a fonte inesgotável de inspiração ao meu trabalho e combustível para vencer as intempéries da vida. “*Os filhos são herança do Senhor e o fruto do ventre o vosso galardão*”. Amo vocês de montão!!

Saibam que tudo o que o papai faz é pensando em vocês... e para vocês!!

À minha amiga, companheira de estudo, muita das vezes mãe, conselheira, psicóloga, entre tantas outras qualidades, minha professora orientadora Adda que, além de sua valiosa e honrosa orientação competente, me acolheu no momento delicado dessa caminhada e orientou o desenvolvimento dessa pesquisa como poucas pessoas o fazem na vida.

É o exemplo de professora que vivencia e testemunha o que é a pesquisa. Te agradeço de coração por acreditar na ideia desde o início e, de forma ímpar, me apoiar no

desenvolvimento desse trabalho. Você é mais que uma professora orientadora. Só tenho a te agradecer por entender os momentos que tive nessa jornada. Meu muitíssimo obrigado!!!

Ao meu coorientador e não menos amigo, professor Wellington, que soube me orientar nas leituras e no caminho a seguir. Muito obrigado de coração!

Aos professores e professoras que compuseram a banca de avaliação da minha pesquisa, professores(as) Duelci, Rafael, Arianny e Maria Marta, meus eternos agradecimentos. Foi a partir do olhar de cada um de vocês que este momento se tornou realidade.

Deixo aqui também meu muito obrigado a tod@s @s professor@s do Programa de Educação em Ciências e Matemática da UFG que contribuíram de alguma forma para a realização deste trabalho.

Um beijo no coração a tod@s @s integrantes do grupo de estudo e pesquisa do Colligat (ICB/UFG) que foram fundamentais para o meu constante crescimento e entendimento do método e, a partir das leituras propostas e discussões em grupo, contribuíram grandemente à realização deste trabalho. Um beijo no coração, em especial, à professora Simone e ao professor Rones. *Merci beaucoup!!*

Ao grupo de estudos e pesquisas Kadjót, quero deixar minha gratidão pelo aprendizado que tive com vocês. O ano de 2019 foi impactante para mim quando tive que mudar minha linha de pesquisa, mas para minha sorte, conheci vocês e o aprendizado que tive participando das reuniões foi essencial para que eu pudesse entender e compreender sobre o método. E como esquecer as considerações feitas no dia que apresentei a pesquisa!

As contribuições que fizeram ao presente trabalho, em especial, a professora Joana Peixoto que ponderou, aconselhou, orientou e observou o caminho que deveríamos trilhar, além da professora Cláudia que contribuiu muito à nossa pesquisa a partir das suas observações. Minha eterna gratidão!!

Não posso esquecer de agradecer aos meus irmãos e irmãs que compõem a filharAdda!! Foi um caminho árduo, penoso, em que a pandemia da COVID-19 não permitiu que estivéssemos mais juntos. Mas só tenho a agradecer pelos encontros que tivemos nos últimos anos e pelas contribuições de todos e todas vocês que fizeram com que chegássemos até aqui. É uma honra muito grande fazer parte dessa família.

Quero que saibam que cada um de vocês tem um lugar especial na construção desse trabalho. Marcos, Júlia, Regiane e Elisa, vocês não têm ideia do quanto contribuíram à nossa pesquisa. Simplesmente, *Kadjót*, Colligat e filharAdda deram jus à base do método que conduziu nosso trabalho: “O conhecimento é um processo coletivo e não individual”. Essa frase eu ouvi sempre da minha querida orientadora e é uma grande verdade!!

À tod@s @s colegas da turma de doutorado de 2018 que, de alguma forma, contribuíram para este momento.

Não posso esquecer de agradecer, também, aos meus amigos que sempre me apoiaram e me deram incentivo pra continuar a jornada. Principalmente nos momentos em que precisei de apoio com os imprevistos da vida. Alex, Eliane, Rilke e Suenya. Vocês também estão marcados na minha história.

Dois sonhos de uma vida inteira realizados. Finalmente me tornar professor doutor e ter um diploma de uma Universidade Federal. A alegria, satisfação e entusiasmo que radia meu coração é inexplicável.

Tod@s vocês fazem parte dessa conquista!!!!!!

Obrigado!!

RESUMO

O presente estudo está vinculado à linha de pesquisa “Ensino e Aprendizagem de Ciências e Matemática”, do Programa de Pós-Graduação em Educação em Ciências e Matemática da Universidade Federal de Goiás (PPGECM/UFG). A questão que fundamenta a investigação é a seguinte: o que revelam as produções acadêmicas (dissertações e teses) sobre a(s) concepção(ões) de formação de professores de Matemática em pesquisa sobre o ensino do cálculo diferencial e integral (CDI)? Para responder adequadamente a esta pergunta, constitui o objetivo central do presente estudo compreender as concepções referentes à formação do professor de matemática e do (CDI) nas produções acadêmicas que versam sobre as duas temáticas. Fundamentamos o caminhar do nosso trabalho em uma discussão crítica e dialética sobre o fenômeno estudado. O procedimento de coleta de dados foi pautado nos pressupostos de Vosgerau e Romanowski (2014) e Saviani (2007) sobre a pesquisa de cunho teórico, do tipo Estado do Conhecimento. O *corpus* da pesquisa foi construído a partir das produções (dissertações e teses) publicadas no Banco de Teses e Dissertações da CAPES, no site da Biblioteca Digital Brasileira de Teses e Dissertações (BDTD) e no repositório digital de cada Programa de Pós-Graduação consoante os seguintes descritores: “CDI”, “Formação de professor”, “Educação”, “Ensino”, “Licenciatura” e “Matemática”. A matriz de coleta de dados construída continha os seguintes eixos: concepções de formação de professores, finalidades do CDI para a formação do professor de matemática e o CDI e suas aplicações. Após a seleção e a leitura na íntegra das produções, o *corpus* resultou em 11 teses e 22 dissertações, publicadas entre os anos de 2006 e 2019. Identificamos como as principais temáticas discutidas nas produções: 1) dicotomia entre ensino e aprendizagem; 2) uso de TIC; 3) unidade ensino e aprendizagem e, 4) estudo teórico. Em grande medida, a concepção de formação de professores está centrada principalmente no construtivismo (89%), cujo fundamento se dá na lógica formal e no qual há o reducionismo do CDI, bem como no formalismo matemático. Há a preponderância da dicotomia entre ensino e aprendizagem do CDI, bem como uma discussão do uso de tecnologias educacionais. Também foi observada nas publicações uma lacuna quanto às discussões sobre o domínio conceitual do CDI. A recorrência da lógica formalista na formação de professores de Matemática é latente e direcionada à discussão de situações pontuais e isoladas, em procedimentos voltados a tópicos do conteúdo ou à prática. A discussão do trabalho humano como fator ontológico, aparece em apenas um dos trabalhos que compuseram o *corpus* da pesquisa. Após a análise das produções acadêmicas, refletimos que a formação do professor de matemática deve contrapor à prática da formação imediatista e

formalista, devendo permitir o processo de formação de professores em um fundamento crítico e emancipador. Logo, na relação direta de apropriação conceitual dos conhecimentos matemáticos. Para tal, a partir dos pressupostos da formação do profissional intelectual-crítico se propõe um caminho a superar o caráter construtivista e formalista, podendo constituir subsídios iniciais para a constituição de uma epistemologia da práxis.

Palavras-chave: educação; estado do conhecimento; tecnologias; epistemologia da prática.

ABSTRACT

The thesis presented is linked to the research line “Teaching and Learning of Science and Mathematics”, of the Graduate Program in Science and Mathematics Education at the Federal University of Goiás (PPGECM/UFG). The research question is about: what do academic productions (dissertations and theses) reveal to us about the conception(s) of training Mathematics teachers in research on the teaching of CDI? Therefore, the main objective is to understand the conceptions of teacher training in Mathematics and in the integral differential calculus (CDI) resulting from academic productions that deal with these themes. We base our work on a critical and dialectical discussion about the phenomenon studied. The data collection procedure was based on the assumptions of Vosgerau and Romanowski (2014) and Saviani (2007) on theoretical research, of the State of Knowledge type. The research *corpus* was built from the productions (dissertations and theses) published in the CAPES Theses and Dissertations Bank, on the website of the Brazilian Digital Library of Theses and Dissertations (BDTD) and in the digital repository of each Graduate Program, from the following descriptors: “CDI”, “Teacher training”, “Education”, “Teaching”, “Graduate” and “Mathematics”. The data collection matrix built for the present research contained the following axes: conceptions of teacher training, CDI purposes for Mathematics teacher training and the CDI and its applications. After selection and full reading of the productions, the corpus of this research is composed of 11 theses and 22 dissertations, published between the years 2006 and 2019. As a result and its analysis, we identified that the main themes discussed in the research were: 1. dichotomy between teaching and learning; 2. use of ICT; 3. teaching and learning unit and 4. theoretical study. To a large extent, the conception of teacher education is mainly centered on constructivism (89%), whose foundation is given in formal logic and in which there is CDI reductionism, as well as mathematical formalism. There is a preponderance of the dichotomy between teaching and learning in the CDI, as well as a discussion of the use of educational technologies. A gap was also observed in the publications regarding discussions on the conceptual domain of the CDI. The recurrence of formalist logic in the training of Mathematics teachers is latent and directed to the discussion of specific and isolated situations, in procedures focused on topics of content or practice. The discussion of human work as an ontological factor appears in only one of the works that made up the research corpus. After analyzing the academic productions, we reflect that Mathematics teacher training should oppose the practice of immediate and formalist training, and should allow the process of teacher training on a critical and emancipatory basis, thus in the direct relationship of

conceptual appropriation of mathematical knowledge. To this end, from the assumptions of the formation of the intellectual-critical professional, a way is proposed to overcome the constructivist and formalist character, which may constitute initial subsidies for the constitution of an epistemology of praxis.

Keywords: education; state of knowledge; technologies; epistemology of praxis.

LISTA DE TABELAS

Tabela 1 – Dez palavras-chave mais recorrentes identificadas nas dissertações e teses que compõem o <i>corpus</i> da pesquisa	67
Tabela 2 - Metodologias de pesquisa declaradas nas dissertações e teses que compõem o <i>corpus</i> da pesquisa	69
Tabela 3 – Metodologias de pesquisa declaradas nas dissertações e teses que compõem o <i>corpus</i> da pesquisa	70

LISTA DE QUADROS

Quadro 1 – As três concepções filosóficas sobre os fundamentos da Matemática	54
Quadro 2 – Matriz de coleta de dados das publicações referentes à temática	61
Quadro 3 – Sistematização das publicações que compõem o <i>corpus</i> da pesquisa	63

LISTA DE FIGURAS

Figura 1 – Relação de publicações por ano	66
---	----

SUMÁRIO

INTRODUÇÃO	19
O processo de construção do objeto de pesquisa	25
Estrutura da tese	28
CAPÍTULO I: A FORMAÇÃO DO PROFESSOR DE MATEMÁTICA E O CÁLCULO DIFERENCIAL INTEGRAL: DUAS GRANDEZAS PROPORCIONAIS?	31
1.1 As concepções de formação de professores: uma síntese de seus fundamentos	35
1.2 Logicismo matemático no século XIX – era da “aritmetização”	41
1.3 Intuicionismo Matemático no século XX – era da “dedução”	45
1.4 Formalismo Matemático no século XX e XXI – era da “formalidade e do rigor”	49
1.5 Relação entre a formação do professor de matemática para o ensino do CDI: aproximações conceituais	53
CAPÍTULO II: A FORMAÇÃO DO PROFESSOR DE MATEMÁTICA E O CDI: UMA VISÃO SOBRE AS PRODUÇÕES ACADÊMICAS	58
2.1 Percursos da pesquisa.....	59
2.2 O primeiro olhar sobre o objeto	62
2.3 Principais temáticas discutidas nas produções acadêmicas analisadas	69
CAPÍTULO III: A FORMAÇÃO DO PROFESSOR DE MATEMÁTICA CENTRADA NA EPISTEMOLOGIA DA PRÁTICA	79
3.1 Lacunas e recorrências nas pesquisas sobre a formação do professor de matemática e o CDI: o que emergiu do <i>corpus</i>?	80
3.1.1 Oscilações entre a racionalidade técnica e epistemologia da prática na formação do professor de matemática.....	82
3.1.2 As tecnologias e a visão construcionista acerca das pesquisas em formação de professores de matemática no ensino de CDI	86
3.2 A formação do professor de matemática para o ensino de CDI a partir da epistemologia da práxis	93
CONSIDERAÇÕES FINAIS.....	99
REFERÊNCIAS	103
APÊNDICE 1	116
APÊNDICE 2	121
APÊNDICE 3	126

INTRODUÇÃO

Desde criança, sempre fui encantado com os professores que tive. Eu observava o brilho no olhar que expressava um amor, atenção e paciência que ficou marcado em minha memória. E foram esses professores que fizeram nascer em mim o sonho de ser professor. Via colegas meus chegarem à escola em carros novos, enquanto meus professores que eu tanto admirava iam andando à escola e, muitas vezes, lanchavam com os alunos no recreio. Mesmo assim, eu queria me tornar um deles, pois eu queria fazer com os alunos o que eles fizeram por mim. Até porque eu era uma criança e ainda não entendia muito bem a relação trabalho-salário. O que eu tinha em meus olhos e no meu coração era o desejo de me tornar um professor que pudesse ter o amor em ensinar.

Lembro que quando disse aos meus pais do meu desejo de ser professor quando “eu crescesse”, minha mãe disse que eu deveria escolher outra profissão, pois professor nesse país morria de fome. Como dito, eu não entendia essa relação lógica trabalho-dinheiro. Tinha em meu consciente que valia mais ser feliz realizando um trabalho que amasse. Todavia, agora entendo e compreendo as palavras da minha mãe, que se referia à má remuneração que nossa classe tem, somada à exaustiva e cansativa carga de trabalho, além da imensa responsabilidade social que um professor deve ter com os estudantes.

Hoje, reflito que era isso que eu enxergava nos meus professores de outrora, percebendo que iam andando à escola enquanto alguns dos meus colegas chegavam em carro novos!! Lembro que tantas vezes convidávamos nossos professores para disputar uma partida de futebol de salão e a resposta era sempre a mesma: tenho trabalho a fazer!!

Eu sabia que para ser professor eu teria que estudar muito. Contudo, sabia que isso não seria simples, pois venho de uma família em que meu pai possui apenas o Ensino Médio e era um empregado mediano na empresa em que trabalhava. Era difícil para ele prover a necessidade de quatro filhos adolescentes: roupas, material escolar, comida... Itens básicos para todo estudante que, muitas vezes, são tirados de suas vidas por causa do dinheiro que nos faltava em casa. Assim sendo, para ajudar meus pais, comecei a trabalhar cedo lavando carros, capinando jardim, lavando caixa d'água entre outros afazeres que me proporcionavam um trocado para ajudar no sustento da minha família.

Quando ingressei no ensino médio, no ano de 1993, me tornei uma espécie de “professor” particular de Matemática, Física e Química para estudantes do Ensino Fundamental. Entretanto, cada vez mais, o sistema exigia do meu pai um esforço maior para

sustentar a família e, para ajudar, comecei a procurar um emprego que pudesse ser de carteira assinada. Em 1994, fui contratado para trabalhar em uma empresa prestadora de serviços e deixei de ser professor para ser ajudante de manutenção.

O que me deixava confuso era a vergonha que a minha mãe sentia, pois os filhos das suas amigas não trabalhavam e meus irmãos também não! Mas eu queria e corria atrás, apesar de o meu pai não nos ter obrigado a trabalhar. Ele sempre dizia que o sistema ia engolir a gente, caso não tivesse estudo e ele não queria que ficássemos como ele, sofrendo mês após mês para sustentar sua família. Mas, a única coisa que eu enxergava era a dificuldade do sustento. Nas diversas vezes que pedi dinheiro a ele para sair com os amigos, ele sempre respondia que não tinha sobrado. Na minha cabeça, eu precisava ajudá-lo de alguma maneira.

Essa confusão que eu tinha em relação à minha mãe só fui entender quando me tornei adulto: ela tinha vergonha, pois transparecia que éramos menos favorecidos financeiramente que a família de suas amigas. Ainda mais porque eu trabalhava pela manhã e estudava à tarde. Porém, o encanto que meus professores passavam em sala de aula e que eu não via nos colegas na empresa na qual trabalhava, instigava-me ainda mais em me tornar um professor.

Essas batalhas que lutávamos diariamente fazia parte da lógica da sociedade que vivíamos, não tendo havido muita mudança em relação à sociedade que vivo hoje. Foi pensando no meu futuro, que meu pai pedia para eu me tornar Engenheiro Elétrico e não professor. Mas não tinha jeito e eu queria ser professor. Foi quando, em 1997, fiz a prova do vestibular para licenciatura em Matemática da Universidade Federal do Pará, mas não consegui a aprovação. Como foi difícil a prova!! Lembro que não acertei nenhuma questão da prova de Matemática e de Física, sendo que o único pensamento que vinha em minha cabeça era que o assunto da questão eu não tinha visto em sala de aula.

Confesso que uma tristeza inundou meu coração, pois os professores que eu tanto admirava não tinham dado o assunto em sala de aula. Lembro que ao conversar com um deles, a resposta foi enfática ao afirmar que as angústias que a minha mãe tinha se eu me tornasse professor eram latentes na vida dos meus professores. Então, estudei em casa, porque meu pai não tinha como pagar um cursinho de vestibular e eu ainda trabalhava de turno para ajudar nas despesas de casa.

Com a minha decepção no vestibular, resolvi fazer a prova em uma Instituição Privada e, em 1998, fiz a inscrição na Universidade da Amazônia para o vestibular do mesmo curso que eu havia reprovado no ano anterior. Mesmo sabendo que essa IES é particular, fiz a prova e, conseqüentemente, fui aprovado para ser aluno regular no curso de Ciências com

Habilitação Plena em Matemática. Em 1999, comecei oficialmente a trilhar um caminho que estou até os dias atuais.

Não foi um caminho fácil estudar em uma Universidade particular. Eu trabalhava para custear os estudos e, no decorrer do curso, tive que participar dos programas de monitoria para ajudar nos custos. Mas valeu a pena, pois tudo fez parte do meu processo de formação enquanto sujeito, fazendo com que eu chegasse aonde me encontro atualmente.

Durante o curso da graduação, percebi que as aulas eram as mesmas que tive a minha vida toda: professor falando, explicando, os estudantes escutando e, quando questionado, o professor explicava novamente ou “tirava” dúvidas. Eu não mais enxergava em alguns professores aquela magia, encantamento e entusiasmo de outrora. Comecei a perceber aulas centradas no professor em que o aluno não tinha muita oportunidade de se expressar. Aulas focadas em resolução de problemas e mais problemas que, a meu ver, não tinham sentido algum. Eu não entendia o porquê resolver uma lista de cem exercícios para passar na disciplina. Essa angústia em entender aquelas aulas apenas iniciava em minha cabeça.

No final do ano de 1999, fui convidado por uma professora do curso para ser monitor do programa de alfabetização da Universidade. Foi minha primeira experiência em sala de aula como docente e foi paixão à primeira vista. No mesmo ano ingressei no Programa de Monitoria da Universidade com intuito de reduzir a mensalidade. Meu primeiro contato com a disciplina de Cálculo Diferencial e Integral (CDI) ocorreu neste mesmo ano, como monitor do Departamento de Matemática.

Neste período de três anos, fui monitor nos cursos de Engenharia Civil, Administração, Ciências Contábeis, Fisioterapia e, lógico, na Licenciatura em Matemática. Foram durante esses anos que minha angústia e inquietação ficaram latentes, pois eu não entendia os motivos de um professor “dar” a mesma aula em cursos diferentes e, além disso, usava as mesmas listas de exercícios e bibliografias também.

Após concluir o ensino superior fui lecionar em uma escola pública do estado do Pará e em uma faculdade particular. Nesse período, comecei a observar uma grande diferença entre as metodologias empregadas pelos professores nas respectivas escolas. Na escola pública não se exigia do professor o uso do laboratório, atividades interdisciplinares, atividades práticas com seus estudantes, entre outras. Na escola particular, tínhamos a obrigação de especificar nos planos de ensino ou no planejamento anual da disciplina a menção às atividades interdisciplinares, o uso do laboratório de informática, além do desenvolvimento de atividades práticas com os estudantes.

Nesta fase da vida, comecei a perceber que era “engessado” o trabalho docente, seja por falta de equipamento, espaço adequado ou até mesmo de professor. Todavia, nessa época, ainda não havia adquirido experiência necessária para desenvolver atividades interdisciplinares e observava que durante o ano letivo o planejamento realizado durante a semana pedagógica não era executado.

A minha angústia aumentava a cada ano que passava. Foi quando resolvi cursar uma pós-graduação *lato sensu* em Informática na Educação, na ânsia de tentar responder aos questionamentos que me inquietavam, especialmente àqueles relacionados à prática docente que envolvia uso de tecnologias e o processo de interação com os estudantes. Então, desenvolvi um Trabalho de Conclusão de Curso da Especialização com o título “Uso da Informática nas aulas de Matemática nas escolas públicas e privadas no município de Belém – PA”. Obtive a aprovação, mas as perguntas se acumulavam em minha mente e não encontrava as respostas que desejava.

No ano de 2004, meu pai sofreu um problema de saúde e, por força do capital, tive que trabalhar e deixar os estudos em segundo plano. Assim sendo, abdiquei da continuidade dos meus estudos para trabalhar. Fui, então, contratado temporariamente pela Secretaria de Educação do Estado do Pará, como professor de matemática e ciências. Era um alento, pois haveria uma renda a ser somada ao emprego que já possuía na escola particular. Meu contrato com o Estado era de 40 horas semanais e, por conta dessa carga horária, meus estudos foram adiados, mesmo que eu ainda sentisse as angústias e ânsias por respostas às minhas aflições.

O ano de 2006 foi um ano especial para mim com a consumação do meu casamento e com o distrato do meu contrato como professor da Secretaria de Educação do Estado do Pará. Sem perspectiva de encontrar outra escola para lecionar, pensei em abandonar a docência. Fui trabalhar em outras áreas, até que em 2008 fui aprovado no concurso para ser docente efetivo do quadro de professores do Instituto Federal de Roraima.

No dia oito de março de 2008 tomei posse como professor e à medida que a minha vida ia tomando rumo como docente, as angústias e ânsias de outrora emergiam novamente em minha cabeça. No entanto, por ser um estado longínquo e de difícil acesso ao restante do país, não havia possibilidade de que eu pudesse reiniciar meus estudos.

Já no ano de 2012 fui redistribuído para o Instituto Federal Goiano/campus Ceres e percebi que era o momento de começar a responder minhas angústias e ânsias. Neste período, um amigo professor de Brasília me apresentou o Programa de Pós-Graduação de Mestrado Profissional em Ensino de Ciências e Matemática da Universidade Cruzeiro do Sul, em São Paulo. Após eu ter lido as linhas de pesquisa do programa, decidi submeter-me à seleção e,

depois de uma longa jornada de provas e entrevistas, fui aprovado para ser aluno da turma de Mestrado de 2014.

No decorrer da minha pesquisa de mestrado pude conhecer os estudos da aprendizagem significativa de acordo com os pressupostos de Ausubel, Novak e Hanesian (1980), verificando mediante leituras que embasaram a dissertação, uma tendência ao uso de tecnologias nas aulas de CDI (MACHADO, 2016). Com isso, minhas reflexões começavam a girar em torno do porquê durante o curso de graduação eu não tive disciplinas a respeito desse tema, sendo que mesmo depois de estudá-las, o porquê da não aplicação nas minhas aulas. Sem conhecer ainda uma fundamentação adequada para esta inserção, assumi uma visão otimista sobre o uso desse instrumento na minha prática docente.

As experiências obtidas durante o curso de mestrado fizeram-me refletir sobre as possíveis contribuições do uso de *softwares* educacionais com estudantes que apresentavam dificuldades nos conteúdos de CDI no Instituto Federal Goiano, onde trabalho. Para Valente (1993), os otimistas costumam apresentar argumentos não muito convincentes e, muitas vezes, não leva em consideração o papel do professor para defender o uso do computador no ensino. A experiência que obtive durante o curso de Mestrado foi imensurável, mas algumas perguntas que ainda ecoavam na minha cabeça persistiam sem respostas.

Echalar, Peixoto e Carvalho (2015), ao estudarem o uso das tecnologias por professores da educação básica, em Goiás, compreendem que o uso das tecnologias em sala de aula não deve reforçar a dicotomia entre a teoria e prática, sem que sua utilização precise envolver uma visão ampliada no que tange a sua finalidade para este cenário educacional da sala de aula.

Em 2017, um colega me informou que estavam abertas as inscrições do Programa de Pós-Graduação em Educação em Ciências e Matemática (PPGECM) da Universidade Federal de Goiás (UFG). Fiz a inscrição para o processo seletivo e, com muita felicidade, fui aprovado, tornando-me aluno regular de doutorado do PPGECM, em 2018. Sem demérito de tudo que estudei em minha vida acadêmica, comecei a perceber que as perguntas que outrora ecoavam na minha cabeça sem repostas, começavam a ser elucidadas.

Por intermédio dos professores do programa, tive acesso a outras bagagens teóricas, entre elas a Teoria Histórico-Cultural (THC) e a lógica dialética. Tal estudo me levou a repensar minha posição como docente, despertando-me um encanto por pensar que agora encontraria subsídios para refletir e repensar minha forma de ensinar o CDI, bem como refletir que é uma área do conhecimento imprescindível na formação do professor de matemática. Comecei a entender que teoria e prática não podem ser dicotimizadas, muito menos a relação da forma e

do conteúdo. Esse entendimento começou a ficar mais claro em meus pensamentos a partir dos estudos realizados e disciplinas cursadas.

Pensar a minha pesquisa foi um tanto quanto desafiador, pois eu não detinha conhecimento dessa base teórica, apenas conhecia a lógica atribuída à pesquisa empírica – a chamada de “lógica formal”, ou a lógica que “detém o poder de isolar elementos ou aspectos do real, de eliminar uma parte mais ou menos importante do conteúdo” (LEFEBVRE, 1983, p. 131).

Triviños (1987, p. 36) considera que essas características da lógica formal são coerentes às características do Positivismo, que considera “a realidade como formada por parte isoladas”. Essa lógica é compreendida como uma separação, mesmo que momentânea, da forma e do conteúdo, acarretando uma verdade limitada e insuficiente na compreensão do fenômeno em sua totalidade (LEFEBVRE, 1983).

Entendemos que a lógica formal é importante, mas limitada para analisar e compreender o objeto de estudo, visto que seu alcance é relativo e sua aplicação limitada. Esse fato é dado pelo seu olhar sobre o objeto de forma abstrata, reduzida e que tende a reduzir o “conteúdo ao mínimo estrito” (LEFEBVRE, 1983, p. 170).

É tênue a ligação entre as palavras ‘lógica’ e ‘matemática’, se relacionado ao estudo com métodos científicos, metodologias matemáticas e ciências experimentais, muitas das vezes denominada de ‘lógica concreta’.

A lógica não deve estudar algum pensamento correto, conhecido de antemão, mas o movimento do conhecimento humano no sentido da verdade, desmembrando deste formas e leis em cuja observância o pensamento atinge a verdade objetiva. E uma vez que o conhecimento aumenta sem cessar, mudando quantitativa e qualitativamente, o campo do lógico se enriquece com um novo conteúdo incorporando novos elementos, transformando-se e reorganizando-se interiormente (KOPNIN, 1978, p. 21).

Contudo, ainda com fundamento em Lefebvre (1983, p. 84), apreende-se que a “lógica concreta não pode consistir num simples registro passivo dos procedimentos empregados praticamente pelos cientistas”. Diante dessa concepção, é possível entender a importância de superar a dicotomia entre forma e conteúdo com a intenção de revelar o movimento do pensamento, no qual o real não pode ser apresentado de forma imutável, imóvel e inacabado, mas de forma mutável, móvel e por contradição. Neste caso, é concebido que a forma não pode ser separada do conteúdo, logo a teoria não se dissocia da prática.

Entre a forma e conteúdo se opera, assim, uma interação e um movimento incessantes. Quando a forma é tomada isoladamente, o que é sempre possível, cai-se – qualquer que seja o domínio considerado – no formalismo. Não é a lógica formal enquanto tal

que deve ser julgada com severidade, mas sim o formalismo lógico, o que é coisa inteiramente diversa (LEFEBVRE, 1983, p. 84).

Diante do exposto, o caminho a percorrer na presente pesquisa voltou-se para estudar o objeto sem que houvesse recortes, *a priori*, visando a visualizá-lo e a abordá-lo a partir do movimento do conhecimento humano (KOPNIN, 1978). Na pesquisa em tela, define-se a formação do professor de matemática e suas relações com o Cálculo Diferencial e Integral (CDI) como objeto de estudo, dada sua importância como área de conhecimento da Matemática em que pese sua aplicação nas mais diversas ciências e a relevância que esse conteúdo possui na formação docente.

O processo de construção do objeto de pesquisa

Desde o início da minha carreira como docente, tive o CDI como uma das mais desafiadoras e interessantes subáreas da Matemática, seja pelo rigor de resoluções, seja por sua “beleza” em aplicações nas áreas de conhecimento que me encontrava como professor. Não consegui entender, como docente dos cursos de bacharelado em Agronomia e de Zootecnia, que a disciplina estava baseada em resoluções maciças sem aplicações.

O CDI é uma disciplina de Matemática no ensino superior que possui uma aplicabilidade direta em áreas do conhecimento como Física, Engenharias e Ciências da Computação (BRASIL, 2001; BRASIL, 1998). Foi entendida como conhecimento fundamental para o desenvolvimento da ciência moderna (BARUFI, 1999; REIS, 2001; REZENDE, 2003) com uma proposta de curricular no século XVIII.

Para Silva (2019b), um professor de CDI se torna mais completo quando se apropria dos seus aspectos históricos e filosóficos de constituição deste conhecimento. Assim, no intuito de construir conhecimento e adquirir uma compreensão mais abrangente, comecei a participar das reuniões do Colligat¹, que tem projetos no campo da história da Ciência e estava, naquele momento, estudando as lógicas formal e dialética.

A partir das reuniões do grupo, das leituras indicadas e dos encontros de orientação, começamos a pensar a construção do nosso objeto – o CDI –, a propósito de sua compreensão conceitual e não apenas voltada à resolução de problemas imediatos nos cursos de formação de professor de matemática. Entretanto, precisávamos delinear o *corpus* a respeito de onde e quais cursos pesquisar.

¹ Colligat – (Re)pensando a formação de professores de Ciências da Natureza, vinculado ao Instituto de Ciências Biológicas da Universidade Federal de Goiás, campus Goiânia.

O CDI é visto como componente curricular em diversos cursos, a depender da aplicabilidade. Zuin (2001) e Reis (2009) argumentam que nos cursos como Física, Química, Engenharia e Computação, nos quais há uma necessidade de se estudar o movimento dos corpos em relação à sua velocidade, tempo e espaço que esse corpo possui, o CDI surge como ferramenta essencial para se determinar esses parâmetros. Com efeito, parte-se do pressuposto segundo o qual o papel dos professores que lecionam CDI, nesses cursos, já está em alguma medida definido. A minha inquietação estava voltada aos cursos de formação de professores, no qual o papel dos professores e do CDI ainda não parece estar muito claro em minha mente.

Nesse movimento em que o objeto não é dado *a priori*, inicialmente, foi realizada uma pesquisa exploratória com o objetivo de compreender o que as teses brasileiras revelam a respeito do ensino de CDI e suas compreensões (MACHADO; ECHALAR; CEDRO, 2021). Para tal, foi desenvolvida uma pesquisa de revisão sistemática de literatura, a partir das publicações encontradas no portal da CAPES e da Biblioteca Digital Brasileira de Teses e Dissertações.

Como resultado, foram encontradas 24 teses que abordam o CDI, educação e ensino, sendo que, após a leitura de cada trabalho na íntegra, observou-se que as teses estavam centradas no processo de ensino e aprendizagem, via descrição do uso das Tecnologias da Informação e Comunicação (TICs) de forma recorrente, em detrimento do CDI em sua essência. Pensar na essência do CDI é corroborar com Caraça (1951), quando afirmou que a essência pode estar relacionada aos seus componentes nucleares e fundamentais. Sendo assim, o mesmo autor cita que a compreensão do estudo das funções reais e o Teorema Fundamental do Cálculo (TFC) compõem sua essência².

Todavia, no corpus analisado na revisão, percebeu-se que “uma considerável quantidade de publicações está voltada ao processo de ensino e de aprendizagem, por entenderem que há uma preocupação em minimizar os índices negativos (reprovação e evasão) a respeito do CDI – I” (MACHADO; ECHALAR; CEDRO, 2021, p. 523).

Como o meu desejo e inquietação relacionavam o CDI na licenciatura em Matemática, ficou evidenciado que apenas seis teses se enquadravam no estudo. Sendo assim, após uma análise, constatou-se que elas estavam pautadas em discussões pontuais no ensino e na aprendizagem sobre o uso de tecnologia ou de resolução de problemas para viabilizar um melhor ensino e aprendizagem. Tais pesquisas não objetivaram, necessariamente, compreender suas relações com a formação do professor de matemática. Notou-se, ainda, que a quantidade

² A propósito das funções reais e do TFC, recomenda-se a leitura de Guidorizzi (2008).

de produções, que discutem as TICs no ensino de CDI, é bem expressiva com aproximadamente 66%, além da recorrência da discussão sobre “Integral” possuir um resultado mais expressivo de pesquisas, com quase 80%.

Entender a construção do objeto que constituiu a presente pesquisa equivale a compreender que ele não pode ser dicotomizado do sujeito, sendo necessário desvelar sua historicidade (KOSIK, 2002). De tal modo, a pesquisa exploratória foi um passo importante e inicial à construção do objeto da nossa pesquisa.

Neste movimento de construção do objeto, surgiram questionamentos sobre o porquê do CDI ser tão “difícil” de ser estudado e apresentar altos índices de reprovação e evasão, conforme relatado nas pesquisas analisadas. Para Lachini (2001), Nasser (2007) e Alvarenga, Dörr e Vieira (2016), as aulas de CDI relacionadas exclusivamente a resoluções excessivas de exercícios e problemas matemáticos podem afetar o desenvolvimento acadêmico e a autoestima do estudante. Segundo esses autores, um estudante, à medida que não consegue resolver as listas de exercícios passadas em sala de aula tende a evadir ou desistir da CDI.

No caso da pesquisa em tela, a decisão pelo objeto levou em consideração minha trajetória como ex-acadêmico de uma licenciatura, minha experiência como docente na disciplina de CDI, minha pesquisa de mestrado, a pesquisa exploratória supracitada e as minhas inquietações com essa área de conhecimento da Matemática. Para tanto, delimitou-se, enquanto problema de pesquisa: o que nos revelam as produções acadêmicas (dissertações e teses) sobre a(s) concepção(ões) de formação de professores de Matemática em pesquisa sobre o ensino e a aprendizagem de CDI?

A partir dessa problemática, objetivou-se, então, compreender as concepções a respeito da formação do professor de matemática no que tange o ensino do CDI a partir dos pressupostos da Teoria Histórico-Cultural. Para o alcance de tal objetivo, ainda, no decorrer da pesquisa, buscou-se a compreensão das contradições, recorrências e lacunas emergidas do referido objeto de estudo.

Na presente pesquisa, procura-se aprofundar a discussão quanto à concepção da formação de professor de matemática, o ensino e a aprendizagem do CDI e seus fundamentos decorrentes da análise das publicações referentes ao tema em epígrafe. A partir dessas concepções, primou-se por refletir em como elas se constituem na formação do professor, no seu papel na sociedade e na sua humanização enquanto sujeito omnilateral.

Estrutura da tese

No capítulo I, intitulado “A formação do professor de Matemática e o Cálculo Diferencial Integral: duas grandezas proporcionais?”, busca-se apresentar, sinteticamente, as relações entre a historicidade da formação do professor com a constituição do conhecimento filosófico à respeito do ensino do CDI, pois entende-se que o entendimento da compreensão da sua historicidade permite entender que o seu desenvolvimento se dá a partir da atividade humana e sua relação com o mundo à sua volta.

A compreensão de um objeto de pesquisa perpassa o desvelar de sua historicidade, pois é na história que o homem se humaniza. Assim, a atitude primordial e imediata do homem em face da realidade não é a de um abstrato sujeito cognoscente, de uma mente pensante que examina a realidade especulativamente, sendo, pois, a de um ser que age objetiva e pragmaticamente. Com efeito, é a atitude de um indivíduo histórico que exerce a sua atividade prática no trato com a natureza e com os outros homens, tendo em vista a consecução dos próprios fins e interesses, dentro de um determinado conjunto de relações sociais (KOSIK, 2002).

Assim, a primeira seção traz uma síntese das concepções de formação de professor, baseado nos estudos de Contreras (2012) em três tipos de professor: profissional técnico, profissional reflexivo e profissional intelectual-crítico. Nas seções seguintes, são feitas uma análise das concepções dos fundamentos filosóficos do conhecimento matemático: logicismo, intuicionismo e formalismo sustentada pelos estudos de Costa (2008). E na última seção, uma reflexão dessas concepções de formação de professores na relação com o conhecimento de CDI.

No capítulo II, cujo título é “O CDI e a formação do professor de matemática: o que dizem as pesquisas”, a partir do que já se compreende das relações entre formação do professor de matemática e o ensino do CDI, problematizou-se o que a produção acadêmica contemporânea discute sobre o objeto de estudo. Nesse processo de construção e entendimento do objeto, a revisão bibliográfica foi alinhada aos estudos de Vosgerau e Romanowski (2014), que buscam mapear, examinar e delimitar categorias de análise e revelar um dado fenômeno.

O estado do conhecimento desenvolvido nesta pesquisa foi o ponto de partida para determinar os aspectos essenciais do próprio objeto. Inicialmente, o fenômeno estudado se mostra indeterminado, confuso, limitado, caótico e corresponde ao seu primeiro contato com o sujeito. A esse primeiro contato, denomina-se concreto aparente ou realidade concreta.

Esse primeiro olhar é importante para se manter uma proximidade com o objeto a ser estudado e abranger possíveis determinações do objeto em tela, com foco na compreensão

da importância do CDI na formação do professor de matemática. Foi de suma importância a construção da pesquisa o olhar dos dados contemporâneos ainda desorganizados e caóticos na relação com o processo histórico apresentado, visto que viabilizou uma análise e compreensão da essência do fenômeno estudado nesta tese.

A propósito, Kopnin (1978, p. 50) afirma que:

Se a realidade é um todo dialético e estruturado, o conhecimento concreto da realidade [...], é um processo de concretização que procede do todo para as partes e das partes para o todo, dos fenômenos para a essência e da essência para os fenômenos, da totalidade para as contradições e das contradições para a totalidade; e justamente nesse processo de correlações em espiral no qual todos os conceitos entram em movimento recíproco e se elucidam mutuamente, atinge a concreticidade.

A análise é a reflexão e a compreensão da realidade em seus fenômenos a partir da abstração. Por fim, como se abstrai das leituras de Libâneo (1993); Lefbvre (1983) e Kopnin (1978), essa unidade concreto-abstração permite compreender o objeto como resultado do pensamento que resulta em novas formas de ação do sujeito ou, simplesmente, denominado de concreto pensado.

Na seção subsequente, aponta-se o primeiro olhar sobre o objeto, a condição para a escolha das publicações e a justificativa para o marco temporal, além da análise sobre pontos importantes que emergiram das publicações como as palavras-chave mais recorrentes e as metodologias utilizadas em cada trabalho. Por fim, na última seção, buscou-se uma análise das principais temáticas discutidas nas produções acadêmicas analisadas: dicotomia entre o ensino e aprendizagem, uso das TICs, unidade ensino e aprendizagem, além do foco no estudo teórico.

Com as informações selecionadas nas publicações, o próximo passo foi o de entender esses dados em suas determinações e relações com a historicidade. Assim, no capítulo III, apresentou-se a síntese do fenômeno estudado em dois eixos de análises: o eixo 1 traz ao leitor as lacunas e recorrências nas pesquisas sobre a formação do professor de matemática e o CDI a partir das publicações que compuseram o nosso *corpus*. São analisadas e refletidas as oscilações entre a racionalidade técnica e a epistemologia da prática na formação do professor de matemática e as tecnologias, como uma visão construcionista nas pesquisas, que relacionam a formação do professor de matemática e o CDI e o papel das TICs nessa concepção. No eixo 2, tem-se a compreensão e a reflexão do CDI e da formação do professor, discutindo a respeito de uma formação integral a partir das concepções identificadas nas publicações que compõem o *corpus* da pesquisa sob um olhar próprio acerca da epistemologia da práxis, para refletir que a formação do professor de matemática está além do uso das tecnologias em caráter pontual e imediato e que a forma e o conteúdo, a teoria e a prática não podem ser vistas dicotomizadas.

Sendo assim, na primeira seção, fez-se uma reflexão das lacunas e recorrências sobre a formação do professor de matemática e o CDI, no qual a epistemologia da prática e o uso das TICs foi a concepção e a temática mais predominante, respectivamente. Na seção, a seguir, consta uma análise sobre as oscilações entre a racionalidade técnica e a epistemologia da prática na formação do professor de matemática e uma reflexão a propósito do reducionismo do CDI centrado no formalismo e no rigor matemático.

Na seção subsequente, a partir das publicações inerentes ao corpus da pesquisa, fez-se uma reflexão no que tange o uso das TICs de forma pontual e isolada a partir de uma visão construcionista; na última seção do capítulo consta uma reflexão a respeito da formação do professor de matemática para o ensino do CDI a partir dos pressupostos da epistemologia da práxis.

Nas considerações finais retoma-se o problema de pesquisa, buscando alinhar uma síntese por meio de uma reflexão do papel do professor de matemática. Por fim, são consideradas, de forma também reflexiva, as limitações que surgiram no decorrer do caminho, apontando um direcionamento a futuras pesquisas.

CAPÍTULO I: A FORMAÇÃO DO PROFESSOR DE MATEMÁTICA E O CÁLCULO DIFERENCIAL INTEGRAL: DUAS GRANDEZAS PROPORCIONAIS?

O trabalho é um processo entre homem e Natureza, um processo em que o homem, por sua própria ação, media, regula e controla seu metabolismo com a Natureza. Ele mesmo se defronta com a matéria natural como uma força natural. Ele põe em movimento as forças naturais pertencentes à sua corporalidade, braços e pernas, cabeça e mão, a fim de apropriar-se da matéria natural numa forma útil para sua própria vida. Ao atuar, por meio desse movimento sobre a Natureza externa a ele e ao modificá-la, ele modifica, ao mesmo tempo, sua própria Natureza (MARX, 1989, p. 149).

O homem se desenvolveu ao longo de sua história devido à sua necessidade em compreender e obter respostas às dúvidas que emergiam no seu entorno. A compreensão da historicidade de um fenômeno está implícita no processo de humanização do homem, visto que o auxilia na compreensão de como a sociedade se desenvolve e de como ele próprio se apropria dos conhecimentos desenvolvidos ao longo da história da humanidade.

Essa relação do homem com a natureza se dá desde a sua concepção, seja individualmente ou coletivamente. Nesta relação, o homem busca respostas às suas próprias necessidades de tal forma que “o próprio homem que trabalha é transformado pelo seu trabalho” (LUKÁCS, 1979, p. 16). Mészáros (2006, p. 152) corrobora ao citar que:

o homem deve ser descrito pensando-se em termos de suas necessidades e poderes. E ambos estão igualmente sujeitos a modificações e desenvolvimento. Em consequência, não pode haver nada de fixo em relação a ele, exceto o que se segue necessariamente de sua determinação como ser natural, ou seja, o fato de que ele é um ser com necessidades – de outro modo não poderia ser chamado de ser natural – e poderes para satisfazê-las, sem os quais um ser natural não poderia sobreviver.

Essa ação do homem na natureza é intrínseca ao próprio homem, haja vista que só ele possui a capacidade pensante de dominar a natureza (LEFEBVRE, 1983). A propósito da intencionalidade do homem vis-à-vis suas ações sobre a natureza, Engels (2002, p. 125) descreve que:

A ação planejada de todos os animais, em seu conjunto, não conseguiu imprimir sobre a terra a marca de sua vontade. Isso aconteceu com o aparecimento do homem. Em uma palavra, o animal utiliza a natureza exterior e produz modificações nela pura e simplesmente com sua presença, entretanto, o homem, por meio de modificações, submete-a a seus fins, a domina. É esta a suprema e essencial diferença entre o homem e os animais; diferença decorrida também do trabalho.

É no processo de trabalho que o homem desenvolveu, ao longo de sua história, mecanismos que o auxiliam no entendimento da vida. Dentre esses mecanismos, encontra-se a

Matemática. A apropriação do conhecimento científico, das equações e conceitos são essenciais à formação do professor.

A matemática pode ser comparada a um moinho magnificamente bem feito que mói farinha tão fina quanto se deseja; mas o que você recebe depende do que você põe lá; e assim como o melhor moinho do mundo não pode tirar farinha de trigo de grãos de ervilha, também páginas de fórmulas não tirarão um resultado definido de dados imprecisos (D'AMBRÓSIO, 1993, p. 12).

O objetivo desta pesquisa não é investigar exclusivamente a Matemática em si, seus idealizadores e sua historicidade, mas buscar compreender as relações historicamente construídas entre a formação do professor de matemática e o conhecimento que adquiriu a propósito da docência do CDI. Para Silva (2020, p. 49):

O histórico age como um objeto do pensamento, correspondendo ao processo de construção e transformação do objeto, de seu surgimento e desenvolvimento. O pensamento reproduz o processo histórico real em sua objetividade, complexidade e contrariedade. O lógico é o meio pelo qual o pensamento realiza esse movimento, é o reflexo do histórico e a reprodução da essência do objeto.

As pesquisas em formação de professores de Matemática devem convergir à sua própria formação, sua prática e à análise do seu papel na sociedade. Assim, esse tema é fonte inesgotável de pesquisa e que carece de importância, investigação e reflexão (CUNHA, 2013). Em função do recorte necessário para a construção da presente tese, restringem-se as leituras e as reflexões, mas entendendo que o objeto de estudo não está segregado da historicidade da Matemática e do Cálculo. A realidade da presente pesquisa e o caminho a ser trilhado no decurso desta argumentação reforçam que o processo de formação:

Diante de tão diversas formas de inserção humana no mundo, produto e origem de diferentes histórias, culturas, valores, crenças, explicar o que constitui o “ser humano” é uma forma de buscar compreender o que nos faz tão semelhantes e tão únicos, tão universais e tão singulares ao mesmo tempo. Mais do que uma inquietação teórica, explicar aquilo que caracteriza o ser humano, no que tange ao seu processo de aprendizagem, suas necessidades e suas motivações, é uma forma de buscar compreender a própria essência humana (RIGON; ASBAHR; MORETTI, 2016, p. 15).

Entender que a atividade docente é intrínseca aos conhecimentos do seu próprio trabalho ainda é um desafio. Conforme Echalar, Peixoto e Carvalho (2015), não há como dissociar esses valores construídos ao longo de sua trajetória como sujeito social que, de acordo com a base teórica que sustenta o presente trabalho, constitui a historicidade desse próprio docente.

Com efeito, a historicidade da formação deste profissional está relacionada ao desenvolvimento da escrita Matemática e sua relação com as contribuições do movimento lógico-histórico do CDI. Boyer (1974, p. 4) assim descreveu o CDI:

O CDI teve sua origem nas dificuldades encontradas pelos antigos matemáticos na sua tentativa de expressar suas ideias intuitivas sobre as razões ou proporções de segmentos de retas, que vagamente reconheciam como contínuas, em termos de números, que consideravam discretos.

A partir dos pressupostos de Rosa (2012a), Costa (2008) e Boyer (1974), neste capítulo discute-se a formação do professor de matemática, abordando como essa formação se relaciona com a constituição do conhecimento sobre CDI. A partir desta relação, analisam-se suas influências nos espaços de formação docente, bem como nos processos de ensino e de aprendizagem.

Entende-se que a necessidade do homem em intervir na natureza para suprir suas próprias necessidades, que emergiam no correr de sua historicidade, se deu desde os primórdios, nomeadamente a partir da formação de comunidades às margens dos rios Eufrates e Tigre (VICENTINO, 2011). Nesta época, a civilização iniciou o processo de desenvolvimento da escrita e dos símbolos.

A evolução da Matemática foi lenta, árdua, longa, difícil e complexa, tendo suas primeiras noções se desenvolvido a partir do surgimento do *Homo Sapiens*. Em sua origem, a Matemática esteve sob influência mística, e teve um caráter empírico, intuitivo, qualitativo, pragmático. Sem capacidade de abstração e análise, o Homem foi capaz, contudo, de desenvolver noções de Matemática, no seu estágio inicial, à base da simples observação, e para atender às necessidades prementes da coletividade de resolver certos problemas de interesse geral e particular (ALEKSANDROV *et al.*, 1973, p. 17).

Na concepção dos autores, o pensamento segundo o qual a Matemática surgiu para atender às necessidades, que emergiam da vida cotidiana, foi, ao longo da sua própria história, convertida em um sistema de disciplinas complexos, extensos e diversificados. Segundo Rosa (2012d, p. 51), era intrínseco à necessidade social desses povos de “registrar contas e operações comerciais, acontecimentos políticos, religiosos e militares, e regras de convivência social”. Os conhecimentos matemáticos dos egípcios foram fundamentais à escola grega e ao desenvolvimento desta ciência.

Tales de Mileto e Pitágoras de Samos tinham ainda mais uma vantagem: estavam em condições de viajar aos centros antigos de conhecimentos e lá adquirir informação de primeira mão sobre astronomia e matemática. No Egito diz-se que aprenderam geometria; na Babilônia, sob o esclarecido governante caldeu Nabucodonosor, Tales provavelmente entrou em contato com tabelas e instrumentos astronômicos (BOYER, 1974, p. 34).

De acordo com o entendimento de Rosa (2012a) Tales de Mileto (624 a 548 a.C.) e Pitágoras de Samos (460 a 490 a.C), foram os dois matemáticos gregos que iniciaram um movimento com a intenção de compreender os fenômenos acerca do infinito e do contínuo, pressupostos iniciais do CDI.

O CDI é a mais eficaz ferramenta matemática para a resolução de problemas que envolvam variações infinitesimais em taxas de movimento para a determinação da trajetória de um corpo no espaço. O CDI se funda na ideia de considerar quantidades e movimentos não como definidos ou imutáveis, mas como dinâmicos e flutuantes. A partir do século XVI, a matematização dos fenômenos naturais e os avanços nas Ciências Exatas exigiam novos métodos de CDI que atendessem às exigências de precisão da Astronomia e da Mecânica, por meio de processos mais rigorosos e eficientes e, ao mesmo tempo, que pudessem exprimir corretamente as importantes leis quantitativas descobertas (ROSA, 2012a, p. 90).

Já Zeno (490 a 430 a.C.) foi o pioneiro a estudar, discutir e contemplar dois conceitos importantes ao CDI: o discreto e o contínuo. E tão importantes foram os seus estudos, segundo Boyer (1974), que a Matemática assumiu um novo rumo, pois as suas grandezas passaram a ser associadas a segmentos de retas e não mais a números ou pedras. Brolezzi (1996, p. 24) informa que:

Cada número é um segmento de reta. Somar significa juntar dois segmentos e formar um maior. A multiplicação é a obtenção da área do quadrilátero cujos lados são os segmentos dos fatores. Assim, não é necessário distinguir entre os números racionais e irracionais, nem pensar se dois segmentos são comensuráveis ou incommensuráveis.

Ainda no século XVI, o italiano Bonaventura Cavalieri³ (1598 – 1647) é considerado um dos precursores do CDI, a partir do desenvolvimento de um método de divisão de indivisíveis e de determinação de áreas delimitadas por curvas (ROSA, 2012b). Nesse mesmo período, surgiram dois grandes matemáticos que ficaram reconhecidos pelo desenvolvimento do CDI, mesmo tendo utilizado métodos diferentes e independentes: Isaac Newton e Gottfried Leibniz (ALEKSANDROV *et al.*, 1973).

A relação entre Newton (1643 – 1727) e Leibniz (1646 – 1716) foi significativamente importante à sistematização final do conceito de CDI. Newton foi o responsável em determinar áreas e gradientes, além do teorema binomial. Já Leibniz foi o criador da diferencial abaixo de uma curva qualquer. Newton desenvolveu os pressupostos do CDI integral, já Leibniz o CDI diferencial.

³ Bonaventura Cavalieri, importante matemático italiano. Nasceu em Milão em 1598 e morreu em 1647. Entre seus estudos, está a descoberta da nova Geometria dos indivisíveis contínuos (ROONEY, 2012).

Enquanto Newton enxergava o CDI de forma cinemática que, em dias atuais, remete à função do tempo, Leibniz o fazia de forma estática, visualizando o CDI a partir do discreto através do diferencial. E foi nessa visão que Leibniz descreveu como o diferencial de uma função. E assim, com essa notação de diferencial, Leibniz deixou seu legado, considerando sua linguagem mais simples e acessível aos matemáticos.

O período da Idade Contemporânea foi marcado pelo aperfeiçoamento do CDI. Matemáticos como Lagrange (1736-1813) e Euler (1707-1783) foram os grandes nomes no século XVIII, a partir dos estudos a respeito de CDI de variações, além de D'Alembert (1717-1783) que marcou seu nome na história do CDI com seus estudos sobre equações diferenciais (GARBI, 2009; BOYER, 1974).

O domínio conceitual é a base da formação do professor e nosso pensamento se alinha a Duschl (2008), pois proporciona ao estudante a possibilidade de entender como o conhecimento científico é comunicado, representado e argumentado, sem se limitar a resoluções de problemas ou teoremas, mas também à proposta de contemplar seus aspectos sociais e epistemológicos na relação com a Ciência, a tecnologia e a sociedade.

Entender a formação do professor de matemática e refletir sua finalidade de mundo no qual está inserido é importante, sendo que é a partir dessa percepção se pode traçar metas, entender as lacunas e compreender melhor o trabalho docente associado aos conhecimentos do CDI. Para tanto, entende-se que a formação do professor de matemática, historicamente, pode ser sistematizada em torno de três concepções: o professor como profissional técnico, o professor reflexivo e o professor do reflexivo ou intelectual crítico (CONTRERAS, 2012).

Também neste aspecto, conforme Rosa (2012b), apreende-se que o CDI se confunde com suas concepções filosóficas quanto à base de conhecimento em três vertentes: logicista, intuicionista ou formalista. Porém, no decorrer do presente trabalho, destaca-se que a formação do professor de matemática deve estar além de uma lógica conteudista ou tecnicista. Para García (1994, p. 19), a formação do professor “pode ser entendida como um processo de desenvolvimento e de estruturação da pessoa que se realiza com o duplo efeito de uma maturação interna e de possibilidades de aprendizagem, de experiências do sujeito”.

1.1 As concepções de formação de professores: uma síntese de seus fundamentos

Pensar a formação de um professor é refletir sobre uma formação que possibilite ao sujeito o entendimento de suas funções e concepções. É necessário entender que a formação

está ligada à própria prática do sujeito enquanto homem, tal que a relação entre os sujeitos se constitui a partir da apropriação do conhecimento e não da sua transmissão.

Essa discussão a propósito da formação do professor não é tema novo. Estrela (2006) aponta que, no Brasil, essa discussão ganhou fôlego em 1889, quando o país se tornou República. Apesar de se perceber que existem concepções de formação de professores na ótica humanista, tecnicista, ativista, conteudista, dialogicista, problemático, apriorístico, dentre outros, o presente trabalho se fundamenta nos estudos de Contreras (2012), para quem as concepções de formação do professor podem se efetivar sob a concepção do professor como profissional técnico, reflexivo ou um profissional intelectual crítico.

Esse olhar sobre a prática do professor está ligado diretamente aos fundamentos epistemológicos na formação inicial desse professor que acarreta, de forma intencional, à sua formação continuada e à própria prática profissional. Na visão de um profissional técnico, a lógica positivista de ciência está diretamente ligada ao desempenho do próprio professor, reduzindo seu conhecimento prático em conhecimento técnico, sendo o empírico suficiente para conseguir os resultados desejados.

Nesse contexto, de acordo com Contreras (2012), o que vale é considerar os fins que *a priori* já foram fixados e bem delineados. Ainda segundo o autor:

O professor, como profissional técnico, compreende que sua ação consiste na aplicação de decisões técnicas. Ao reconhecer o problema diante do qual se encontra, ao ter claramente definidos os resultados que deve alcançar, ou quando tiver decidido que é a dificuldade de aprendizagem de tal aluno ou grupo, seleciona entre o repertório disponível o tratamento que melhor se adapta à situação e o aplica. O pressuposto que aqui se manipula é que o conhecimento pedagógico disponível dirige a prática, proporcionando os meios para reconhecer os problemas e solucioná-los (CONTRERAS, 2012, p. 107).

Reflete-se, deste modo, que esse modelo enfatiza a importância do professor no domínio do conteúdo, dos seus conceitos e da estrutura da disciplina. Assim, é inerente que o professor mantenha uma aprendizagem passiva por parte dos seus estudantes haja vista que seu papel está relacionado à transmissão de conteúdo.

Langhi (2009) afirma que esse modelo do professor como um profissional técnico está relacionado com a abordagem conteudista, pois ambos estão baseados na transmissão de conteúdos e na memorização dos procedimentos técnicos por parte dos estudantes. Assim, trazem uma visão simplificada do ensino e do papel do professor em sua formação.

Contreras (2012) salienta a importância de entender o contexto e a complexidade dos fatores que incidem para o fato de um certo estudante estar enquadrado em uma categoria de “mal comportamento”. Porém, nessa concepção do professor como profissional técnico,

qualquer parâmetro ou categoria, que não seja definido antes do processo, deve ser desconsiderado ou adequado àquelas já estabelecidas. Este profissional assume o papel de aplicar os métodos pré-estabelecidos e da certeza, mesmo que minimamente, dos resultados definidos *a priori*. Assim, sua capacidade quanto professor está relacionada a sua própria eficiência nessa conquista.

O que o modelo de racionalidade técnica como concepção da atuação profissional revela é a sua incapacidade para resolver e tratar tudo o que é imprevisível, tudo o que não pode ser interpretado como um processo de decisão e atuação regulado segundo um sistema de raciocínio infalível, a partir de um conjunto de premissas. A rigidez com que se entende a razão da perspectiva positivista é o que provoca essa incapacidade para atender todo o processo de atuação que não se proponha à aplicação de regras definidas para alcançar os resultados já previstos (CONTRERAS, 2012, p. 117).

A incapacidade de entender o imprevisível e saber lidar com situações que atentem à habilidade humana, faz-se necessário refletir e resgatar a prática da atuação profissional e saber lidar com esses imprevistos tangentes às situações problemáticas da prática docente.

Nesse bojo, Langhi (2009) aponta que o modelo fundamentado na racionalidade técnica está mais relacionado com o treinamento das habilidades técnicas, comportamentais e estruturais pela transmissão de conteúdos. Com efeito, o professor é visto como um mero técnico que reproduz aquilo que outrora estudara em sua formação.

Entrementes, a preocupação de reproduzir o que lhe fora ensinado, o conteúdo do CDI transmitido em sala de aula ocupa um papel de destaque na relação de ensino e de aprendizagem. García (1994) aponta que sua função está centrada no conhecimento científico do objeto de estudo em questão.

Alarcão (2005) corrobora com este ponto ao citar que o professor consoante à racionalidade técnica está preocupado mais com o conteúdo o qual irá ministrar e o domínio das habilidades técnicas do professor do que com o público-alvo ou com as nuances que possam emergir durante o processo de ensino e de aprendizagem. Estrela (2006, p. 49) entende que transmitir o conteúdo é o ofício do professor e mostrar ao estudante que “se tornar um bom professor é fazer exatamente o que os bons professores fazem”.

A “preocupação” em relacionar a transmissão de conteúdos como parte do ofício do professor, faz-se necessário uma reflexão de que esse aspecto visa atender aos interesses da classe empresarial em detrimento de uma vertente menos visível, porém mais nobre, que é a formação dos professores acrescida da luta dos trabalhadores por melhores condições e valorização profissional.

Entender que a educação é tida como uma face de negócios é reportar aos interesses do capitalismo e da classe dominante na condução ou dos caminhos das políticas públicas. Seguindo os entendimentos de Harvey (2016), a formação do professor pode ser vista e fundamentada na lógica de como uma empresa visa lucros a partir da venda de pacotes educacionais.

A racionalidade prática como fundamento da formação de professores pautada delimita ao professor a refletir sobre a sua prática e não somente à transmissão de conteúdos. Shön (1992) a define como uma nova concepção de formação de professores a partir da ideia do professor reflexivo, pela forma com a qual o docente enfrenta situações não definidas *a priori*, a partir da concepção do profissional técnico. A discussão sobre o termo reflexão foi ganhando densidade no campo acadêmico:

É raro o texto sobre ensino ou professores que não faça a defesa expressa da reflexão sobre a prática como função essencial do docente no exercício do seu trabalho. [...] A menção à reflexão é tão extensa que passou a ser de uso obrigatório para qualquer autor ou corrente pedagógica. Como consequência, acabou-se transformando, na prática, em um *slogan* vazio de conteúdo (CONTRERAS, 2012, p. 149).

O profissional reflexivo possibilita e ajuda seu estudante a encontrar seu próprio processo de conhecimento, uma vez que entende que cada aluno é singular e necessita ser trabalhado dessa forma. Para Shön (1992), a prática reflexiva do professor deve ser contínua e inerente à sua própria ação, ou seja, a ação em si mesma. Assim, a prática do professor reflexivo possui três eixos: a reflexão na ação, a reflexão sobre a ação e a reflexão sobre a reflexão na ação.

A reflexão na ação traz em si um saber que está presente nas ações profissionais. Diz respeito às observações e às reflexões do profissional em relação ao modo como ele transita em sua prática; a descrição consciente dessas ações pode ocasionar mudanças, conduzindo a novas pistas para soluções de problemas de aprendizagem [...]. A reflexão sobre a ação está em relação direta com a ação presente, ou seja, com a reflexão na ação, e consiste numa reconstrução mental retrospectiva da ação para tentar analisá-la, constituindo um ato natural com uma nova percepção da ação [...]. A reflexão sobre a reflexão na ação permite a reflexão sobre ações passadas, pode se projetar no futuro como novas práticas. Esse tipo de reflexão leva o professor a desenvolver novos raciocínios, novas formas de pensar, de compreender, de agir e equacionar problemas (ALVES, 1992, p. 64).

Langhi (2009) afirma que essa concepção do professor reflexivo define o professor como o profissional que reflete sobre as suas práticas e possui a consciência do seu lugar na sociedade, sendo agentes ativos de seu próprio desenvolvimento e da formação dos seus estudantes. A prática passa a ser entendida como uma maneira de pesquisar para constituição

de novas compreensões de situações que emergem no decorrer do processo (CONTRERAS, 2012).

Esta reflexão na ação profissional não é necessariamente algo pontual e rápido. Estaria, mais precisamente, em relação com os limites de tempo que a própria prática impõe. Assim, os professores podem-se encontrar em processos imediatos de reflexão na ação no caso de terem de responder a uma alteração imprevista no ritmo da classe; mas estes processos podem ser mais prolongados, podendo durar inclusive todo o tempo do curso, quando, por exemplo, quiserem melhorar a integração de um de seus alunos no grupo ou quando encontrarem dificuldades em relação aos efeitos que uma determinada estratégia metodológica ocasiona (CONTRERAS, 2012, p. 119).

Segundo Tardif (2002), estas reflexões possuem destaque na prática docente, permitindo ao professor cometer erros, fazer experiências ao mesmo tempo que aprende com eles. A sala de aula passa a ser um espaço privilegiado que permite ao professor e aos seus estudantes uma integração de competências. Isso proporciona ao professor conhecer melhor a sua prática e a si mesmo. Por conseguinte, não existe conhecimento pronto ou acabado, mas tudo faz parte de um processo contínuo de construção.

Contreras (2012) contrapõe essa prática, pois entende que essa ideia pressupõe elementos de repetição e que, para cada ciclo, o professor reflete pontualmente a respeito de algum processo que necessita de adequação.

Um profissional é um especialista que enfrenta repetidamente determinados tipos de situação ou casos que constituem o âmbito de sua especialidade. As situações com as quais se defronta são consideradas em função de sua semelhança com os casos anteriores. Como produto da repetição dos casos, desenvolve um repertório de expectativas, imagens e técnicas que lhe servem de base para suas decisões. Aprende o que buscar e como responder ao que encontra. Essa experiência é a que alimenta seu conhecimento na prática (CONTRERAS, 2012, p. 119).

Para o professor reflexivo, basta a análise de sua prática e aos “pontos fracos” que vão compondo sua especialidade com o objetivo de que, em cada ciclo, esses mesmos “pontos fracos” sejam minimizados. Nesse caso, com a repetição dos casos, sua prática vai se tornando cada vez mais estável.

(...) os práticos demonstram sua “arte profissional”, ao serem capazes, de forma aparentemente simples, de manipular grande quantidade de informação, selecionando os traços relevantes e extraindo consequências a partir do conhecimento profissional de casos anteriores, reconhecendo a singularidade da nova situação em comparação com as outras (CONTRERAS, 2012, p. 121).

Já na concepção do professor intelectual-crítico assume um papel fundamental no entendimento da realidade. O professor tem uma perspectiva problematizadora e, com seus

estudantes, constrói o conhecimento a partir das suas próprias necessidades alinhadas à transformação da realidade e à promoção da justiça social.

Contreras (2012) entende que uma formação de um profissional intelectual-crítico perpassa por um processo de transformação que possibilita a interpretação das formas de domínio a que estão submetidos e que essa interpretação perpassa pela relação sala de aula, escola e sociedade. Essa concepção tem a finalidade de reconstruir e explicar as formas nas quais a razão é mostrada com o objetivo de apresentar um caminho para a formação integral.

Entende-se que essa concepção permite ao professor não apenas uma reflexão sobre suas práticas educativas, mas também um olhar crítico e respaldado teoricamente, que possibilite analisar e questionar o seu próprio trabalho docente. A reflexão amplia seu alcance, seja no sentido social, político ou econômico.

Para Alves (1992), definir um professor intelectual crítico é entender que seu papel de transformador permite que ele expresse sua tarefa na elaboração da crítica de seu próprio trabalho como uma maneira ao entendimento de uma sociedade mais democrática e justa, educando seus estudantes como cidadãos críticos, ativos e entendedores de que apenas o conhecimento científico não é o suficiente em sua formação.

Contreras (2012) corrobora ao compreender que os professores devem assumir seu papel pedagógico e político de ensinar e aprender na busca de uma ordem social mais justa e igualitária na sociedade na qual está inserido. Em concordância, entende-se que refletir criticamente é ir além de dizer que alguma situação está certa ou errada, fazer a denúncia. Segundo Alves (1992), significa colocar-se no contexto de uma determinada ação e na sua história, participando de uma certa atividade social com uma postura coletiva diante de uma determinada situação.

Ainda de acordo com Contreras (2012), trazer aproximações entre a concepção do professor intelectual-crítico e da epistemologia da práxis nos faz refletir nos próprios princípios inerentes a essas duas concepções em seu papel de transformador social que, além do conteúdo em sala de aula, analisa as condições sociais e históricas com o intuito de possibilitar ao estudante uma problematização do seu caráter político.

Assim, essa concepção possui como finalidade reconstruir e explicar as formas de pensamento em que a razão é mostrada com o objetivo de superar as dependências ideológicas como pressuposto ao caminho da razão para a formação de um sujeito emancipador (SILVA, 2018). Cabe destacar que nesta tese, tanto o professor técnico quanto o reflexivo são constituídos sob a égide da lógica formal, ou seja, dicotomizam teoria e prática, ensino de aprendizagem, conteúdo de forma. Já o professor intelectual-crítico se fundamenta na lógica

dialética e, portanto, busca superar tais dicotomias no intuito de construir uma sociedade mais justa.

De forma sucinta, a lógica formal está alicerçada na redução do conteúdo, na separação da teoria e da prática e entre a forma e o conteúdo. Nessa lógica, o princípio da identidade e do não contraditório é latente e o conhecimento é dado *a priori*. Já na lógica dialética, teoria e prática, forma e conteúdo não são vistos de forma limitada e dicotomizada, mas como um *continuum* em que o conteúdo não pode ser reduzido em sua complexidade.

Sob a lógica formal, o sujeito não precisaria compreender a realidade como um todo, mas apenas a realidade que lhe é apresentada. Nesse contexto, é cômodo e necessário que a formação do professor seja limitada ao(s) fenômeno(s) que convém ao capitalismo. O que, em nossa pesquisa, concentra em uma formação imediatista e vazia de conteúdo. Todavia, “a contradição entre a realidade e aparência gerada é, de longe, a contradição mais geral e disseminada que temos de enfrentar quando tentamos resolver as contradições mais específicas” (HARVEY, 2016, p. 21). De modo relacionado às concepções de formação de professores, tem-se os modos de fazer e pensar o conhecimento matemático. Nas seções posteriores, apresentam-se os principais fundamentos filosóficos sobre o conhecimento matemática e sua relação com o CDI.

1.2 Logicismo matemático no século XIX – era da “aritimetização”

O século XIX foi um período cronologicamente marcado do dia 1º de janeiro de 1801 até o dia 31 de dezembro de 1900 e foi determinado por diversos acontecimentos, como a surgimento do Império britânico e do Império alemão, como citado por Vicentino (2011), por decorrência da queda do Império francês.

A Europa ocidental continuaria por todo o século XIX como o principal centro produtor e irradiador do pensamento e do conhecimento científicos e de sua aplicação em prol da Humanidade. Em outras palavras, o reconhecimento de uma metodologia, e de seus procedimentos, para o avanço do conhecimento, e a estreita e inovadora vinculação da ciência com a técnica gerariam um extraordinário surto tecnológico, na segunda metade do século, responsável, em parte, pelas profundas mudanças ocorridas na Sociedade nessa fase. Circunscritas, inicialmente, a alguns reinos da Europa ocidental, tais mudanças se propagariam, inicialmente, aos países da Europa central e Escandinávia, para depois atingir, ao final do século, os reinos da Europa oriental (ROSA, 2012c, p. 15).

Com a segunda Revolução Industrial, iniciada na Inglaterra em 1850, um novo modo de produção tornou-se latente: a transição da produção artesanal para a produção por máquinas. Tal transição, de acordo com Rosa (2012c), acarretou invenções e o desenvolvimento de aparatos e conhecimentos significantes nos campos da Matemática, Física, Biologia, Química, que se tornariam as bases fundamentais para os avanços do século XX.

Para Ríbnikov (1987, p. 339), o caráter do desenvolvimento da Matemática no século XIX viabilizou as matemáticas modernas.

Na história das matemáticas, no século XIX indica um novo período, pelo qual recebeu o nome das matemáticas modernas. O conceito de matemáticas modernas, assim com a separação do correspondente período de seu desenvolvimento, naturalmente é algo indeterminado. Isso, ao que parece, não pode ser de outra forma já que o desenvolvimento da ciência muda constantemente a ideia de contemporaneidade de suas ideias teóricas fundamentais e conquistas práticas.

Tanto Rosa (2012c) quanto Vicentino (2011) entendem que essa influência e propagação se deram a partir do poder econômico, político e militar que as grandes potências, principalmente a Inglaterra e Alemanha, tinham na sociedade europeia. Com o desenvolvimento cada vez mais exponencial das manufaturas decorrentes da industrialização, diminuía o número de artesãos enquanto aumentava o quantitativo de operários nas fábricas. Essa exigência do capitalismo emergente exigiu que as máquinas fossem cada vez mais aprimoradas para atender ao mercado consumidor, seja interno ou em suas colônias.

Tal exigência acarretou um avanço considerável das ciências e que, para Caraça (1951) e Boyer (1974), o CDI e a Matemática passaram a ter um papel importantíssimo na sua aplicabilidade. Conforme Costa (2008), a aritmetização do CDI ganhou forma e força nessa corrente filosófica, bem como nos fundamentos da formação do professor de matemática. Esse mesmo autor salienta que:

Foi então que, sob o impulso, entre outros, de Cauchy, Abel e Weierstrass, iniciou-se um movimento de retorno aos fundamentos, para clarificar certos pontos dúbios e assentar as diversas disciplinas matemáticas sobre bases sólidas. O movimento em apreço culminou com a chamada *aritmetização* da análise matemática (ciência que engloba a álgebra, a aritmética, o CDI diferencial e integral, etc.) (COSTA, 2008, p. 16).

Na base logicista, a análise era minimizada à aritmetização, ou seja, tudo na Matemática podia ser exposto a partir de uma linguagem simbólica representada por números. Os matemáticos adeptos do logicismo entendem que a aritmética era mais importante que a geometria. Um exemplo dessa aritmetização foi feita na dissertação de mestrado da Mondini (2009, p. 22):

O sistema de números reais pode ser construído a partir do sistema de números racionais, estes podem ser construídos a partir dos números inteiros, que por sua vez podem ser construídos a partir dos números naturais. Dessa maneira, a Análise estaria fundamentada no sistema de números naturais.

Nessa análise de concretização da Matemática, matemáticos como Georg Ferdinand Ludwig Philipp Cantor (1845 – 1918), Julius Wilhelm Richard Dedekind (1831 – 1916) e Karl Wilhelm Theodor Weierstrass (1815 – 1897) desenvolveram seus teoremas e postulados tendo a aritmética como uma vertente lógica. Assim, “chegou-se rigorosamente aos conceitos de número real, número complexo, etc., para se utilizar em tais definições tão-somente as propriedades dos números naturais” (COSTA, 2008, p. 15).

Ainda no século XIX, George Boole (1815 – 1864) desenvolveu o logicismo com sua álgebra intitulada Álgebra de Boole. Matemático britânico, nascido em Lincoln no dia 2 de novembro de 1815, filho de uma família humilde, cujos pais eram donos de uma loja de sapatos. O próprio pai foi seu professor de matemática, fluente em latim e grego (o qual aprendeu sozinho). Aprendeu no seminário para padre as línguas alemã, francesa e italiana. Aos vinte anos, para ajudar nas finanças de casa, fundou uma escola onde lecionava Matemática para crianças com dificuldades. Mas, em suas horas “vagas”, dedicou-se a estudar os grandes matemáticos que escreviam os livros da época. Foi nesse momento que Boole começou a desenvolver uma álgebra a partir da lógica matemática. Aos 34 anos de idade, mudou-se para Cork, na Irlanda, para ser professor na Universidade de Cork, onde realizou seus trabalhos matemáticos. Morreu em 8 de dezembro de 1864 na cidade de Ballintemple vítima de pneumonia (MACHALE, 1985). Para ele, a Matemática podia ser explicada a partir de operadores lógicos, cujas operações se resumiam em Verdade ou Falsidade.

Em meados do século XIX, especialmente com Boole, a lógica realizou um avanço extraordinário: em resumo, Boole dotou a lógica de um simbolismo matemático que permitiu análise profunda das operações lógicas e lançou, por isso mesmo, as bases de desenvolvimento ainda maiores (COSTA, 2008, p. 16).

Um discípulo importante na escola de Boole foi o matemático Peano. Matemático italiano nascido e criado em uma fazenda no dia 27 de agosto de 1858 na cidade de Spinetta. Sempre estudioso, graduou-se em 1880 na Universidade de Turim com méritos e, pouco tempo depois, voltou a mesma Universidade para se tornar professor. Dedicado e estudioso, foi responsável pela publicação de diversos livros na área da Lógica de Boole.

Entretanto, foi em seus estudos sobre a Teoria dos Conjuntos⁴, ele afirmou que quase todos os elementos podem ser reunidos em conjuntos. Assim como Boole, enaltece os números em detrimento da visualização geométrica.

Peano criou uma linguagem lógico-simbólica na qual tratou de expor todas as disciplinas dedutivas. Isto acarretou enormes avanços não somente para a lógica,

⁴ Indica-se a leitura de Lipschutz (2006).

como, também, para a matemática, permitindo uma visão mais exata e perfeita do mecanismo lógico das numerosas teorias matemáticas (COSTA, 2008, p. 17).

Ainda analisando essa grande corrente logicista, Cantor⁵ foi de suma importância no desenvolvimento da teoria dos conjuntos e, com Peano, são registrados na história como “fundadores” dessa base filosófica. Entretanto, Cantor avança em seus estudos ao desenvolver uma aritmética que engloba os números infinitos (COSTA, 2008). A tese central do logicismo para Costa (2008, p. 19):

(...) a matemática reduz-se à lógica. Aqui o termo lógica não aparece empregado no sentido tradicional. Seria melhor dizer que, de acordo com os logicistas, a matemática se reduz à logística (também denominada lógica matemática, lógica simbólica ou lógica algorítmica). De fato, para provarem sua tese, os partidários do logicismo desenvolveram imensamente a lógica, contribuindo para adotá-la, em definitivo, de um algoritmo simbólico análogo ao simbolismo da álgebra comum, criando, em realidade, uma ciência nova, isto é, a logística.

Esse logicismo da Matemática foi tão forte no século XIX que hoje é “impossível traçar linhas divisórias entre ambas” (COSTA, 2008, p. 19). Os matemáticos dessa escola influenciaram na própria concepção da Matemática quanto na formação, visto que a maioria deles eram vinculados a universidades ou tiveram em seu legado, discípulos que lecionavam. Ainda nessa concepção de Costa (2008, p. 30), tem-se que:

Em síntese, constatamos que o logicismo encontra-se exposto a críticas fortes. Realmente, a redução da matemática à lógica só teria sentido se fosse completa e apresentasse vantagens. No entanto, isto não se dá, porque os logicistas tiveram necessidade de apelar para princípios extralógicos em sua tentativa de redução.

Pensar no logicismo na formação do professor de matemática é pensar em uma formação centrada na aritmetização do CDI. É pensar no CDI como área da Matemática possível de demonstrações algébricas a partir de operadores lógicos matemáticos constituintes de valores: verdade ou falsidade. Contudo, segundo Costa (2008, p. 30), “isto não significa ter sentido, hoje, querer alguém reduzir a matemática à lógica, pois a matemática encontra-se inteiramente fora dos limites que o logicismo quis impor”.

Entender o logicismo é basear o entendimento em postulados sem que, necessariamente, haja demonstração matemática. É basear o conhecimento em premissas e conclusão. Essa corrente filosófica no CDI pode ser exemplificada partir dos estudos de Augustin-Louis Cauchy (1789 – 1857), matemático francês professor da Universidade de Paris

⁵ Georg Cantor, matemático alemão considerado o “fundador da teoria dos conjuntos, nascido em 3 de março de 1845 e falecido em 6 de janeiro de 1918.

a partir dos seus estudos sobre continuidade das funções de variável real na análise infinitesimal. Para ele, todo número real em um intervalo (A, B) sempre possui um número real infinitesimalmente menor ou maior nesse mesmo intervalo (A, B) . Isso quer dizer que, em uma partição $[A, B]$, na escolha de um número qualquer $A \leq x_0 \leq B$ (COSTA, 2008).

Essa corrente começou a sofrer críticas por matemáticos que alegavam falhas em suas concepções de aritmetizar o CDI. Assim, começa a surgir uma disputa com uma corrente emergente no século XX denominada de intuicionismo, que perdurou por quase todo o século, como descrito a seguir.

1.3 Intuicionismo Matemático no século XX – era da “dedução”

Hobsbawm (1979) definiu esse século como um “breve século” e Vicentino (2011) disse que foi um período marcado por uma grande quantidade de conflitos e mudanças na sociedade como a Revolução Russa, a Primeira e Segunda Guerra Mundial. Entretanto, três acontecimentos marcantes nesse século que remete ao modo de produção ocidental por conta do Capital: a criação da Organização das Nações Unidas (ONU), em 1945, a criação da Organização do Tratado do Atlântico Norte (OTAN), em 1949, e a criação da União Europeia (UE), em 1992.

Segundo Vicentino (2011), a ONU foi criada com o discurso de garantir a paz mundial, exercendo um poder consultivo em negociações de paz ou de efeitos consequentes em conflitos armados. Foi criada logo após o término da Segunda Guerra Mundial com a assinatura de um documento que impediria outro acontecimento semelhante ao que acabara de ocorrer à época. Já a OTAN foi criada no contexto da Guerra Fria com o objetivo de “proteger” os países membros das influências e do crescimento do socialismo soviético. Assinado o termo nos Estados Unidos, teve em sua essência a característica de impedir que a Europa sofresse ofensivas militares, políticas ou econômicas da extinta União Soviética.

Vicentino (2011) ainda assevera que a criação da UE surgiu a partir do ideal de países europeus buscarem cooperação mútua a fim de sobreviverem ao fim da Segunda Guerra Mundial. Essa cooperação limitava-se à área econômica, ou seja, os países que pertenciam à União Europeia teriam primordialmente a comercialização de seus produtos com os demais países membros e, caso houvesse a necessidade de comercialização com países “estrangeiros”, haveria cooperação financeira dos demais membros. Para Rosa (2012c, p. 18):

As profundas transformações na vida social e dos indivíduos, inicialmente circunscritas à Europa, e, depois, exportadas para os demais recantos do Globo, refletem e explicam as condições de uma nova Sociedade, cujas características, interesses e objetivos situam o século XX num novo período histórico.

Seguindo o mesmo autor, constata-se que essa “unificação” de países para se protegerem, desenvolveram e, talvez não mais importante, conterem o avanço de um modo de produção diferente exercido pela União Soviética, fez com que a sociedade alcançasse um novo patamar em que suas fronteiras territoriais desse lugar às fronteiras comerciais. No contexto das Ciências:

Se firmaria, ao menos na comunidade acadêmica e científica, o espírito independente e livre de conotações metafísicas, ao mesmo tempo que ocorreria um espetacular desenvolvimento de pesquisas e estudos em Ciência pura e aplicada. As extraordinárias realizações no campo industrial, resultantes do conhecimento e da aplicação da Ciência, teriam como consequência inevitável a elevação, ainda mais, de seu prestígio junto à opinião pública. A nova e marcante situação desse desenvolvimento no mundo contemporâneo se traduziria no triunfo da Ciência sobre a ignorância, o preconceito e o dogmatismo, permitindo à comunidade científica uma grande liberdade de pesquisa. Na evolução do conhecimento científico, ficaria, assim, cada vez mais patente, a importância da afirmação do espírito científico, o qual seria responsável pelo correto encaminhamento das pesquisas conducentes ao melhor entendimento dos fenômenos (ROSA, 2012c, p. 38).

Foi a partir do século XX com a unificação de países em blocos econômicos que a sociedade vivenciou um acelerado progresso científico. Desenvolveu-se na Holanda uma nova corrente filosófica matemática, chamada de intuicionismo. Apesar das tentativas de reduzir a Matemática à lógica, de aritmetizar a Matemática e de tentar escrevê-la em um sistema lógico perfeito, livre de qualquer contradição, no qual a intuição não era fator importante. Os intuicionistas acreditavam que a intuição era fator essencial à construção do pensamento matemático.

De acordo com Costa (2008), a corrente logicista afirmava que um conjunto é dado como já realizado, para os intuicionistas, esse conjunto deve ser construído a partir da intuição⁶ ou, mais precisamente, de leis de formação. Para eles, o homem é dotado de intuição que se sobrepõe aos números. Na visão de Rosa (2012b, p. 49) a tese central da corrente filosófico-matemática, denominada de intuicionista deve ser “desenvolvida apenas por métodos construtivos finitos sobre a sequência dos números naturais, dada intuitivamente”.

Essa corrente de pensamento foi muito presente no século XX a partir dos pensamentos de Luitzen Egbertus Jan Brouwer (1881 – 1966) que foi um matemático holandês, nasceu na cidade de Overschie. Graduou-se muito jovem na Universidade de Amsterdã onde se tornou, pouco tempo depois, professor, trabalhando até sua morte. Brouwer era pró-Alemanha. Esse fato o fez ser isolado e, por consequência, não há muitos registros de suas publicações ou, até mesmo, de sua biografia (ROSA, 2012b).

⁶ Possui sinônimo de dedução matemática.

Para ele, o intuicionismo se opunha ao logicismo por entender que qualquer objeto matemático é produto de construção a partir da dedução matemática e não por meio da contraprova de sua existência, como pregavam os logicistas (COSTA, 2008). Nessa égide, Rosa (2012d) afirma que a intuição primitiva permite conceber um objeto após o outro indefinidamente a partir dos números naturais. Eles pregavam que a Matemática não representava objetos ideias prontos e acabados, mas frutos da elaboração humana, de modo que consideravam a Matemática falha em alguns quesitos. Snapper (1984) é bastante radical ao afirmar que a Matemática deveria ser toda repensada.

Ao contrário (aos logicistas), existe um primeiro elemento e uma lei de formação, que consiste na adição de uma unidade a cada número para se obter o seguinte, de modo que se podem ser obtidos tantos elementos quantos desejarmos do referido conjunto, embora jamais possam ser construídos todos esses números (COSTA, 2008, p. 33).

E para Rosa (2012b, p. 50),

Um conjunto não pode ser imaginado como uma coleção acabada, mas sim por meio de uma lei pela qual os elementos do conjunto possam ser construídos passo a passo, o que elimina a possibilidade de conjuntos contraditórios, como o conjunto de todos os conjuntos.

Para os intuicionistas, os números não podiam ser concebidos como algo já pronto, acabado, ou seja, já existente, sem haver a necessidade de ter uma lei de formação à sua existência. Há a formação de seu conjunto a partir de uma lei de formação. Nesse caso, para Snapper (1984), as chamadas entidades abstratas só existiam a partir da construção na mente humana. A ideia central do intuicionismo para Brouwer é registrado em Costa (2008, p. 36) da seguinte forma:

O saber matemático escapa a toda e qualquer caracterização simbólica e se forma em etapas sucessivas que não podem ser conhecidas de antemão. A matemática, em resumo, pertence à categoria das atividades sociobiológicas e se destina a satisfazer certas exigências vitais do homem. Essa atividade pode ser prolongada, mas é pura ilusão querer condensá-la em grupos de fórmulas previamente estabelecidas, como pretendem os logicistas.

Apesar dos esforços de Brouwer e de Arend Heyting (1898 – 1980) de reconhecimentos aos seus estudos em negar a base logicista, suas ideias não foram bem aceitas e, por conta disso, não há registros (ou pelo menos não encontramos) de matemáticos discípulos desses ideais. Esse não reconhecimento deu-se ao fato de que os teoremas que eles repudiavam eram, na verdade, muito aceitos pelos matemáticos da época (COSTA, 2008).

Snapper (1984) defende como exemplo dessa contradição os números complexos: enquanto os logicistas afirmavam que existia um conjunto formado por números a partir da lógica aritmética, os intuicionistas desaprovaram essa ideia, pois não podiam conceber esse conjunto a partir de uma lei de formação dedutiva.

O intuicionismo foi bastante criticado à época, de acordo com Snapper (1984) e Costa (2008), pois pregavam que a Matemática não podia ser considerada uma ciência, além de afirmarem que a aritmética dos números naturais se assemelhava às teorias clássicas da época. Outro fator negativo da concepção brouweriana era o fato de que o intuicionismo contrapunha o logicismo e que, se aceito, a Matemática clássica seria desqualificada.

Pensar no intuicionismo na formação do professor de matemática é pensar uma formação centrada na dedução. É entender o CDI desenvolvido a partir de deduções matemáticas e não considerar os teoremas e axiomas já desenvolvidos por grandes matemáticos do século XIX.

Snapper (1984) afirmou que a base dessa corrente filosófica está centrada na ideia segundo a qual qualquer objeto matemático é considerado um produto da construção do pensamento e está diretamente ligada à possibilidade da sua construção; um objeto matemático só existe se for possível construí-lo na mente humana.

Seus idealizadores partiam do pressuposto segundo o qual a intuição do homem sobressaltava a formação dos números naturais e que a composição desse conjunto deve ser construída a partir da organização desses números na mente humana. Assim, defendiam a ideia de que toda a Matemática, inclusive os teoremas e axiomas, devia ser repensada (COSTA, 2008).

Russell (2006) conclui que essa concepção intuicionista possui consequências mais desastrosas do que aparenta e não há registros de matemáticos ou filósofos que acataram essa concepção no que tange o ensino do CDI. Apesar de não termos registros históricos da relação do intuicionismo matemático com o CDI, exemplifica-se a relação a partir da ideia da discretização de uma função no intervalo $[A, B]$.

Para o logicista, o intervalo $[A, B]$ pode ser dividido em infinitos pontos, não necessitando de uma demonstração matemática. Já os intuicionistas acreditavam que a partição do intervalo $[A, B]$ só poderia acontecer no pensamento humano e que o conjunto dos números $0, 1, 2, \dots$ que representa os pontos entre A e B não podem ser concebidos como algo realizado. Mas cada elemento deve ser concebido a partir de uma lei de formação por intermédio da qual um número é concebido a partir da criação de um outro número. Assim, o cálculo da área de uma função teria quantas partições a mente humana conseguisse conceber.

Conforme Rosa (2012c, p. 51), em função dos estudos intuicionistas, desenvolve-se na Europa, no final do século XIX e início do século XX, uma concepção da axiomatização matemática com o intuito de acabar com os seus paradoxos, “com o objetivo de enfrentar as teses defendidas pelo intuicionismo”. O formalismo matemático ganha força nas pesquisas científicas na Europa.

1.4 Formalismo Matemático no século XX e XXI – era da “formalidade e do rigor”

O século XX foi um período da história marcado pelo crescimento e solidez das pesquisas científicas. Segundo Vicentinho (2011), o século XXI está marcado pelo grande avanço das tecnologias. Para alguns pesquisadores como Amaral (2006), Druker (1994) e Valente (2002), a sociedade do presente século é denominada como sociedade do conhecimento na qual a população tem acesso às tecnologias outrora inacessíveis, como *smartphones*, calculadoras científicas, tablets, notebooks, entre outros.

Entretanto, reflete-se que a sociedade do conhecimento é significativamente ampla e contrapõe as pesquisas de Peixoto *et al.*, (2015, p. 77), que citam obstáculos, especialmente ao afirmarem que “os professores que aprenderam não puderam colocar em prática, pois ficamos sem laboratório de informática na escola” ou “a escola não dá instrumento para que você possa levar essas tecnologias para lá”.

Corroborando com as autoras, D’Ambrósio (1993) afirmou que as escolas em sua pluralidade não podem ser consideradas homogêneas em virtude de fatores como regionalidade, classe social, fator econômico e social do estudante e do município. Para ele, um estudante matriculado em uma escola da zona rural, onde não há conectividade com a internet ou inexistência de um laboratório de informática, não deve ser comparado ou incluído na mesma classificação de um estudante matriculado em uma escola particular, cujos objetos sejam dados.

Em função da transformação que o mundo sofrera no século XX, adicionado com o amplo desenvolvimento da tecnologia, culminou no desenvolvimento de uma nova vertente de filosofia da Matemática, que contrapõe o intuicionismo, a saber, o formalismo. Como evidenciado nas premissas de Costa (2008), tal vertente leva ao entendimento segundo o qual as pesquisas do CDI foram conduzidas a contextos de sua aplicabilidade.

As críticas de Brouwer e Weyl à Matemática clássica motivaram Hilbert a tentar eliminar dúvidas sobre os Fundamentos da Matemática. Seu projeto seria combinar a Axiomática com a nova lógica, sem esquecer o valor do conteúdo conceitual das teorias matemáticas. Isto permitiria uma formalização completa das teorias matemáticas, facilitaria a análise da relação lógica entre os conceitos básicos e os axiomas, e promoveria o desenvolvimento de uma “teoria da demonstração”, que

considerava as demonstrações como resultado de meras combinações de símbolos segundo regras formais prescritas (ROSA, 2012c, p. 51).

David Hilbert (1862 – 1943), célebre matemático contemporâneo, é considerado um dos matemáticos mais importantes da contemporaneidade e suas ideias de explicar a Matemática por meio de axiomas claros e sucintos acarretou a aceitação de diversos discípulos, principalmente na França (COSTA, 2008; ROSA, 2012a).

Rosa (2012c) ainda concebe que, de acordo com o matemático Hilbert, a dedução dos axiomas e a certeza de que suas aplicações não apontariam contradições alicerçava suas definições (ROSA, 2012a). Sobre o tema, as pesquisas de Costa (2008) evidenciam aspectos acerca do formalismo matemático com a seguinte concepção:

[...] nasceu das vitórias alcançadas pelo chamado método axiomático. Para se estudar uma teoria pelo método axiomático, procede-se assim: escolhe-se certo número de noções e de proposições primitivas, suficientes para sobre elas edificar a teoria, aceitando-se outras ideias ou outras proposições só mediante, respectivamente, definições e demonstrações; obtém-se, dessa maneira, uma axiomática material da teoria dada; deixam-se de lado os significados intuitivos dos conceitos primitivos, considerando-os como termos caracterizados implicitamente pelas proposições primitivas (COSTA, 2008, p. 49).

Com essa definição, Hilbert angariou diversos adeptos ao seu formalismo, como Haskell Brooks Curry (1900 – 1982), Paul Isaac Bernays (1888 – 1977), Jacques Herbrand (1908 – 1931); seus estudos serviram de base ao desenvolvimento da teoria da relatividade de Einstein. Porém, foi com a axiomatização da geometria euclidiana que Hilbert ficou famoso. Silva (2007, p. 184) destaca que o formalismo trata da “manipulação de símbolos”.

Conforme Snapper (1984), não há margens para interpretações, pois eram construídos a partir de um sistema formal. Ainda sobre tal assunto, Silva (2007, p. 284) traz o seguinte exemplo:

Imaginemos a adição de dois “números grandes” em notação decimal. Transformá-los em unidades, para depois adicioná-las, levaria muito tempo e em qualquer parte do processo poderíamos cometer erros. Se usarmos o algoritmo da adição, com suas regras já estabelecidas em um sistema formal, operamos o algoritmo mecanicamente. No entanto, sabemos o que estamos fazendo e há significado na manipulação simbólica que realizamos na resolução do algoritmo. O formalismo traz a Matemática um conjunto de regras e símbolos que nos permitem operar mecanicamente. Graças a esse conjunto de regras, hoje podemos usar calculadoras e programas e computador para executar diversos CDIs.

Para o formalista, o algoritmo de resolução pode ser evidenciado a partir da demonstração de axiomas que, por sua vez, poderão ser utilizados em qualquer situação em que seja relacionado. Entretanto, não há a intenção de redução da Matemática à lógica ou às

intuições. Sendo assim, o formalismo é muito utilizado na geometria, principalmente pelo fato de algumas definições matemáticas não serem “reais”. No entendimento de Costa (2008, p. 53):

Na geometria elementar, com a finalidade de simplificar e de uniformizar determinadas questões, introduzem-se certos conceitos, como *ponto no infinito* e *reta no infinito*. Que não são entes geométricos “reais”, mas, em última instância, apenas convenções linguísticas. Da mesma forma, em álgebra, introduzem-se números “ideais”, em algumas discussões, para uniformizar as teorias estudadas.

Os termos em destaque (ponto no infinito, reta no infinito e números ideais) são, para os formalistas, axiomas. Isso quer dizer que não existe demonstração matemática para definir o que seja um “ponto no infinito”, “uma reta no infinito” ou um “número ideal”. Entretanto, para Hilbert, a aceitação desses termos como verdade são imprescindíveis à simplificação e sistematização das entidades matemáticas (SNAPPER, 1984; COSTA, 2008).

Silva (2007) cita que a intenção dessa concepção é, a partir das demonstrações, estabelecer uma linguagem matemática formal com o objetivo de eximir as suas contradições. Em Costa (2008), verifica-se que essa vertente ganhou força a partir das categorizações das demonstrações em axiomatização, formalização e demonstração da consistência das axiomáticas formalizadas. Para Rosa (2012c, p. 52):

O Programa de Hilbert envolvia duas etapas: a formalização de toda a Matemática, isto é, dedução pelos axiomas da parte básica da Matemática e constatação de que a aplicação de tais regras não acarretaria contradições. A investigação seria feita por métodos matemáticos – metateoria –, que Hilbert chamou de “metamatemática”, ou “teoria da demonstração”, afastando procedimentos postos em dúvida pela corrente intuicionista, e exigindo apenas argumentos “finitistas”, ou seja, tratar-se sempre de um número finito e determinado de objetos e funções.

As ideias de Hilbert rapidamente foram disseminadas na Europa. Com isso, a filosofia do intuicionismo deu lugar à demonstração e ao rigor matemático e passou a ter um caráter cada vez mais forte. A partir do século XX, tem-se uma concepção de formação de professor cada vez mais crescente com essa vertente. Atualmente, nos cursos de formação, disciplinas como Teoria dos Conjuntos e Análise são desenvolvidas a partir dos preceitos hilbertianos (COSTA, 2008; SILVA, 2007; ROSAc, 2012).

Rosa (2012d) ressalta que, para o formalista, não basta afirmar ser uma função contínua apenas pela intuição de que todo número concebido na mente humana é capaz de satisfazer a imagem da função. É necessário que se tenha, a partir da demonstração de limite, se uma função é contínua ou não. Vejamos o exemplo da função $f(x) = x$ e $f(x) = 1/x$.

Para o intuicionista, uma função só existe se para todo número que pensarmos em x , existe uma $f(x)$. Nesse caso, um número x deve pertencer ao conjunto dos números reais e

o modo da sua escolha depende da forma como o homem tem a concepção de número em sua mente. Já para os formalistas, essa concepção mental de número é irrelevante, pois, para determinar se $f(x)$ é contínua em x , demonstra-se se a continuidade de $f(x)$, independente do conjunto ao qual x pertence⁷.

Essa concepção colocou em xeque a escola intuicionista, pois os formalistas não aceitavam a “exclusão” de possíveis números que tornariam uma função descontínua. Entretanto, assim como o logicismo e o intuicionismo, o formalismo também possui suas críticas, principalmente as desenvolvidas por Kurt Friedrich Gödel (1906 – 1978), assim registradas em Costa (2008, p. 61):

Os trabalhos de Gödel patentearam que as demonstrações metamatemáticas de consistência, como queria Hilbert, são geralmente impossíveis. Em virtude da enorme importância que o formalismo confere às demonstrações de consistência, verificamos que Gödel quase destruiu o corpo de doutrina hilbertiano.

Apesar de todos os estudos desenvolvidos por esse matemático, entende-se que suas pesquisas não foram suficientes para “apagar” os feitos de Hilbert. A partir dos seus questionamentos, nada pode impedir que, uma vez ou outra, um formalista possa encontrar contraposições em suas representações simbólicas (COSTA, 2008; SILVA, 2007).

É essencial ponderar que a formalização das definições do CDI estivesse de alguma forma ligadas às exigências cada vez maiores da sua aplicabilidade em tecnologias e que, para Drucker (1994), transformou o CDI na resolução maciça de problemas e demonstrações sem sentido, com o objetivo de satisfazer as exigências da sociedade capitalista. Assim, Costa (2008, p. 53) apontou que:

Para Hilbert, o matemático pode estudar qualquer sistema simbólico, admitindo-se que o sistema não encerre contradições, isto é, que no sistema não se possa provar uma proposição e, ou mesmo tempo, sua negação. Hilbert emprega o termo “existência” como sinônimo de “não-contraditório”.

Apesar da tendência formalista ter sido disseminada na Europa e, posteriormente, no mundo ocidental, ainda existiam conjecturas e pensamentos de matemáticos que permaneciam sem a demonstração com rigor que os adeptos dessa filosofia acreditavam.

⁷ Para um melhor entendimento do conceito de função e de continuidade, indica-se a leitura de Guidorizzi (2008).

1.5 Relação entre a formação do professor de matemática para o ensino do CDI: aproximações conceituais

Diante das vertentes tratadas neste item, apresenta-se no quadro 1, a seguir, uma síntese das concepções filosóficas associadas ao conhecimento matemático.

Quadro 1 – Síntese das concepções filosóficas do conhecimento matemático

Base filosófica	Principais conceitos	Principais matemáticos	Principais contribuições ao CDI	Elementos que influenciaram no ensino do CDI
Logicismo Século XIX	<ul style="list-style-type: none"> • Aritmetização dos números. • Redução da matemática à lógica. • Matemática a partir de conectivos lógicos. • Não há quantificadores. 	<ul style="list-style-type: none"> • Augustin-Louis Cauchy; • Karl Weierstrass; • George Cantor; • George Boole; • Richard Dedekind; • Stanley Jevons; • Friedrich Wilhelm Karl Ernst Schröder; • Gottlob Frege. 	<ul style="list-style-type: none"> • Formação do conjunto dos números reais. • Idealização de partição intervalo numérico. 	<ul style="list-style-type: none"> • Conceito de números. • Continuidade de funções. • O estudo do limite fundamental. • Conjunto numérico como pensamento lógico.
Intuicionismo Século XX	<ul style="list-style-type: none"> • Dedução dos números. • Verdade é relativa. • Atribui-se a verdade a partir da concepção da mente humana. • Não existe linguagem formal. • Não é exigido a quantificação formal. 	<ul style="list-style-type: none"> • Luitzen Egbertus Jan Brouwer; • Henri Lebesgue; • Giuseppe Peano; • Leopold Kronecker; • Henri Poincaré. 	<p>Não encontrado.</p>	<ul style="list-style-type: none"> • Limite com tendência ao infinito. • Estudo de limites em funções limitadas. • Intuição no desenvolvimento das definições.
Formalismo Século XX e XXI	<ul style="list-style-type: none"> • Demonstração que os números existem. • Relacionado ao rigor matemático. • Existência só a partir de teoremas. • Verdade é absoluta a partir da demonstração. • Existência da variável. • Quantificadores na forma de símbolos. • Existência de termos indefinidos. 	<ul style="list-style-type: none"> • David Hilbert; • Rudolf Carnap; • Alfred Tarski; • Haskell Curry; • Paul Bernays; • Jacques Herbrand; • Wilhelm Friedrich Ackermann. 	<ul style="list-style-type: none"> • Axiomatização do CDI. • Toda definição deve ser aceita mediante demonstração. 	<ul style="list-style-type: none"> • Teorema Fundamental do Cálculo. • Teorema do valor médio. • Soma de Riemann. • Equação de Taylor. • Técnicas de Primitivação e derivação. • Demonstrações como comprovação do conhecimento.

Fonte: Elaborado pelo autor, com adaptações de Rosa (2012c, d) e Costa (2008).

O logicismo, o intuicionismo e o formalismo são as correntes filosóficas que apresentam visões distintas sobre o que é a Matemática. Entre elas, há incompatibilidade em alguns pontos, nomeadamente na concepção dos números e seus conjuntos, seja na formulação

de uma definição ou simplesmente no rigor em que cada uma dessas correntes aparenta. Essa incompatibilidade não significa que uma exclui a outra. Segundo Silva (2007, p. 235-236),

O intuicionismo, fundamentado no construtivismo, mostrou quais conhecimentos matemáticos podem e quais não podem ser construídos partindo de ideias intuitivas. O logicismo mostra as intersecções da Matemática com a Lógica. E o formalismo estabelece a Matemática como “a Ciência dos sistemas formais”.

Superar as concepções formalistas, intuicionistas e logicistas para pensar a formação do professor de matemática possibilita construir caminhos que vão além do domínio de conteúdo ou da axiomatização dos teoremas e postulados. Entender que o formalismo é mais importante que o logicismo – ou vice-versa –, é um equívoco e é insuficiente para a formação do professor de matemática.

Por exemplo, o conceito de números⁸ é essencial e complexo para a compreensão da Matemática, pois tal conceito varia de acordo com a compreensão da utilidade e da aplicabilidade (GUIDORIZZI, 2008). Assim, a sua existência depende da base filosófica analisada: para o logicista, número é toda grandeza contínua existente na mente humana que pode ser mensurável, ou seja, quantificada. O logicista não consegue conceber a existência de números negativos ou irracionais.

Os intuicionistas compreendem que a existência de um número não pode ser apenas exemplificada, pois cada ser humano possui uma compreensão de número. Com efeito, a sua utilidade independe da aplicabilidade, mas da intuição na mente do indivíduo. Tal concepção é contrária no formalismo, cuja existência está intrínseca às propriedades demonstráveis. À vista disso, um número não pode ser concebido de acordo com o pensamento do indivíduo, mas posto de acordo com suas características previamente demonstradas e analisadas.

Essa compreensão de número influencia o ensino do CDI nas definições de continuidade de funções e no teorema fundamental do cálculo. Uma determinada função $f(x)$ é contínua a partir da compreensão do número x . O logicista afirma que uma função é contínua para todo x existente conforme a compreensão lógica da existência dos números, ao passo que, no intuicionismo, $f(x)$ é contínua a depender do número concebido na mente humana. Para os formalistas, uma função só pode ser contínua se forem demonstradas as condições de continuidade de uma função.

Seja a função $f(x) = x$. Na base logicista, x é um número conhecido mensurável, ou seja, 0, 1, 2, 3, 4, A função é contínua para esses números. Todavia, os intuicionistas

⁸ Uma explicação expandida a propósito do conceito de número está em Guidorizzi (2008).

afirmam que um número não pode ser dado, mas deve ser deduzido da mente humana. Com efeito, $f(x)$ para ser contínua, vai depender do valor de x induzido. Já para os formalistas, x não deve ser pensado ou concebido, mas demonstrado que toda a sua amplitude é contínua, ou não. O elemento que mais influencia é a demonstração do teorema de continuidade e suas condições para se afirmar que, se $f(p) = \lim_{x \rightarrow p} f(x)$, então $f(x)$ é contínua.

A influência do formalismo no ensino do CDI é latente referente ao teorema fundamental do cálculo (TFC)⁹, pois trouxe, segundo os formalistas, uma visão mais clara e objetiva, dado que os intuicionistas acreditavam que, por dedução, uma função é contínua conforme os números concebidos na mente humana e, conseqüentemente, $f(x)$ também. Entretanto, para os formalistas, $f(x)$ só pode ser contínua se o teorema de continuidade for demonstrado. Assim, é possível demonstrar se a função possui uma área delimitada. Para isso, deve-se demonstrar que $A = \int_a^b f(x)dx = F(b) - F(a)$. Tal equação representa a área da função e exemplifica o TFC. Esse fator de demonstração é latente nos fatores que influenciaram no ensino do CDI nos cursos de formação de professores de Matemática.

Para Estrela (2006), essas concepções só acarretam a alienação do professor e legitimam cada vez mais a prática do capital em que o processo é sucumbido pelo resultado.

Tais questões são especialmente desafiadoras àqueles que lidam com a educação. As dimensões do ensinar e do aprender perpassam temas polêmicos presentes no cotidiano de educadores como, por exemplo, aptidões, motivações, prazer, disponibilidade para aprendizagem, entre outros. O que pode favorecer a aprendizagem? Há ações didáticas mais eficazes que outras? O que as justifica? (RIGON; ASBAHR; MORETTI, 2016, p. 15).

O processo de ensinar e aprender não pode ser minimizado à demonstração de teoremas ou resolução de problemas, sendo que mesmo Boyer (1974) destacava possíveis lacunas na escola formalista. No que tange ao CDI, entende-se que o seu ensino tem passado por diversas mudanças ao decorrer do tempo com o objetivo de entender, analisar e minimizar as dificuldades de seu aprendizado. Machado (2016) concluiu que as instituições procuram maneiras pontuais de resolver esse problema, seja com alteração da carga horária da disciplina, na mudança da ementa ou na quantificação das avaliações.

O fracasso do ensino e da aprendizagem do CDI deu origem ao movimento iniciado na década de 1980 conhecido por Reforma do Cálculo. Pesquisadores como Barufi (1999) e Rezende (2003) apontaram que o problema do seu ensino está relacionado ao rendimento dos

⁹ Demonstrado em Guidorizzi (2008).

estudantes, enquanto Ribeiro (2010) concluiu que o seu fracasso está associado ao déficit de aprendizado do conceito de função. Já pesquisadores como Powell (2013) apontaram que fatores econômicos, tecnológicos, cognitivos, sociais e culturais influenciam diretamente ou indiretamente no aprendizado do CDI.

Machado (2016) ressaltou, à época, que o problema de aprendizagem dos estudantes estava relacionado diretamente com a ausência do uso de algum tipo de tecnologia. Assim sendo, levanta-se a proposta da criação de uma sequência didática com a utilização de um *software* matemático. Ao final, os estudantes deveriam comentar o que acharam da atividade e se, em algum momento, compreenderam as definições de Integral de área.

Percebe-se que as resoluções de problemas, seja com o uso de tecnologias ou simplesmente com lápis e papel, são ações pontuais que não minimizam o cerne da problemática do ensino do CDI. O professor de matemática deve, de acordo com Rosa, Moraes e Cedro (2016), se apropriar do aspecto lógico-histórico do conhecimento e, com isso, articular o histórico do conceito e a sua essência, atrelada ao lógico. De acordo com Kopnin (1978, p. 183):

Por histórico subentende-se o processo de mudança do objeto, as etapas de seu surgimento e desenvolvimento. O histórico atua como objeto de pensamento, o reflexo do histórico, como conteúdo. O pensamento visa à reprodução do processo histórico real em toda a sua objetividade, complexidade e contrariedade. O lógico é o meio através do qual o pensamento realiza esta tarefa, mas é o reflexo do histórico em forma teórica, vale dizer, é a reprodução da essência do objeto e da história do seu desenvolvimento no sistema de abstrações.

Pontuar os problemas de ensino e de aprendizagem do CDI em resoluções de exercícios ou no uso de tecnologias é incipiente frente a magnitude que o CDI representa na formação do professor. Para Megid (2013), trabalhar com essa unidade lógico-histórico é entender o desenvolvimento do conhecimento matemático, considerando os processos de produção, ou seja, como um processo da atividade humana mediante as suas próprias necessidades enfrentadas historicamente. Nesse pensamento, Caraça (1951, p. 4) exemplificou que:

A ideia de número natural não é um produto puro do pensamento, independe da experiência; os homens não adquiriram primeiro os números para depois contarem; pelo contrário, os números naturais foram se formando lentamente pela prática diária da contagem.

Entender essa relação dos números com o homem é fazer uma reflexão da própria relação do homem e o CDI, uma vez que seu desenvolvimento foi oriundo das suas necessidades que emergiam conforme sua relação com o mundo e a sociedade se desenvolvia. Percebe-se

que o CDI tem seu papel no processo da atividade humana, dessa maneira, não refletimos a sua minimização na formação do professor de matemática a resoluções de problemas ou de teoremas e axiomas.

Com fundamento em Silva (2018), propõe-se abranger o sentido da discussão do CDI, para entendimento de sua epistemologia e de como essa discussão pode contribuir no processo de formação do professor, além de suas mediações entre essa mesma epistemologia da práxis e a formação docente como possibilidade de formação em uma perspectiva crítico-emancipadora.

No próximo capítulo é trazido ao leitor uma visão da formação do professor de matemática e o CDI a partir das produções acadêmicas que compuseram o *corpus*. Para tal, aborda-se o percurso da pesquisa e a justificativa do caminho trilhado, além do primeiro olhar sobre o objeto. Discute-se a respeito das principais temáticas apresentadas nas produções acadêmicas a partir das leituras que embasaram teoricamente a pesquisa.

Cabe ressaltar que não cabe aqui julgar se os trabalhos estão coerentes ou não. Afinal de contas, estes trabalhos já foram chancelados por uma banca e estão devidamente aprovados. A análise está centrada na reflexão das concepções de formação de professor e o CDI e, a partir dessa relação, entender e refletir a propósito das lacunas e recorrências em relação ao objeto de estudo.

CAPÍTULO II: A FORMAÇÃO DO PROFESSOR DE MATEMÁTICA E O CDI: UMA VISÃO SOBRE AS PRODUÇÕES ACADÊMICAS

Assim, a aparência, a manifestação, o fenômeno, são um reflexo da essência, da realidade concreta, com tudo o que implica a palavra “reflexo”: algo fugaz, transitório, rapidamente negado e superado pela essência mais profunda. Assim, uma palavra, um gesto, um movimento de fisionomia de alguém...

Mas é precisamente assim que a essência, oculta dentro do fenômeno, vem refletir-se em nós e para nós. E nossa reflexão consiste em levar em conta esse fenômeno, para ultrapassá-lo e atingir – através dele – a essência (LEFEBVRE, 1983, p. 217).

No capítulo anterior, foram explicitadas as concepções de formação de professores e o processo de desenvolvimento do conhecimento matemático, bem como do CDI. Percebemos que tais conhecimentos foram se desenvolvendo em meio ao próprio desenvolvimento da humanidade, com vistas a compreender os diversos fenômenos que cercavam a vida humana.

No contexto da presente pesquisa, compreender as relações entre a formação do professor de matemática e o CDI permite avançar a análise e a reflexão do que é aparente e do que é essencial. Alcançar a essência de um fenômeno é compreender que o este é único ou imutável. Buscar a essência de um fenômeno é analisar as suas múltiplas determinações em um movimento contínuo (LEFEBVRE, 1983; KOPNIN, 1978). As relações entre a formação do professor de matemática e o CDI constituem o objeto de estudo da presente pesquisa e, para entender como se dá essa relação no curso de licenciatura em Matemática no Brasil, é preciso analisar as produções acadêmicas que versam sobre essa temática.

Assim, eis alguns questionamentos que estão relacionados a esse contexto: O que dizem as pesquisas no âmbito da educação que abordam o CDI como objeto de estudo? Como foram feitas e para que resultados elas apontam? Como o CDI é visto no curso de formação docente? Quais concepções de formação do professor permeiam as produções acadêmicas?

Entender a quantificação ou sistematização de informações é refletir o empírico como ponto de partida no processo de conhecimento e, mesmo que limitado e aparente, é necessário que se conheça esse procedimento da realidade do objeto para chegar ao nível da abstração (LEFEBVRE, 1983; MARX, 2011). Com efeito, busca-se, neste capítulo, apresentar e discutir as concepções que emergem das produções acadêmicas relacionadas à temática.

Nesse aspecto, parte-se da prerrogativa segundo a qual as produções acadêmicas que tangem a formação do professor de matemática e o CDI proporcionarão apontamentos fundamentais para compreender a apropriação do pensamento do CDI pelos estudantes do curso de licenciatura em Matemática. Para tanto, pauta-se na pesquisa bibliográfica, do tipo estado do conhecimento, para coletar os dados e fundamentar a análise.

2.1 Percursos da pesquisa

A pesquisa é pautada na lógica dialética para reflexão das publicações referentes ao *corpus*. Para fazer essa reflexão, propõe-se a pesquisa do tipo estado do conhecimento, uma vez que contribui para viabilizar uma visão geral de uma determinada área de estudo, de modo a perceber, identificar e analisar os elementos emergentes ou lacunas do fenômeno estudado (SAVIANI, 2007).

De acordo com Ferreira (2002, p. 257), esse modelo de pesquisa visa “mapear e discutir certa área de produção acadêmica em diferentes campos do conhecimento”, pois viabilizará uma análise do movimento das publicações na área de estudo, suas recorrências e lacunas, além de suas composições e quantificações (VOSGERAU; ROMANOWSKI, 2014). Por sua vez, Romanowski e Ens (2006, p. 39) acrescentam que:

Essas análises possibilitam examinar as ênfases e temas abordados nas pesquisas; a relação entre o pesquisador e a prática pedagógica; as sugestões e proposições apresentadas pelos pesquisadores; as contribuições da pesquisa para mudança e inovações na prática pedagógica; a contribuição dos professores/pesquisadores na definição das tendências do campo de formação de professores.

Para chegar ao objetivo de ter um *corpus* que apresente toda a produção brasileira da área de formação de professores de matemática que estudou o CDI, a pesquisa foi sistematizada na seguinte sequência de ações:

1. Planejamento das buscas: decidiu-se onde, como pesquisar, quais palavras-chave utilizar e a não delimitação de um marco temporal para as buscas.

Tal levantamento e organização dos procedimentos nos moldes de estado do conhecimento está de acordo com os pressupostos de Romanowski e Ens (2006), visto que ajuda na identificação dos elementos pertinentes ao pesquisado, além de auxiliar no caminho das lacunas a serem analisadas e estudadas para trabalhos futuros.

2. Levantamento das pesquisas: optou-se em pesquisar no portal da CAPES, no site da Biblioteca Digital Brasileira de Teses e Dissertações (BDTD) e no repositório disponível na página eletrônica de cada Programa de Pós-Graduação (PPG), que apresentavam em seu título, resumo e/ou palavras-chave os seguintes descritores: “CDI”, “Formação de professor”, “Educação”, “Ensino”, “Licenciatura” e “Matemática” sem a delimitação de marco temporal. Não se delimitou marco temporal inicial para as pesquisas. Já o momento final de coleta de dados foi o julho de 2019, no segundo ano do doutorado, no qual as produções já deveriam estar eletronicamente disponibilizadas nos repositórios institucionais.

No intuito de garantir a totalidade de produções sobre o objeto estudado, buscou-se, a partir da plataforma Sucupira do site da CAPES, a relação dos Programas de Pós-Graduação (PPG) em Educação (Apêndice 2), Ensino, Ensino de Ciências e Matemática e Educação Matemática (Apêndice 3). Com a listagem dos Programas, foram acessados os sites de cada um dos Programas listados para realizar uma busca eletrônica por publicações referentes ao objeto de pesquisa em seus respectivos bancos de dissertações e teses, aplicando-se os descritores “CDI” *and* “Formação de professor”, “Educação” *and* “Ensino”, “Licenciatura” *and* “Matemática” no título, resumo e/ou palavras-chave, sem a delimitação de marco temporal.

3. Organização dos dados coletados: nesta fase, organizaram-se as publicações em ordem cronológica de publicação e quais atendiam ao foco da pesquisa.

4. Definição do *corpus*: foram lidos os respectivos resumos de cada publicação para indicação de quais os trabalhos iriam compor o *corpus* da pesquisa (Apêndice 1).

5. Construção de uma matriz de coleta de dados – identificar as informações essenciais para estudo das publicações, conforme quadro abaixo:

Quadro 2 - Matriz de coleta de dados das publicações referentes à temática

Pesquisa: O CDI e a Formação do professor de matemática: concepções e finalidades.	
Doutorando: Jonatas Teixeira Machado.	
Orientadora: Dra. Adda Daniela Lima Figueiredo Echalar	
Coorientador: Dr. Wellington Lima Cedro.	
DADOS GERAIS	
Data da leitura:	
IES	
Tipo de pesquisa	() tese () dissertação
Ano	
Autor(a)	
Orientador(a)	
Título	
PPG	
Área de conhecimento	
CONTEÚDO	
Palavras-chave	
Concepção de formação de professores	() não pode ser identificada () não está claramente explícita, mas pode ser identificada () está explicitada
	Se puder ser identificada citar: a) A qual concepção se refere b) Autores citados c) Autores que referendam a identificação d) Excertos (ou exemplos) e) Comentários (alguma observação relevante)
Finalidade do CDI para a formação do professor de matemática	() não pode ser identificada () não está claramente explícita, mas pode ser identificada () está explicitada
	Se puder ser identificada citar: a) A qual concepção se refere

	b) Autores citado c) Autores que referendam a identificação d) Excertos (ou exemplos) e) Comentários (alguma observação relevante)
CDI e suas aplicações	<input type="checkbox"/> não pode ser identificada <input type="checkbox"/> não está claramente explícita, mas pode ser identificada <input type="checkbox"/> está explicitada
	Se puder ser identificada citar: a) A qual concepção se refere b) Autores citado c) Autores que referendam a identificação d) Excertos (ou exemplos) e) Comentários (alguma observação relevante)
Temática pesquisada	<input type="checkbox"/> não pode ser identificada <input type="checkbox"/> não está claramente explícita, mas pode ser identificada <input type="checkbox"/> está explicitada
	Se puder ser identificada citar: a) A qual concepção se refere b) Autores citado c) Autores que referendam a identificação d) Excertos (ou exemplos) e) Comentários (alguma observação relevante)

Fonte: autoria própria.

6. Preenchimento da matriz de coleta de dados das publicações referentes à temática: com o *corpus* da pesquisa definida, os trabalhos foram lidos na íntegra para preenchimento da matriz elaborada pelo pesquisador com o objetivo de extrair das publicações as informações essenciais para a compreensão do fenômeno.

Essa fase foi intensa e difícil, visto que cada um dos Programas de Pós-Graduação (PPG) analisado possuía sua própria norma para redação dos resumos, o que remeteu a leitura do trabalho em sua totalidade desde o primeiro momento. Ademais, informações como tema, problemática, objetivos, metodologia, referencial teórico, coleta e análise dos dados, resultados alcançados e considerações são elementos básicos de um resumo. Todavia, encontraram-se trabalhos nos quais essas informações não constavam no resumo, o que remeteu ao “garimpo” dessas informações na leitura dos textos na íntegra.

Um fator importante considerado na pesquisa foi de excluir trabalhos que não estivessem direcionados exclusivamente à formação inicial de professores de matemática. Outro fator excludente de publicações que compuseram o *corpus* da nossa pesquisa refere-se ao CDI em trabalhos no qual ele estivesse relacionando a um curso de licenciatura e outro curso que não fosse uma licenciatura, de forma simultânea. Com isso, focou-se única e exclusivamente nos trabalhos que relacionavam os conhecimentos sobre cálculo nos cursos de licenciatura em Matemática.

Com o *corpus* definido, a matriz de coleta de dados foi sendo preenchida, a partir da leitura e análise de cada uma das publicações endossadas na pesquisa, que pode ser revisitada

a partir das informações coletadas do *corpus*, visto que essas informações foram a primeira impressão e aproximação do objeto.

2.2 O primeiro olhar sobre o objeto

Inicialmente, com os descritores “CDI” e “formação de professor” foram encontrados 282 trabalhos. Entretanto, após a leitura dos resumos e/ou palavras-chave, foram excluídas as publicações que não estivessem relacionadas exclusivamente ao curso de licenciatura em Matemática. Foram excluídos também as publicações relacionadas à formação de professores de matemática em áreas que não fossem relacionadas exclusivamente com o CDI.

Foram identificadas 11 teses e 22 dissertações para compor o *corpus* de pesquisa (Quadro 3), cujo marco temporal inicial foi o ano de 2006 e final o ano de 2019, devido à importância de sistematização das leituras para o início da escrita no ano de 2020. Para um melhor entendimento das leituras, identificaram-se as citações por D (indica dissertação) e T (indica tese) e seus excertos serão grafados entre aspas e em itálico.

Quadro 3 – Sistematização das publicações que compõem o *corpus* da pesquisa

Ano	Código	Referência
2006	D ₁	SILVA NETO, João Pereira da. Um estudo sobre o ensino de limite : um tratamento computacional com aplicações. 2006. 123f. Dissertação (Mestrado em Educação) - Pontifícia Universidade Católica de São Paulo, São Paulo, 2006.
2007	D ₂	FORSTER, Sandra Regina Leme. Ensino a Distância : Uma análise do design de um curso de Cálculo com um olhar no conteúdo de limites e continuidade de uma variável real. 2007. 288f. Dissertação (Mestrado em Educação) - Pontifícia Universidade Católica de São Paulo, São Paulo, 2007.
2007	D ₃	VIDIGAL, Luciana Fajardo. Conhecimentos Mobilizados por alunos sobre a Noção Integral no contexto das Concepções Operacionais e Estruturais . 2007. 143f. Dissertação (Mestrado em Educação) - Pontifícia Universidade Católica de São Paulo, São Paulo, 2007.
2007	D ₄	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. 195f. Dissertação (Mestrado em Educação Matemática) – Universidade Estadual Paulista, Rio Claro, 2007.
2008	D ₅	ESCARLATE, Allan de Castro. Uma investigação sobre a aprendizagem de integral . 2008. 159f. Dissertação (Mestrado em Ensino de Matemática) – Universidade Federal do Rio de Janeiro, Rio de Janeiro, 2008.
2009	D ₆	OLIVEIRA, Fabiana Cristina Oliveira Silva de. Uma disciplina, uma história : cálculo na licenciatura em matemática da Universidade Federal de Sergipe (1972-1990). 2009. 196f. Dissertação (Mestrado em Educação) - Universidade Federal de Sergipe, São Cristóvão, 2009.
2009	T ₁	BARBOSA, Sandra Malta. Tecnologias da informação e comunicação, função composta e regra de cadeia . 2009. 199f. Tese (Doutorado em Educação Matemática) - Universidade Estadual Paulista, Rio Claro, 2009.
2010	D ₇	REIS, Edinei Leandro dos. O processo de construção de objetos de aprendizagem em cálculo diferencial e integral durante uma atividade de design . 2010. 154f. Dissertação (Mestrado em Educação Matemática) - Universidade Estadual Paulista, Instituto de Geociências e Ciências Exatas, Rio Claro, 2010.

2010	D ₈	GOUVEIA, Carolina Augusta Assumpção. Processos de visualização e representação de conceitos de cálculo diferencial e integral com um software tridimensional . 2010. 213f. Dissertação (Mestrado em Educação Matemática) - Universidade Estadual Paulista, Instituto de Geociências e Ciências Exatas, Rio Claro, 2010.
2010	D ₉	MESCOLIN, Marques Fredman. Sobre Definições em Cálculo: Discussões sobre a Construção do Conceito de Continuidade . 2010. 108f. Dissertação (Mestrado em Ensino de Matemática) – Universidade Federal do Rio de Janeiro, Rio de Janeiro, 2010.
2010	D ₁₀	MIRANDA, Anderson Melhor. As tecnologias da informação no estudo do cálculo na perspectiva da aprendizagem significativa . 2010. 152 f. Dissertação (Mestrado Profissional em Educação Matemática) – Universidade Federal de Ouro Preto, Ouro Preto, 2010.
2010	D ₁₁	ALVES, Davis Oliveira. Ensino de funções, limites e continuidade em ambientes educacionais informatizados: uma proposta para cursos de introdução ao cálculo . 2010. 153f. Dissertação (Mestrado Profissional em Educação Matemática) – Universidade Federal de Ouro Preto, Ouro Preto, 2010.
2011	D ₁₂	AMORIM, Lilian 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. 133f. Dissertação (Mestrado Profissional em Educação Matemática) – Universidade Federal de Ouro Preto, Ouro Preto, 2011.
2011	D ₁₃	ANDERSEN, Érika. As ideias centrais do teorema fundamental do cálculo mobilizadas por alunos de licenciatura em matemática . 2011. 128f. Dissertação (Mestrado em Educação) - Pontifícia Universidade Católica de São Paulo, São Paulo, 2011.
2011	D ₁₄	ALVES, Antônio Fernando Silveira. Um estudo das atividades propostas em um curso de licenciatura em matemática, na disciplina de introdução ao cálculo diferencial e integral, na modalidade a distância . 2011. 96f. Dissertação (Mestrado em Educação) - Pontifícia Universidade Católica de São Paulo, São Paulo, 2011.
2011	T ₂	ESCHER, Marco Antônio. Dimensões teórico-metodológicas do cálculo diferencial e integral: perspectivas histórica e de ensino e aprendizagem . 2011. 222f. Tese (Doutorado em Educação Matemática) - Universidade Estadual Paulista, Rio Claro, 2011.
2012	D ₁₅	SANTOS, Márcio Batista. Processo de comunicação da disciplina cálculo I do curso de licenciatura em matemática na modalidade a distância do CESAD/UFSUAB . 2012. 130f. Dissertação (Mestrado em Ensino de Ciências e Matemática) - Universidade Federal de Sergipe, São Cristóvão, 2012.
2014	D ₁₆	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. 112f. Dissertação (Mestrado em Educação Matemática) – Universidade Federal de Ouro Preto, Ouro Preto, 2014.
2014	D ₁₇	MOURA, Daniela Alves da Silveira. Perspectivas no estudo de limite: numa perspectiva figural e conceitual - foco em objetos de aprendizagem . 2014. 144f. Dissertação (Mestrado em Ensino de Ciências e Matemática). Pontifícia Universidade Católica De Minas Gerais, Belo Horizonte, 2014.
2014	T ₃	VOGADO, Gilberto Emanuel Reis. O ensino e a aprendizagem das ideias preliminares envolvidas no conceito de integral, por meio da resolução de problemas . 2014. 167f. Tese (Doutorado em Educação) - Pontifícia Universidade Católica de São Paulo, São Paulo, 2014.
2015	D ₁₈	FONTES, Líviam Santana. A avaliação da aprendizagem na disciplina cálculo diferencial e integral: em busca de sentidos pedagógicos . 2015. 132f. Dissertação (Mestrado em Educação em Ciências e Matemática) - Universidade Federal de Goiás, Goiânia, 2015.
2015	D ₁₉	BEZERRA, Wellington Lúcio. Uso de ferramentas pedagógicas para o ensino de cálculo de uma variável em cursos semipresencial: o caso do Instituto Federal do Ceará . 2015. 60f. Dissertação (Mestrado em Ensino de Ciências e Matemática) – Centro de Ciências, Universidade Federal do Ceará, Fortaleza, 2015.
2015	T ₄	DIOGO, Maria das Graças Viana de Sousa. Uma abordagem didático-pedagógica do cálculo diferencial e integral I na formação de professores de matemática .

		2015. 256f. Tese (Doutorado em Educação Matemática) - Universidade Estadual Paulista, Instituto de Geociências e Ciências Exatas, Rio Claro, 2015.
2016	T ₅	BEZERRA, Nilra Jane Figueira. A organização do ensino de cálculo diferencial e integral na perspectiva da teoria da formação por etapas das ações mentais de Galperin. Tese (Doutorado em Educação em Ciências e Matemática) – Universidade Federal do Mato Grosso, Campo Grande, 2016.
2017	T ₆	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. 2017. 198f. Tese (Doutorado em Educação) - Universidade Federal do Rio Grande do Norte, Natal, 2017.
2017	T ₇	DÖRR, Raquel Carneiro. Análises de aprendizagens em cálculo diferencial e integral: um estudo de caso de desenvolvimento de conceitos e procedimentos algébricos em uma universidade pública brasileira. 2017. 237f. Tese (Doutorado em Educação) - Universidade de Brasília, Brasília, 2017.
2017	T ₈	BERTOLAZI, Kátia Socorro. Proposta didático-pedagógica para a Formação Docente em Matemática: investigações de noções conceituais de Cálculo Diferencial e Integral com adoção do Vê Epistemológico de Gowin. 2017. 480f. Tese (Doutorado em Ensino de Ciências e Educação Matemática) - Universidade Estadual de Londrina, Londrina, 2017.
2017	D ₂₀	ALONSO, Erasto Piedade. Aspectos visuais e gráficos do teorema fundamental do cálculo. Dissertação (Mestrado em Ensino de Matemática) – Centro de Ciências, Universidade Federal do Rio de Janeiro, Rio de Janeiro, 2017.
2018	D ₂₁	MENDES, Thiago Fernando. A derivada de uma função em atividades de modelagem matemática. 2018. 118f. Dissertação (Mestrado em Ensino de Ciências e Educação Matemática) - Universidade Estadual de Londrina, Londrina, 2018.
2018	T ₉	MENEZES, Daniel Brandão. O ensino do cálculo diferencial e integral na perspectiva da Sequência Fedathi: caracterização do comportamento de um bom professor. 2018. 128f. Tese (Doutorado em Educação Brasileira) - Universidade Federal do Ceará, Fortaleza, 2018.
2018	T ₁₀	GERETI, Laís Cristina Viel. Delineando uma pesquisa: legitimidades para a disciplina de Cálculo na formação do professor de Matemática. 2018. 164f. Tese (Doutorado em Ensino de Ciências e Educação Matemática) - Universidade Estadual de Londrina, Londrina, 2018.
2019	D ₂₂	ALÉSSIO, Amanda. A importância do Cálculo Diferencial e Integral para a formação do professor de Matemática da Educação Básica. 2019. 90f. Dissertação (Mestrado em Educação Matemática) - Universidade Estadual Paulista, Presidente Prudente, 2015.
2019	T ₁₁	DENARDI, Vânia Bolzan. Contribuições das representações semióticas para compreensão de conceitos fundamentais para o cálculo diferencial e integral por alunos de um curso de licenciatura em matemática. 2019. 285f. Tese (Doutorado em Ensino de Ciências e Matemática) - Universidade Franciscana, Santa Maria – RS, 2019.

Fonte: elaboração própria.

Uma primeira observação constatada é que a Região Sudeste concentra 66% das publicações enquanto na Região Nordeste, na Região Sul, 12%; na Região Centro-Oeste, 6%, e nenhuma publicação referente ao *corpus* na Região Norte. Quanto às Universidades, observou-se uma concentração significativa das produções entre a UNESP (32%) e a PUC-SP (27%).

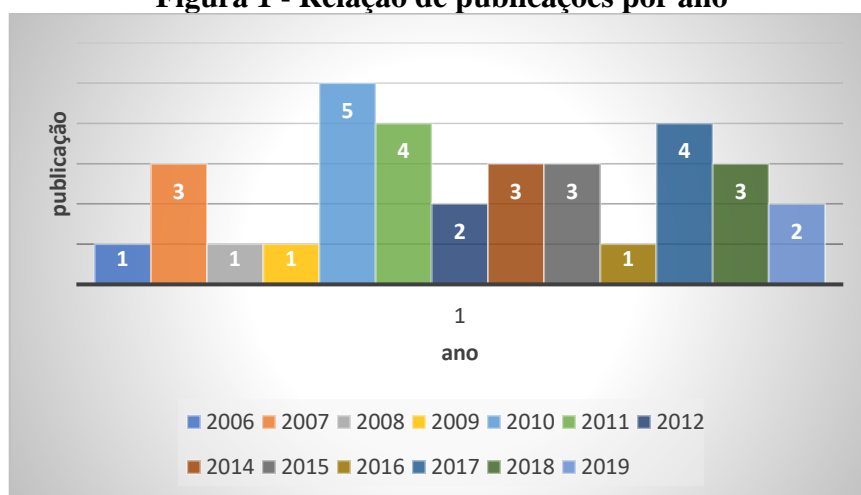
O PPG em Educação Matemática da UNESP foi criado em 1984 com o curso de Mestrado e, a partir de 1993, teve início as turmas de Doutorado. Suas linhas de pesquisa concentram-se na Resolução de Problemas e Ensino e Aprendizagem de Matemática; Formação

Pré-Serviço e Continuada do Professor de Matemática; Filosofia e Epistemologia na Educação Matemática; Novas Tecnologias e Educação Matemática, além das Relações entre História e Educação Matemática. Ele ainda conta com a publicação periódica de sua revista: Boletim de Educação Matemática – BOLEMA. Em sua última avaliação, obteve o conceito 4 pelos critérios estabelecidos pela CAPES.

O Programa de Estudos Pós-Graduação em Educação Matemática, da PUC-SP, teve sua primeira turma de Mestrado em 1975 e sua primeira turma de Doutorado apenas no ano 2000. Suas linhas de pesquisa estão centradas: 1. História, Epistemologia e Didática da Matemática; 2. A matemática na Estrutura Curricular e 3. Formação de Professores, além das Tecnologias da Informação e Educação Matemática. Em 1984, o programa cria a Sociedade Brasileira de Educação Matemática (SBEM). Em sua última avaliação, obteve conceito 5 pelos critérios estabelecidos pela CAPES.

Ainda de acordo com o quadro 2, há dezenove publicações nos Programas de Educação Matemática, enquanto nos Programas de Ensino de Ciências e Matemática há nove trabalhos. Em relação aos PPG em Educação, observou-se quatro trabalhos referentes ao nosso objeto. Há ainda um trabalho relacionado ao PROFMAT – Programa de Mestrado Profissional em Matemática. Quanto ao período das publicações, observou-se que em 2010 houve cinco publicações. Em 2011 e 2018 houve quatro trabalhos, e 2007, 2014, 2015 e 2018 possuem três registros a respeito do CDI no curso de formação de professor de matemática (Figura 1).

Figura 1 - Relação de publicações por ano



Fonte: elaboração própria.

A partir desses dados, observa-se que, para efeitos de contabilização, há uma média aritmética de 2,5 teses e/ou dissertações por ano. Esse aspecto é importante para o presente trabalho, pois vislumbra uma lacuna importante a ser compreendida nessa relação entre a preocupação do CDI nos cursos de formação de docente e as publicações oriundas dos PPG.

Quanto às palavras-chave, foram identificadas 68 nas produções analisadas. Na tabela 1, abaixo, constam as dez mais recorrentes.

Tabela 1 – Dez palavras-chave mais recorrentes identificadas nas dissertações e teses que compõem o *corpus* da pesquisa

Palavra-chave	Frequência
CDI diferencial e integral	19
Aprendizagem	12
Tecnologias da Informação e Comunicação (TICs)	11
Visualização	10
Ensino	9
Integral	9
Formação de professores	8
Resolução de Problemas	8
Avaliação da aprendizagem	6
Pensamento Matemático Avançado	6

Fonte: elaboração própria.

É possível notar que a palavra-chave mais recorrente esteve conectada diretamente ao objeto do presente estudo. Porém, está identificado de forma ampla e não deixa explícita a qual assunto está relacionado. Nesse caso, o leitor deve reportar-se à leitura do resumo. Emergindo das palavras-chave, foram identificados 11 trabalhos centrados no uso das TICs. O uso está relacionado direta ou indiretamente com a palavra-chave visualizada. Nesse tópico, seguindo lições de Borba e Penteado (2010), entende-se que a visualização se dá por meio da utilização de algum aparato tecnológico que facilite a visualização de um gráfico ou construção geométrica. Essa interação ou relação corrobora com a prática do CDI em sala de aula centrado na resolução de problemas e fortemente defendidas por pesquisadores no qual se advoga pelo uso de tecnologias para mudar as práticas do ensino tradicional.

Para os mesmos autores acima citados, o centro da produção de conhecimento se dá no uso das tecnologias digitais, no qual o computador em sala de aula acarreta uma reorganização do pensamento humano. Essa vertente do uso de TIC em sala de aula ainda faz remissão à forma de como o CDI é abordado dicotomizado do conteúdo.

A respeito da dicotomização de conteúdos, Allevalo e Ferreira (2013) defendem que trabalhar com resolução de problemas é entender que essa prática é indissociável com a própria Matemática. Ainda segundo as autoras, essa tendência se tornou latente a partir de 1945 e, no Brasil, a partir de 1986. Desde então, essa proposta pedagógica teve diferentes prismas na Educação Matemática. Conforme Ribeiro (2010), a resolução de problemas é definida em três propostas: 1. ter enfoque no aluno e seu domínio nas estratégias para se resolver problemas. 2. ter o foco na realização de aplicações de conteúdos já estudados e, 3. tem o estudante no papel central da construção do conhecimento.

Allevato e Ferreira (2013) concebem que o professor deixa de ser o protagonista e passa a conduzir o aluno na construção do conhecimento por meio de situações-problemas, com o objetivo de construir conceitos durante a disciplina a partir da autoavaliação do estudante e das suas tentativas de resolução do problema.

A palavra-chave “formação de professor” é a sétima mais recorrente, contendo oito trabalhos que a citam. Esse fato leva à reflexão sobre o lugar que a própria formação do professor tem nas pesquisas, visto que aprendizagem, TIC, visualização, ensino e integral possuem maior frequência de citação. Necessário se faz problematizar os trabalhos sobre formação de professores de matemática, cujo foco seja resultante da dicotomia ensino e aprendizagem, ou ainda as TICs e o processo de visualização, levando a refletir sobre a relação de resolução de problemas do campo do imediato nos estudos sobre o CDI na formação do professor. Segundo Megid (2013, p. 199):

A leitura e a escrita, na formação de professores, ampliam a possibilidade do aprendizado, proporcionando refletir criticamente sobre o que está sendo estudado, sobre as experiências dentro e fora da sala de aula e encontrar saídas pessoais para as diferentes situações que se apresentam.

Para a autora, a formação do professor de matemática deve possibilitar a reflexão por parte do futuro professor do que está sendo estudado, dar sentido e razão pelos conceitos e definições a partir da leitura e da escrita. Ao limitar essa possibilidade, a formação do professor passa a ter um caráter imediatista na resolução de problemas que não trazem sentido ao estudante (POWELL, 2013).

Conforme Megid (2013), centralizar os problemas do ensino e aprendizado do CDI em maciças resoluções de exercícios é um caminho oposto à formação de um professor mais integral e favorecido por meio de conhecimento de si que provocará implicações em seu próprio trabalho docente. De acordo com Silva (2018, p. 11):

A falta de uma sólida formação teórica que proporcione a possibilidade de compreensão da realidade educacional quase sempre leva os professores à repetição de modelo, à falta de autonomia e a dependência de propostas e projetos educacionais construídos por outros, referenciados, por exemplo, em apostilamentos que fragilizam a formação inicial e continuada, elementos para compreender os fundamentos de seu processo de trabalho.

Restringir ou minimizar o conhecimento do CDI, enquanto ciência construída pelo homem no decorrer de sua história e relação com o mundo, nos remete à reflexão da forma como o ser humano se relaciona com o mundo exterior e da intencionalidade que esse mundo exterior impõe ao homem. Sendo assim, tomando como fundamento a pesquisa de Silva

(2019b), entende-se que o foco na aprendizagem, voltado à resolução de problemas do campo do imediato não permite ao estudante se apropriar do conhecimento em seu próprio desenvolvimento.

A propósito da avaliação da aprendizagem, Lithner (2008) atribuiu a esse fator uma maciça quantidade de processos de resolução de exercícios ou de demonstrações previamente memorizadas pelos alunos. Ainda segundo o autor, as avaliações de aprendizagem do CDI estão alinhadas em provas escritas em que o algoritmo de resolução é fator principal para êxito na nota da prova.

Atualmente, existe um leque de pesquisas com esse foco, uma vez que há uma preocupação latente com o baixo rendimento dos estudantes em CDI e uma das vertentes que mais tem se destacado nas pesquisas em Educação Matemática é a utilização de tecnologias em sala da aula. Entretanto, conforme Machado (2016), o foco na avaliação continua sendo, em sua maioria, pontual e restrita à resolução de problemas e/ou demonstrações de teoremas.

Entender o Pensamento Matemático Avançado (PMA) é, para Tall e Vinner (1981), um nível mais elevado de compreensão de algum tópico matemático. Para eles, um estudante possui o Pensamento Matemático Elementar (PME) e pode avançar para o PMA a partir da sua compreensão nos processos de visualização, representação, generalização e abstração dos conceitos abordados em sala de aula. Os mesmos autores asseveram que uma diferença entre o PME e o PMA é o estudo para seleção de provas militares cujo grau de maturidade dos estudantes deve ser mais elevado, mesmo com assuntos ainda do Ensino Médio. Este pensamento envolve um ciclo de atividades que deve ser considerado a modelagem do problema até a sua formulação e culminando com a avaliação. Outro dado importante coletado a partir da leitura dos trabalhos se refere às metodologias de pesquisa utilizadas. Vale ressaltar que houve casos em que foram citados mais de um tipo de metodologia (Tabela 2).

Tabela 2 – Metodologias de pesquisa declaradas nas dissertações e teses que compõem o corpus da pesquisa

Tipo de pesquisa	Quantidade
Exploratória	16
Experimentação	12
Intervenção pedagógica	10
Estudo de caso	9
Atividade investigativa	8
Campos semânticos	3
Revisão bibliográfica e atividade exploratória	3
Revisão bibliográfica	2
<i>Design</i>	2
Engenharia didática	1
Análise documental	1

Fonte: elaboração própria.

Praticamente 50% das produções declaram efetivar uma pesquisa exploratória (D₁, D₃, D₄, D₅, D₇, D₈, D₁₀, D₁₁, D₁₂, D₁₄, T₂, D₁₆, D₁₇, T₃, D₁₈ e T₇). Para Gil (2007), a pesquisa exploratória é uma metodologia cujo objetivo é exploração e costuma envolver: levantamento de dados, entrevistas com pessoas envolvidas com a tema e análise de exemplos que estimulem a compreensão. Possui característica peculiar, com foco restrito a alguma hipótese delimitada *a priori* pelo pesquisador.

Segundo Vasconcelos e Almeida (2012), uma pesquisa exploratória pode ter cunho de experimentação, intervenção pedagógica, estudo de caso ou por meio de uma atividade investigativa. Ainda segundo esses autores, a experimentação está relacionada à ampliação do processo de ensino-aprendizagem por meio das experiências práticas, na qual o protagonista é o próprio estudante na construção do conhecimento.

Intervenção pedagógica é a metodologia relacionada à interferência de um interventor (professor, pesquisador ou profissional da educação), que efetiva uma ação no momento da observação em que um estudante apresenta dificuldade na aprendizagem. Nas pesquisas de estudo de caso, o foco está em pesquisar a fundo um tema específico e oferecer possibilidades às investigações futuras. Já nas pesquisas nas quais a metodologia identificada foi a atividade investigativa, o objetivo foi “buscar” a solução de um problema que surgiu no ensino ou na aprendizagem. Na seção a seguir, discute-se o foco temático dos trabalhos.

2.3 Principais temáticas discutidas nas produções acadêmicas analisadas

Após a análise das publicações relacionadas à matriz de coleta de dados construída, das 33 pesquisas que compõem o *corpus* de análise, percebeu-se que o foco está centrado na aprendizagem (Tabela 3).

Tabela 3 – Principais temáticas empregadas nas dissertações e teses que compõem o *corpus* da pesquisa

Temática	Foco	Códigos	Quantidade
Dicotomia ensino e aprendizagem	Aprendizagem	D ₃ , D ₅ , D ₇ , D ₁₂ , D ₁₃ , D ₁₇ , D ₁₈ , T ₇ , D ₂₀ , D ₂₁ , T ₁ e T ₁₁	17
	Ensino	T ₄ , T ₅ , T ₈ , T ₉ e D ₂₂	
Uso de TIC	Tecnocentrismo	D ₁ , D ₂ , D ₄ , D ₈ , D ₁₀ , D ₁₁ , D ₁₄ , D ₁₅ , T ₂ , D ₁₆ e D ₁₉	11
Unidade ensino e aprendizagem	Ensino e aprendizagem	D ₉ , T ₃ e T ₁₀	3
Estudo teórico	Historicidade de um curso	D ₆ e T ₆	2

Fonte: elaboração própria.

A dicotomização do ensino e da aprendizagem vislumbrada em 17 trabalhos nos indica a fragmentação do papel do docente na qual ele não relaciona sua ação e pensa em suas próprias ações, bem como coloca o estudante limitado à memorização e à reprodução. Conforme Spirkin e Yakhot (1975), à medida que isso acontece, os elementos pertinentes à relação dialética do conteúdo e forma deixam de refletir as suas categorias filosóficas.

A problemática da relação conteúdo-forma no processo de ensino tem se constituído em uma preocupação constante nos meios escolares entre seus agentes (professores, especialistas). Ao mesmo tempo, tem ocupado cada vez mais espaço no meio acadêmico entre os estudiosos da área. A necessidade de articular os conteúdos escolares com a realidade e os interesses práticos dos alunos e a busca de realizar um ensino comprometido com as classes trabalhadoras têm sido o centro das preocupações (MARTINS, 1996, p. 77).

A centralidade no aluno o coloca como responsável pela sua própria aprendizagem, seja como protagonista vinculado ao “sucesso” ou ao “fracasso” de sua aprendizagem. Por exemplo, D₅ realiza uma pesquisa qualitativa com os alunos do curso de graduação em Matemática da Universidade Federal do Rio de Janeiro para analisar como a definição e a imagem do conceito de integral se formam a partir das definições do Pensamento Matemático Avançado (PMA), nos termos de David Tall e Shlomo Vinner.

Escalarte (2008) traz essa centralidade na aprendizagem no próprio estudante quando objetivou identificar os principais conflitos na aprendizagem do conteúdo de integral por parte dos alunos do curso de graduação em Matemática da Universidade Federal do Rio de Janeiro. Assim, o autor deixa claro sua intencionalidade quando afirma que:

Portanto, a imagem de um determinado conceito ou do conceito em si inclui as ideias que permeiam a mente do aluno em relação ao mesmo conceito. Dentre as ideias, pode estar um conjunto de palavras que encerra o conceito, chamada por Vinner de definição do conceito. Esta sentença pode ser meramente decorada ou aprendida de forma mais significativa pelo aluno e não depende do professor. Mas da sua própria capacidade cognitiva de abstrair a imagem de um conceito (ESCALARTE, 2008, p. 14).

Nessa mesma linha de pensamento, Amorim (2011) citou que:

O Pensamento Matemático Avançado consiste numa grande série de processos que interagem entre si de forma complexa, como por exemplo, os processos de representar, visualizar, generalizar ou ainda outros, tais como classificar, conjecturar, induzir, analisar, sintetizar, abstrair ou formalizar. Entre estes processos, destacam-se a representação e abstração: esta, por sua vez, exige a capacidade do aluno de generalização e síntese proveniente de sua própria capacidade cognitiva (AMORIM, 2011, p. 46).

Ainda nessa abordagem centralizada no estudante, na qual há a predominância da dicotomização entre ensino e aprendizagem, Dörr (2017) salienta que:

(...) para a ocorrência da aprendizagem significativa são necessários dois pressupostos fundamentais. O primeiro deles é que o indivíduo manifeste uma disposição para aprender. O segundo é que o material a ser aprendido seja potencialmente significativo, tanto no sentido lógico quanto psicológico. Essa aprendizagem denominada significativa seria o contraponto à aprendizagem mecânica, em que há ênfase na memorização. Essa ponte entre a aprendizagem mecânica e aprendizagem significativa é inerente ao aluno a partir de seus nexos conceituais (DÖRR, 2017, p. 49).

Ao pensar sobre a aprendizagem, é mister refletir que esse processo é indissociável da história do homem e possui alicerce bem estruturado. Todavia, carece ser repensada em função das demandas que a sociedade vive relativamente à formação do cidadão e dos sistemas educacionais e, quanto a essa vertente de centrar no aluno a sua própria aprendizagem, volta-se à resolução de problemas do campo do imediato.

Para Allevato e Ferreira (2013), essa vertente na aprendizagem começou a ter atenção a partir de 1980 em decorrência do fracasso da Matemática moderna e tem como objetivo defender a tese segundo a qual os estudantes podem aprender a partir e durante um processo, pela investigação e pela utilização de estratégias individuais, que dão sentido à sua aprendizagem e à construção do seu conhecimento matemático.

Separar o ensino da aprendizagem ou a aprendizagem do ensino é entender que o ensino vive sem a aprendizagem e a aprendizagem vive sem o ensino (MEGID, 2013). Para Martins, Dias e Franco (2016, p. 369):

Faz-se necessário uma prática que se distancie daquelas que se voltam apenas para a fragmentada reprodução de saberes instituídos. Assim, atribui-se ao docente e, em específico, à prática pedagógica, a necessidade da contradição. Neste processo, o professor caminha em um sentido no qual vai relacionando a dialética com a própria ação, ou seja, atua de forma a pensar sobre suas ações, buscando o entendimento e a transformação sobre suas ações, sobre o que faz, como faz e porque faz, levando em consideração a consciência sobre suas práticas.

A discussão acerca do conteúdo e da forma torna-se essencial para uma prática pedagógica que não se paute apenas nas formas, bem como apenas nos conteúdos, tal como se se evidenciava na escola nova e tradicional. Diferentemente disso, para que a forma e o conteúdo estejam em consonância com uma práxis transformadora, é preciso compreender que as relações sociais não são neutras, mas expressões materiais no interior do capitalismo.

Assim, a educação tem um caráter de humanização no processo de formação de cidadãos, contrapondo-se diretamente ao ensino e à aprendizagem da Matemática atualmente

(SANTANA; MELLO, 2017). Em uma perspectiva histórico-cultural, o aprendizado não pode e não deve estar centrado em meras resoluções de problemas pontuais e, de certa maneira, sem sentido à formação integral do sujeito.

Segundo Nasser (2007), as pesquisas apontam que as principais dificuldades dos alunos na disciplina de CDI estão na compreensão das noções de função, limites e derivadas, no domínio do Teorema Fundamental do Cálculo ou na forma como os alunos estudam. E há pesquisadores, como Valente (1993), que afirmam em suas pesquisas que o professor tem um papel primordial no ensino do CDI ao ser o único responsável em atribuir motivação ao aprendizado do seu estudante a partir dos conteúdos que ministra em sala de aula.

Constata-se que outro foco temático recorrente nas pesquisas analisadas é a utilização das TICs no ensino e/ou na aprendizagem. As pesquisas corroboram com D'Ambrósio (1993), ao considerarem a tecnologia em sala de aula como algo inevitável, já que aos poucos a sociedade estaria dispondo desses recursos, devendo, então, o professor se atentar e pensar sobre essa realidade.

Nosso objetivo foi o de utilizar softwares adequados, que venham beneficiar a construção do conceito de limite e que possam ser desenvolvidos com ou sem o uso de sala informatizada, permitindo que o aluno utilize o computador, mesmo fora da sala de aula, como uma ferramenta auxiliar para sua aprendizagem. Assim, tivemos a intenção de diferenciar a proposta daquelas apresentadas nos livros citados pelos professores, pela preocupação de dar significado, por meio de exemplos práticos, nos mais diferentes momentos da aprendizagem em que o computador esteve presente (SILVA NETO, 2006, p. 55).

Em Silva Neto (2006) há uma proposta de explorar o conceito de “Limites” com os estudantes da Licenciatura em Matemática a partir da criação de ambientes tecnológicos que seriam capazes de favorecer o ensino e a aprendizagem. Para isso, foram utilizados alguns *softwares* como o *Graphmatia* e o Excel inseridos na construção do material didático a ser utilizados pelos professores e estudantes na disciplina de CDI. Ao final da pesquisa, o autor objetiva a avaliação do uso dessas ferramentas se contribuíram ou não no ensino-aprendizagem do conceito de Limites.

Na linha em que as TICs possuem um papel de protagonismo nesse processo de ensino e aprendizagem, observa-se em Farias (2007) uma preocupação, a saber:

Na nossa perspectiva o uso das TICs, incluído softwares educativos próprios à disciplina ou de uso geral, pelos professores de Matemática associado à sua prática constituem-se em ferramentas que possibilitam o uso da linguagem gráfica e de novas formas de representação e, como consequência, relativizam a valor do cálculo e da manipulação simbólica, tornando-se um caminho sem volta na aprendizagem dos alunos de CDI (FARIAS, 2007, p. 56).

A autora supracitada também propôs a utilização da TIC no processo de objetivar as contribuições do uso dessas tecnologias em sala de aula e quais os impactos que o intermédio do uso dessas TICs tem na visualização gráfica e compreensão dos conceitos de CDI. Para tal, foi disponibilizado aos estudantes iniciantes do curso de licenciatura em Matemática uma listagem de questões e foi pedido que resolvessem as mesmas. Enquanto isso, outro grupo de estudantes da mesma turma resolveu as mesmas questões com o uso do *Winplot*. Ao final, a autora categoriza as observações realizadas a partir das entrevistas e dos diários de bordo para classificar a tarefa realizada em satisfatória ou não satisfatória.

Conforme Amaral (2006) e Machado (2016), o discurso de estarmos imersos em uma sociedade tida como “sociedade do conhecimento” deixa a impressão de que as TICs estão alinhadas a um propósito maior de educação e sua disseminação afetaria a maneira como atuamos e pensamos.

Peixoto *et al.*, (2015, p. 71), ao discutirem a inserção das TICs em sala de aula, asseveram que se evidencia o caráter “técnico” da tecnologia “como se a formação estivesse voltada apenas para o domínio das funcionalidades técnicas dos recursos tecnológicos”. Esse entendimento é visto na análise das publicações do *corpus* em que 11 atribuem o uso das TICs como ferramenta de ensino ou de aprendizagem.

Em contraponto, Echalar, Peixoto e Carvalho (2015) destacaram que o olhar tecnocêntrico é uma diretriz nas orientações das políticas públicas ao uso das TICs, a qual não possui a devida participação dos professores na construção de intencionalidades pedagógicas para o trabalho docente com tecnologias. Segundo as autoras, os professores deveriam ser *partícipes* nesse processo de construção das intencionalidades pedagógicas, levando em consideração a realidade de cada escola.

Entretanto, para Borba e Penteadó (2010), a interação das TICs em sala de aula é definida como “seres-humanos-com-mídias”, pois o computador “facilita” a aprendizagem, articulando tanto ao professor quanto ao aluno uma melhor visualização das representações gráficas do CDI. Além disso, segundo Marin e Penteadó (2011), as TICs ampliariam a comunicação entre os professores, embora no ensino ainda seja bastante restrito.

Tal narrativa está bem explícita em Escher (2011), por exemplo. Em sua tese de doutorado, a autora objetivou a pesquisa sobre o processo de visualização da função composta e da regra da cadeia e buscou compreender como o entendimento por parte dos alunos pode ser potencializado a partir do uso das TICs. Para desenvolver a pesquisa, a autora realizou experimentos de ensino e aplicou questionários aos alunos.

Nenhum autor, dentre os que pesquisei, desenvolve uma abordagem gráfica para a função composta. Apenas no site citado anteriormente, que envolve uma applet, pude observar uma abordagem que fosse possível obter o gráfico de uma função composta a partir dos gráficos de suas funções componentes. Com isso, foi possível elaborar algumas atividades de maneira dinâmica, utilizando a tecnologia computacional, a qual considero fundamental no processo da produção do conhecimento matemático. Concordo com Borba e Villarreal (2005) que consideram que as mídias informáticas não são apenas assistentes dos humanos ao se produzir o conhecimento matemático, mas sim modificam a natureza, tanto do ser humano como do conhecimento produzido. Esses autores defendem a ideia de que o conhecimento é produzido pelo coletivo pensante seres-humanos-com-mídias que vem ao encontro desta tese (ESCHER, 2011, p. 15)

Borba e Penteado (2010) defendem que o professor explore as potencialidades das tecnologias à sua prática em sala de aula e o aluno na relação com o computador pode construir seu conhecimento. Entretanto, colocar o aluno como protagonista do seu próprio aprendizado e inserir as tecnologias nesse processo é um tanto contraditório a partir do papel assumido na pesquisa, pois se entende que a construção do conhecimento se dá coletivamente na relação com outros seres humanos.

Proporcionar as TICs o *status* que os autores propõem é limitar ou minimizar o papel do professor, do estudante, do mundo que os cercam e da relação entre eles. Logo, não ressalta ou valoriza o papel pedagógico, como se a “tecnologia representasse uma prática pedagógica, uma forma de ensinar independente do conteúdo ou da teoria pedagógica adotada” (PEIXOTO *et al.*, 2015).

Powell (2013, p. 151) corrobora com essa ideia quando afirma que a relação entre as TICs e os alunos é um tanto equivocada, pois os “fatores econômico, cognitivo, tecnológico, sociocultural e psicológico” influenciam diretamente na motivação do estudante. Com efeito, assume-se o entendimento de que o uso das TICs em sala de aula é fruto da relação do homem com o mundo que o cerca. Segundo Marx e Engels (2001, p. 20):

Podemos distinguir o homem dos animais pela consciência, pela religião ou por qualquer coisa que se queira. Porém, o homem se diferencia propriamente dos animais a partir do momento em que começa a *produzir* seus meios de vida, passo este que se encontra condicionado por sua organização corporal. Ao produzir seus meios de vida, o homem produz indiretamente sua própria vida material.

Para eles, o trabalho é fruto da relação humana na natureza em função de suas próprias necessidades. Nesse ponto, reflete-se que essa relação não é algo divina ou sobrenatural, mas a essência do homem, que é feita único e exclusivamente do próprio homem. Esse processo se desenvolve, se aprofunda e se complexifica no processo histórico. Assim sendo, o homem tem a capacidade de modificar-se conforme o mundo que o cerca, ao mesmo

tempo, que o mundo é modificado por ele. Saviani (2007) aponta que esta relação é construída à medida que surgem ou são criadas as necessidades humanas.

Nas pesquisas analisadas, os aparatos tecnológicos mais utilizados em sala de aula que objetivam o ensino ou a aprendizagem do CDI foram o GeoGebra¹⁰ – como *software* educacional –, e o Moodle – como ferramenta de Educação não presencial e/ou semipresencial.

Em Ricaldoni (2014), por exemplo, o objetivo foi o de discutir as contribuições da realização de atividades exploratórias com a utilização do *software* GeoGebra para a formação de imagens conceituais relacionadas a diversos conteúdos e aplicações de derivadas de funções reais, nos processos de ensino e aprendizagem de CDI-I.

Pesquisas como a de Silva Neto (2006) objetivaram o trabalho centrado no professor e como os recursos computacionais o auxiliam no ensino do CDI. Para isso, o autor realizou uma pesquisa exploratória com professores que lecionam CDI e, ao final, pede que avaliem o uso dos recursos disponibilizados e apontem as vantagens e desvantagens em sua utilização.

Pensar no ensino e na aprendizagem com uma unidade em que ambos possuem um papel de protagonismo é entender que no contexto escolar as ações do educador que organiza o ensino é de promover a humanização dos indivíduos por meio da aprendizagem do conhecimento historicamente elaborado (MORETTI, 2007).

Analisar o professor como o responsável em executar o currículo é, de acordo com nosso pensar, limitar sua própria formação como sujeito e entender que sua função não é apenas a de introduzir o saber na mente do estudante. E nessa relação de ensino e aprendizagem, segundo Radford (2017), é necessário entender que os personagens dessa relação não são autossuficientes ou considerados como seres já prontos e acabados, mas são seres conceitualizados em sua subjetividade em que suas relações perpassam num esforço mútuo de luta e satisfação.

Assim, por entender que o processo de ensino e de aprendizagem se dá a partir da interação dos sujeitos envolvidos, salienta-se que:

Em trabalho conjunto, os estudantes não são reduzidos a um papel de simples sujeitos cognitivos. Eles não aparecem como sujeitos passivos recebendo saber ou como sujeitos autônomos que constroem seu próprio saber. Na mesma linha, os professores não são reduzidos a um papel de agentes tecnológicos e burocráticos – guardiões e executores do currículo. Eles não aparecem como possuidores de saber que entregam ou transmitem saber para os estudantes diretamente ou através de estratégias facilitadoras (RADFORD, 2017, p. 251-252).

¹⁰ Desenvolvido pelo professor Markus Hohewarter, é um software matemático gratuito que possui interface geométrica e algébrica.

Santana e Mello (2017, p. 266) corroboram esse pensamento em que os estudantes não podem ser vistos como sujeitos passivos e receptores de conteúdos e definições sem a autonomia de construção e apropriação do conhecimento. E o docente não pode ser reflexo de uma pessoa limitada a reprodutores do currículo. Ainda segundo o autor, a falta ou ausência de um sistema de ensino de matemática fundamentado “científica e praticamente” que leve em consideração a racionalidade do sujeito tem levado a um aprendizado catastrófico.

Na pesquisa de Vogado (2014), objetivou-se o ensino e a aprendizagem do CDI em uma turma de licenciatura em Matemática na Universidade Estadual do Pará a partir de resolução de problemas, por meio de uma sequência de ensino. Para tanto, o autor realizou uma pesquisa qualitativa com a aplicação de questionários aos estudantes e professores envolvidos em que ele objetiva um equilíbrio no processo em que:

Se o aluno for deixado sozinho, sem ajuda ou com auxílio insuficiente, é possível que não experimente qualquer progresso. Se o professor ajudar demais, nada restará para o aluno fazer. O professor deve auxiliar, nem demais, nem de menos, mas de tal modo que ao estudante caiba uma parcela razoável de trabalho. O professor deve colocar-se no lugar do aluno, perceber o ponto de vista dele, procurar compreender o que se passa em sua cabeça e fazer uma pergunta ou indicar um passo que poderia ter ocorrido ao próprio estudante (VOGADO, 2014, p. 26).

Essa sensibilidade em tentar aproximar o ensino e a aprendizagem também foi percebida na pesquisa de Mescolin (2010). Nela, o autor enfatiza uma discussão na construção do conceito de continuidade em que o professor tem consideração e sensibilidade às ideias que os alunos já trazem consigo. Assim registrado em sua pesquisa:

Neste sentido, encontramos uma consideração pertinente, quando se fala em considerar tais ideias que os alunos trazem consigo, quando nos propomos a introduzir uma definição em matemática, uma vez que certamente podemos tornar uma definição, pelo menos mais próxima e mais familiar aos mesmos. Entretanto, devemos estar atentos para o fato de que o ensino em si não deve se encerrar com tais concepções espontâneas, mas somente se apoiar nestas como agente facilitador à compreensão, buscando o aprimoramento destas, aproximando-as do conceito, pois estas por si só podem gerar erros conceituais ou comportar concepções enganosas. Esta é uma ideia que defenderemos neste trabalho: que é necessário aproximar nossos alunos de certos conceitos antes de discuti-los sob uma abordagem matemática formal, mas utilizando estratégias que possibilitem a introdução do conceito de forma prudente e que forneça adiante elementos para uma construção mais sólida deste (MESCOLIN, 2010, p. 48).

Gereti (2018) pondera as responsabilidades do professor e do aluno no processo de ensinar e aprender o conceito de continuidade a partir de seu registro:

O estudante do curso de Licenciatura e também do Bacharelado em Matemática, deve ser formado com uma estrutura em que ele tenha condições de sempre exercitar a Matemática e sua compreensão. O entendimento deve ser a pedra chave, ou o fundamento de todo o trabalho dele, e essa estrutura envolve os livros didáticos, os conteúdos, as metodologias e os objetivos. Assim, vejo que o aprendizado do aluno será facilitado de acordo com o papel desempenhado pelo professor (GERETI, 2018, p. 62).

Outro bloco observado como temática empregada na pesquisa foi o Estudo Teórico em que ambas as pesquisas estavam relacionadas à historicidade de um curso específico. Esse tipo de pesquisa assume um papel importante, seja na análise documental, no estado do conhecimento, na revisão bibliográfica ou de literatura e tem por objetivo fornecer à comunidade acadêmica um panorama específico e, dessa forma, evidenciar caminho a serem trilhados em pesquisas futuras. Com base em Noronha e Ferreira (2000), é mister sua importância no cenário acadêmico, pois oportuniza aos pesquisadores a construção de uma publicação a partir de uma perspectiva histórica que, de acordo com sua abrangência, exige limitação das suas fontes de consulta.

Oliveira (2009) trouxe a historicidade da disciplina de CDI no curso de licenciatura em Matemática na Universidade Federal de Sergipe e seu desenvolvimento ao longo da história no referido curso, assim registrado:

Apropriamo-nos da história das disciplinas para investigar a disciplina Cálculo no curso de Licenciatura em Matemática como objeto de estudo de pesquisa, focalizando suas configurações. Para tanto, propomos uma análise de suas constituintes, utilizando para a investigação os planos de ensino e outras fontes que perpassaram essa disciplina em sua história durante o período de 1972 a 1990 (OLIVEIRA, 2009, p. 3).

Na outra pesquisa que compôs esse bloco temático, Lopes (2017) objetivou a pesquisa na revisão bibliográfica das obras do Matemático John Wallis e sua contribuição ao entendimento de Limite:

O objetivo geral da pesquisa foi examinar de que forma as ideias inovadoras de John Wallis, emergentes na obra *Arithmetica Infinitorum*, podem contribuir para o encaminhamento conceitual e didático de limite, tendo em vista, estabelecer o potencial didático desta obra para o ensino de conteúdos de Cálculo nos cursos de Licenciatura em Matemática. Investigar a trajetória das ideias sobre limite na referida obra é entender como esse conceito é abordado no curso de formação (LOPES, 2017, p. 51).

Em síntese, os dados indicam uma predominância na forma de ensinar ou de aprender o CDI; percebemos um distanciamento nessa relação em pesquisas que centram no ensino do CDI e protagonizam a responsabilidade no professor ou versaram na centralidade do estudante e sua responsabilidade no aprendizado.

Entretanto, entender o CDI em sala de aula não é protagonizar o ensino ou a aprendizagem ou ainda potencializá-los com o uso de TIC, mas compreender que professor e aluno são importantes e possuem seu papel na construção do conhecimento. Nesse movimento em entender a concepção formação do professor de matemática e os fundamentos filosóficos do CDI, percebe-se que são intrínsecos. Assim, refletiu-se que o CDI é ensinado no curso de licenciatura de acordo com a concepção que o docente tem de ensino e aprendizagem.

Todavia, as pesquisas revelam uma forte preocupação em resolver problemas pontuais, seja de resolução de problemas matemáticos ou de visualização gráfica, em detrimento da concepção do CDI em sua essência e na importância que tem na historicidade do homem.

No próximo capítulo, oportuniza-se uma reflexão sobre a relação da formação de professor de matemática e o ensino do CDI no que tange uma formação integral. Alinhado aos referenciais teóricos, reflete-se sobre as unidades forma e conteúdo, teoria e prática, além da análise a partir da visão do uso das TICs no processo de ensino e aprendizagem.

CAPÍTULO III: A FORMAÇÃO DO PROFESSOR DE MATEMÁTICA CENTRADA NA EPISTEMOLOGIA DA PRÁTICA

A Ciência pode ser encarada sob dois aspectos diferentes. Ou se olha para ela como vem sendo exposta nos livros de ensino, como coisa criada, e o aspecto é o de um todo harmonioso, onde os capítulos se encadeiam em ordem, sem contradições. Ou se procura acompanhá-la no seu desenvolvimento progressivo, assistir à maneira como foi sendo elaborada, e o aspecto é totalmente diferente – descobrem-se hesitações, dúvidas, contradições, que só um longo trabalho de reflexão e apuramento consegue eliminar, para que logo surjam outras hesitações, outras dúvidas, outras contradições (CARAÇA, 1951, prefácio).

No movimento dialético, a materialidade e a concreticidade dispõem sobre a organização dos homens em sociedade, a partir de sua relação com a própria sociedade (PIRES, 1997). No decorrer do presente trabalho, atribuiu-se que o movimento do pensamento humano não é inato; mas perpassa pela história de vida do homem em sociedade que se efetiva por contradição. No decorrer das leituras realizadas, foi possível conceber que as formas em que o homem se relaciona com o mundo exterior estão ligadas diretamente com a forma com que o homem conduz o pensamento.

O conteúdo formal é extremamente amplo, reflete as propriedades e relações mais gerais, inerentes a todos os fenômenos do mundo material e por isso se encontram fora da dependência do conteúdo concreto dos juízos. Se as regras da dedução estão relacionadas com o conteúdo concreto, então será mais estreito o campo de aplicação de novas regras (KOPNIN, 1978, p. 73).

Compreende-se, pois, que o conteúdo formal é essencial ao pensamento dialético, pois é a partir dessa relação mais geral se busca a concreticidade do pensamento. Kosik (2002, p. 41) corrobora nesse pensamento ao afirmar que:

O pensamento da totalidade, que se compreende a realidade nas suas íntimas leis e revela, sob a superfície e a casualidade dos fenômenos, as conexões internas, necessárias, coloca-se em antítese à posição do empirismo que considera as manifestações fenomênicas a casuais, não chegando a atingir a compreensão dos processos evolutivos da realidade. Do ponto de vista da totalidade, compreende-se a dialética da lei e da casualidade dos fenômenos, da essência interna e dos aspectos fenomênicos da realidade, das partes do todo, do produto e da produção e assim por diante.

A totalidade do pensamento em sua essência é formada por inúmeros fenômenos que o constitui. E, com isso, não se deve excluí-los à medida que emergem no processo de constituição do pensamento. Em contraponto a lógica formal, em que um fenômeno pode ser limitado, imutado, imóvel e inacabado, na lógica dialética, a constituição da essência é a

compreensão dos inúmeros fenômenos que o constitui. Sendo assim, o objeto está sempre em movimento e construção no processo e não posto *a priori* (LEFEBVRE, 1983). Para Kosik (2002, p. 61):

A totalidade concreta como concepção dialético-materialista do conhecimento do real significa, portanto, um processo indivisível, cujos momentos são: a destruição da pseudoconcreticidade, isto é, da fetichista e aparente objetividade do fenômeno, e o conhecimento da sua autêntica objetividade; em segundo lugar, o conhecimento do caráter histórico do fenômeno, no qual se manifesta de modo característico a dialética do individual e do humano em geral; e enfim o conhecimento do conteúdo objetivo e do significado do fenômeno, da sua função objetiva e do lugar histórico que ela ocupa no seio do corpo social.

Marx (1989, p. 3) explica que o concreto é a síntese de múltiplas determinações que representam, por sua vez, uma compreensão elaborada no estudo do objeto, além de ser uma “categoria essencial do processo de conscientização, pois atividade prática dos sujeitos históricos”. O pensamento da presente pesquisa se alinha aos seus referenciais estudados, ao se aprender, em Magalhães (2019), que o concreto pensado possibilita uma nova forma de conhecimento que acarreta transformação do sujeito de forma ontológica, política e ideológica.

Nesse movimento de construção do pensamento, com salto qualitativo ao aparente, por meio da abstração, apresenta-se ao leitor o *locus* do capítulo em duas unidades de análise, a partir das produções acadêmicas sobre formação de professores de matemática no ensino de CDI, que compuseram o *corpus* do trabalho: 1. são apresentadas as lacunas e as recorrências nas pesquisas sobre a formação do professor de matemática e o CDI e, 2. Traz-se ao leitor uma análise e reflexão a propósito da formação do professor de matemática para o ensino do CDI a partir do olhar sobre a epistemologia da práxis e seus fundamentos no que tange à formação de um sujeito integral.

3.1 Lacunas e recorrências nas pesquisas sobre a formação do professor de matemática e o CDI: o que emergiu do *corpus*?

No decorrer do presente trabalho, observou-se a inexistência de publicações que relacionavam com a formação do professor de matemática, com o conteúdo de CDI e com a formação integral do estudante. Para Marx (1971), o homem, ao apropriar-se do conhecimento como um todo, seja no sentido cultural, social e histórico, ele assume uma concepção do seu próprio ser em seu processo de desenvolvimento e passa a entender esse processo no movimento histórico da humanidade.

As concepções de formação do professor, do desenvolvimento do conhecimento matemático e do CDI não devem ser analisadas separadamente. O processo de análise histórica objetiva a relação entre os sujeitos que a constituem. Entender que essas relações são os resultados da própria atividade humana na apropriação do conhecimento é refletir na efetivação dessa apropriação a partir da subjetividade da interpretação da realidade objetiva.

Isso posto, defende-se que a formação do professor de matemática sob a ótica epistemológica nos permite

investigar a natureza do conhecimento, seus fundamentos e as justificativas que validam tal conhecimento como verdadeiro, estuda o conhecimento. Sua produção nasce das necessidades, carências e possibilidades gestadas a cada momento histórico, resultante dos questionamentos feitos pelo homem, e que conduzindo à busca de respostas, explicações, compreensões ou mesmo em outras questões (SILVA, 2018, p. 21).

Nota-se que a formação do professor não deve ser apenas centrada no conhecimento científico de forma pontual e imediata, mas também deve ter um fundamento epistemológico oriundo de seus próprios questionamentos e necessidades resultantes de sua relação com o mundo exterior.

Para Megid (2013), a leitura e a escrita da Matemática, em sua concepção na formação do professor, são diluídas em concepções cada vez mais difíceis de identificação. A autora concluiu que a mercantilização do curso de licenciatura em Matemática é um ponto crucial para se entender qual a concepção que está sendo ofertado ao futuro professor de matemática. Sob a perspectiva crítica, Santana e Mello (2017, p. 269) asseveram que

há uma estreita vinculação entre os processos de educação e de desenvolvimento das capacidades humanas, o que faz da educação e do ensino formas universais de promoção do desenvolvimento da mente humana. A inteligência é, pois aprendida, formada e desenvolvida na vida. E, preferencialmente na escola, cuja função essencial é promover de forma intencional e sistemática a organização das condições materiais objetivas e subjetivas para essa formação, apresentando a cultura às crianças e aos alunos em níveis cada vez mais complexos.

Nesse bojo, enfatiza-se que a inteligência humana e seu desenvolvimento está além da sala de aula. Cabe à escola o papel de proporcionar aos estudantes a sistematização dessa possibilidade de alcançar esses níveis mais complexos de leitura da realidade. Sob o mesmo viés epistemológico, para Rigon, Asbahr e Moretti (2016, p. 18):

Um dos pressupostos fundamentais da teoria histórico-cultural, advindo da teoria marxista, é o papel central do trabalho, atividade humana por excelência, no desenvolvimento humano. Nessa perspectiva, o trabalho é aquilo que fundamentalmente humaniza e possibilita o desenvolvimento da cultura.

No decorrer da leitura das publicações que remeteram ao *corpus*, percebeu-se a ausência de trabalhos que atribuíssem a formação docente uma concepção da epistemologia da práxis. Todavia, no presente trabalho, como também verificado em Silva (2018), assume-se o pressuposto segundo o qual a epistemologia da práxis é uma concepção de ensino e de aprendizagem em que a pluralidade, a criticidade, a colaboração e a formação humanizadora estão presentes no compromisso da formação do sujeito.

De acordo com Saviani (2007, p. 152), “apenas o ser humano trabalha e educa”, logo é inerente ao homem a capacidade de entender e promover mudanças no meio à sua volta, principalmente objetivando sua melhoria e qualidade de vida.

Ademais, no que tange às recorrências, a concepção de formação de professores mais preponderante no *corpus* é a da epistemologia da prática (D₃, D₅, D₇, D₁₂, D₁₃, D₁₇, D₁₈, D₂₀, D₂₁, D₂₂, T₁, T₄, T₅, T₇, T₈, T₉, T₁₁). Outra temática recorrente é a do uso de tecnologias, em especial, sob a vertente do construcionismo (D₁, D₂, D₄, D₈, D₁₀, D₁₁, D₁₄, D₁₅, D₁₆, D₁₉ e T₂).

Nas subseções a seguir, discorre-se sobre a concepção de formação que é mais recorrente nos trabalhos e sobre o uso de tecnologias nas pesquisas sobre a formação de professores de matemática e o CDI

3.1.1 Oscilações entre a racionalidade técnica e epistemologia da prática na formação do professor de matemática

As publicações referentes ao *corpus* estão alinhadas com a visão de formação de professores centrada na resolução de problemas e no formalismo matemático. Para Allevato e Ferreira (2013), tal abordagem, pautada em modelos baseados na perspectiva técnica, atende a uma lógica tecnicista em que a preocupação está centrada na formação de um sujeito apto ao mercado de trabalho, mas não necessariamente, há preocupação em tornar esse estudante em um sujeito crítico e pensante.

Essa abordagem centrada na técnica e no reducionismo da Matemática é vista de forma limitada e não contribui expressivamente ao processo de emancipação do indivíduo em formação (CEDRO; MOURA, 2017). Compreende-se, deste modo, esse modelo reducionista da Matemática centralizado no formalismo é um elemento considerável para manter e propagar o modelo (re)produtivista intrínseco à sociedade moderna. Assim, corrobora-se também com Megid (2013) ao refletir com a insuficiência na apropriação do conhecimento por parte dos estudantes de Matemática, quando são conduzidos sob a égide do formalismo matemático.

Um dos aspectos essenciais do processo formativo do professor que ensina matemática refere-se ao conhecimento matemático. De um modo geral, percebemos que as propostas formativas no âmbito da licenciatura, em sua grande maioria, perdem a eficácia, pois não conseguem promover uma mudança no conhecimento matemático do professor. Assim, podemos nos perguntar: como podemos pedir ao professor que mude as suas práticas pedagógicas se a perspectiva de conhecimento matemático apropriada por ele fundamenta-se numa visão utilitarista e reducionista da matemática? (CEDRO; MOURA, 2017, p. 87).

Além disso, aos estudantes coube um papel de receptor de conceitos e definições, além de algoritmos de resoluções. Percebeu-se a intencionalidade em qualificar o aprendizado gratificante do estudante mediante o algoritmo utilizado na resolução fortemente presente, bem como a incidência do trabalho como fim em si mesmo. Em Bezerra (2016, p. 75), observa-se essa concepção a partir da afirmação da pesquisadora:

Cabe ao professor dominar o conhecimento científico matemático e repassar aos seus estudantes da melhor forma possível. Para tal, nossa pesquisa mostra que para o professor é essencial limitar seu papel em sala de aula e entender que o conteúdo matemático deve ser centrado, limitado e repassado aos alunos a partir de sua visão e limitação quanto professor. Assim, caberá ao seu estudante aprender aquilo que seu professor entende ser o primordial em cada tópico a ser ensinado.

Essa visão em que a concepção do formalismo matemático está alicerçada em professores conteudistas, também, foi observado em Vidigal (2007), em que se lê:

A tarefa do professor em conduzir seus alunos ao conhecimento da integral está baseado em sua concepção de conseguir mobilizar seus alunos a conhecer e dominar as estruturas de resolução e visualização de uma integral. Aos alunos, cabe o papel dominar as técnicas de resolução dessas integrais a partir de suas análises operacionais e estruturais (VIDIGAL, 2007, p. 78).

De acordo Silva (2018), deveria se superar o reducionismo e possibilitar ao estudante sua formação universal a partir de questões que envolvem política e prática social do sujeito. Superar essa concepção da epistemologia da prática é um processo de superação do caráter de uma formação tradicionalista posta pela classe dominante, como sendo a ideal na formação do professor de matemática. Esse processo é lento e complexo e a busca por um ensino e uma aprendizagem com viés crítico e omnilateral deve agregar na ação docente uma prática que vai além da sua reflexão. Nessa visão, Silva (2018, p. 10) analisa que:

Especificamente sobre a formação docente, assiste-se, desde 1990, às reformas dos cursos de Licenciatura, vinculadas às amplas mudanças educacionais em curso, trazendo em geral para o trabalho do professor as novas características do trabalho. Tais propostas que têm sido implementadas nos cursos de Licenciaturas evidenciam

uma alteração epistemológica na concepção de formação de professores, com maior evidência a prática imediata.

Essa crítica latente nos faz refletir que a epistemologia da prática é uma grandeza diretamente proporcional à concepção de formação dos professores de matemática, visto que as reformas têm um viés imediatista e positivista como prática dominante nos cursos de licenciatura (SILVA, 2018; ALARCÃO, 2005). Essa concepção do professor reflexivo apoiado em sua própria epistemologia da prática foi observada em Escarlata (2008, p. 81):

A partir da nossa pesquisa, entendemos que é função do professor de Matemática questionar a si mesmo sobre a aprendizagem de seus alunos sobre a integral. Esses questionamentos devem levar o professor a refletir sobre a sua prática e como pode ser relevante à formação do seu aluno e a capacidade de resolver problemas de integral. Esse processo é intrínseco ao professor e deve ser contínuo a partir que surge as dificuldades de aprendizagem.

Ainda nessa ótica do professor centrado em sua própria prática, Aléssio (2019, p. 35) trouxe em sua pesquisa que:

O Cálculo tem uma importância considerável na formação do professor de Matemática na Educação Básica. Essa importância deve estar sempre relacionada com a capacidade que esse professor tem de estar sempre refletindo sobre sua própria prática em sala de aula a partir do entendimento que cada turma possui suas vertentes e necessidades comuns.

No *corpus*, foi recorrente encontrar trabalhos que estiveram centralizados na formalidade e no rigor matemático em que a prática pela prática ou a relevância exacerbada na transmissão dos conteúdos de CDI fossem predominantes.

Entretanto, Silva (2018) cita que a falta de uma formação teórica robusta somada à falta de autonomia dos professores, além da imposição da classe dominante às políticas educacionais resultam em práticas docentes cada vez mais centradas na epistemologia da prática. Para a autora, essa formação é limitada e vazia de conteúdo, pois está centrada no imediato.

Ainda nesse contexto, fundamenta-se no mesmo ponto de vista trazido por Silva (2018), considerando que o recuo da teoria em detrimento da prática docente não consolida uma formação docente com os conhecimentos teóricos necessários para o professor desenvolver bem o seu trabalho. Nessa concepção do professor reflexivo, o que enaltece o trabalho docente é a sua prática em sala de aula.

Contreras (2012, p. 119) também tece suas críticas ao professor reflexivo ao contrapor Shön (1992) em que “o conhecimento não precede a ação, mas, sim, está na ação”.

Nesse contexto, o conhecimento é ligado à ação do professor em sua atividade de regência e pode ser modificada à medida que situações inesperadas vão surgindo.

Olhar para essa concepção e entender suas limitações é, em alguma medida, alinhar ao pensamento de Alarcão (2005, p. 48), ao apontar algumas críticas a respeito do idealizador dessa concepção. Segundo a autora, “é de se estranhar que os interesses de Shön não se têm centrado na formação de professores e ele não tem publicações de livros ou artigos em revistas sobre essa temática”. Ainda para a autora, houve uma aceitação aos pressupostos de Shön (1992), pois à época, ele criticava o sistema da racionalidade técnica posta na educação profissionalizante. Com efeito, ele propôs “uma epistemologia da prática em que se tenha como ponto de referência as competências subjacentes à prática dos bons profissionais” (ALARCÃO, 2005, p. 43).

Duarte (2004) e Alarcão (2005) complementam suas críticas ao professor reflexivo, pois a prática reflexiva do professor não deve ser apenas em sua prática, mas também deve agregar valores que sobressaem a limitação da racionalidade técnica ou da reflexão da prática docente. A lógica de que o professor é o responsável pelo ensino remete a si a responsabilidade de refletir sobre a sua própria prática docente.

Magalhães (2019) ressalta ainda que o professor reflexivo não permite que esse mesmo professor tenha a possibilidade de converter seu conhecimento epistemológico em um posicionamento político, proporcionando ao professor a liberdade de questionar seu próprio papel quanto docente, além de seus valores e visão da realidade oriundas do seu trabalho.

Em uma reflexão própria do autor desta tese, a propósito do nosso objeto de estudo, visando compreender a formação posta nos cursos de formação do professor de matemática em que o imediatismo é mais importante, questiona-se o “por quê estou estudando CDI”. E como bem descreve Lefebvre (1983), limitar o conhecimento a formas de ensinar é entender que o pensamento é pontual e imutável e, com isso, não há a necessidade de superação dos fenômenos que emergem no processo de ensino e de aprendizagem. Nesse bojo, limitar o ensino do CDI é minimizar sua importância na formação do professor de matemática.

Entende-se que o trabalho docente deve proporcionar aos seus estudantes condições que facilitem a apropriação do conhecimento oriundos da própria humanidade, e não somente nos aspectos limitados e fracionados. Para Saviani (1991, p. 21)

O trabalho educativo é o ato de produzir, direta e intencionalmente, em cada indivíduo singular, a humanidade que é produzida histórica e coletivamente pelo conjunto dos homens. Assim, o objeto de educação diz respeito, de um lado, à identificação dos elementos culturais que precisam ser assinalados pelos indivíduos da espécie humana

para que eles se tornem humanos e, de outro lado e concomitantemente, à descoberta das formas mais adequadas de atingir esse objetivo.

Segundo o autor, esse ato de educar não é possível quando a concepção que permeia uma formação limitada em que o formalismo e o reducionismo se sobrepõem à intencionalidade de uma formação em que o homem possa se tornar um ser humano crítico, integral e humanizado.

Todavia, a intencionalidade do professor está limitada às exigências e imposições do capitalismo. Nesse caso, limita a forma dos professores dominarem a técnica de resolução de problemas e não permite que entendam o motivo pelo qual estão a resolvê-los. Outra recorrência no *corpus* são as publicações que evidenciam a centralidade no uso das TICs para o ensino e a aprendizagem do CDI, a ser discutida na subseção abaixo.

3.1.2 As tecnologias e a visão construcionista acerca das pesquisas em formação de professores de matemática no ensino de CDI

O uso das tecnologias em sala de aula é uma necessidade do capital em manter uma classe sobreposta a outra. Assim, a potencialidade tecnológica tem crescido exponencialmente em sala de aula, mas não há elo associado à utilização do bem comum e seu comprometimento com as classes menos favorecidas. Nesse contexto, apresenta-se ao leitor, nesta subseção, um olhar sobre essas tecnologias em sala de aula na visão construcionista a partir do objeto da presente pesquisa e das publicações que compuseram o *corpus* da pesquisa.

A principal contradição que a concepção marxista tradicional de socialismo/comunismo deveria resolver é aquela entre o aumento inacreditável nas forças produtivas (amplamente entendidas como capacidades e potencialidades tecnológicas) e a incapacidade do capital de utilizar essa produtividade para o bem-estar comum, em razão de seu comprometimento com as relações de classe vigente e seus mecanismos associados de reprodução, dominação e controle de classes (HARVEY, 2016, p. 102-103).

No final do século XX, mais precisamente em 1998, impulsionada pela enxurrada de pesquisas nessa concepção, os Parâmetros Curriculares Nacionais (BRASIL, 1998, p. 43) asseveram que:

O uso dessas tecnologias traz significativas contribuições para se repensar o processo de ensino-aprendizagem da Matemática à medida que: relativiza a importância do CDI mecânico e da simples manipulação simbólica, uma vez que por meio de instrumentos esses CDIs podem ser realizados de modo mais rápido e eficiente; evidencia para os alunos a importância do papel da linguagem gráfica e de novas formas de representação, permitindo novas estratégias de abordagem de variados problemas; possibilita o desenvolvimento, nos alunos, de um crescente interesse pela realização

de projetos e atividades de investigação e exploração como parte fundamental de sua aprendizagem; permite que os alunos construam uma visão mais completa da verdadeira natureza da atividade matemática e desenvolvam atitudes positivas frente ao seu estudo.

Malaquias (2019) trouxe uma reflexão de que a proposta construcionista, nomeadamente a de que “seres-humanos-com-mídias” limita o professor à reflexão de sua própria prática docente e aos imediatismos que sua reflexão o conduz. Assim, as pesquisas que compuseram o *corpus* da presente pesquisa trouxeram em suas análises uma preocupação de trazer em suas metodologias com o objetivo de auxiliar o estudante e o professor na construção e/ou visualização gráfica. Nesse contexto, Silva Neto (2006, p. 39) afirma que:

Nossa pesquisa traz um recorte de que o uso do software Winplot nas aulas de Limites possibilita ao professor e ao aluno uma possibilidade real da visualização gráfica de funções reais, sejam contínuas ou não, além de possibilitar ao aluno um entendimento maior de como essas funções são criadas a partir do uso do computador, fazendo com que o professor seja um intermediador da construção do conhecimento do seu aluno.

Fazer o uso de tecnologias em sala de aula exclusivamente para visualização gráfica nos faz refletir à seguinte pergunta: o processo continua sendo no formalismo matemático e o uso da tecnologia veio apenas para “ver” o gráfico mais “harmonizado” na tela do computador?

Na lógica do capital e nos países capitalistas há um investimento maciço em tecnologia. Com a globalização, criam-se as condições de divulgar o ideal capitalista para o mundo todo (KLEINE; LOPES, 2013). Então, pensar em tecnologia na educação, é entender o poder econômico imerso no sistema educacional e entender que essa intencionalidade iniciada no século XX está ligada ao surgimento das grandes empresas de tecnologia estadunidense: Microsoft, em 1945, *International Business Machines* (IBM), em 1911, Apple em 1976 e Intel, em 1968 (HUXLEY, 2003).

Foi nesse mesmo século que se desenvolveu no mundo ocidental a “IV Revolução Industrial”, chamada também de “Revolução da Tecnologia”. Para Vicentino (2011), tal “revolução” foi marcada pela inserção na sociedade dos sistemas de tecnologia como a inteligência artificial, robótica, automação, internet e todos os modelos de produção em que a informática o papel do homem foi minimizado.

Com a tecnologia imersa nos mais diversos segmentos da sociedade, percebe-se primeiramente que as escolas foram dotadas de computadores nas salas da direção e da secretaria e se tornou inevitável a inserção direta no processo de ensino e de aprendizagem (KLEINE; LOPES, 2013). Esta imposição das tecnologias em sala de aula é intencional e desenvolvida pelos organismos multilaterais.

Aumentar o entendimento tecnológico da força de trabalho incorporando as habilidades tecnológicas ao currículo – ou a abordagem de alfabetização tecnológica; aumentar a habilidade da força de trabalho para utilizar o conhecimento de forma a agregar valor ao resultado econômico, aplicando-o para resolver problemas complexos do mundo real – ou a abordagem de aprofundamento de conhecimento; aumentar a capacidade da força de trabalho para inovar e produzir novos conhecimentos – ou a abordagem de criação de conhecimento (UNESCO, 2009, p. 6),

Em Echalar (2015), reforça-se a percepção de reduzir o trabalho docente e sua força de trabalho simplesmente na habilidade de manusear as TICs faz parte das intencionalidades dos organismos que ditam as regras da educação no sistema capitalista, visto que tal conduta fomenta o adensamento da cadeia produtiva.

Segundo Harvey (2016), os mecanismos econômicos do capital sempre ditaram os rumos da sociedade e, de forma inevitável, não seria diferente na educação. Para ele, a inserção das tecnologias nos mais diversos setores da sociedade é a exigência de uma camada dominante que, para obter cada vez mais lucro, impõe condições por meio de justificativas de desenvolvimento. Isso porque essa tecnologia em sala de aula na sociedade do capital tem um viés instrumentalista. Já na visão de Malaquias (2019, p. 29), servem como “recurso para superação das dificuldades de aprendizagem de conteúdos matemáticos”. Para a autora, pensar a tecnologia nesse viés é limitá-la em sua importância e reduzi-la apenas à prática em detrimento da teoria.

Segundo Miranda (2010, p. 62), o uso das tecnologias em sala de aula se torna inevitável:

Cada vez mais veremos as tecnologias em sala de aula com o objetivo de fazer com que os estudantes de CDI tenham cada vez mais o seu próprio domínio na construção do conhecimento matemático. O papel do professor não deve ser mais visto como dominante, mas de mediador da construção do conhecimento de seu aluno. E nesse caminho, o uso das tecnologias em sala de aula é essencial para alcançar a autonomia de aprendizado do estudante.

Silva Neto (2006, p. 36) segue um raciocínio semelhante:

Na sua prática em sala de aula, o professor deve sempre buscar uma reflexão de suas aulas, de seus resultados e do caminho que quer trilhar. Desta forma, os professores podem adicionar estímulos auxiliares, como por exemplo a utilização de computadores e exemplos de aplicação, formando, assim, um elo entre o aluno e sua aprendizagem e que, com o desenvolvimento do processo, essas relações antes mediadas, passam a ser diretamente utilizadas pelo aluno (SILVA NETO, 2006, p. 36).

Para Echalar (2015), uma formação de professores baseada no instrumentalismo, fragmenta e limita a formação do professor, pois dicotomiza a unidade teoria e prática, o ensino

e a aprendizagem e, conseqüentemente, a unidade trabalho e formação. Entender que a prática não tem fim si mesma e que a forma também é vazia sem conteúdo é o pressuposto que fundamenta a compreensão dialética.

Compreende-se, assim, que a influência e exigência do capitalismo na educação se dá pelo reconhecimento que as instituições educacionais estão imersas nos interesses da classe dominante e, com isso, acarreta o predomínio de uma formação pontuada na resolução de problemas e não adaptam o sujeito há formação autônoma necessária no processo de humanização. De acordo com Malaquias (2019, p. 63), o construcionismo

defende uma concepção de formação de professores de matemática para o uso de tecnologias que valoriza o conhecimento tácito em detrimento do conhecimento científico e que tem como objetivo a formação de habilidades e competências requeridas pela “sociedade do conhecimento”. Como consequência, a discussão sobre a realidade concreta do trabalho do professor passa a ser um tema secundário.

Portanto, a inserção das tecnologias em sala de aula acaba recebendo uma valorização inversamente proporcional à realidade do trabalho docente. Nesse bojo, corrobora-se com Alves Filho e Echalar (2022), ao analisarem que as tecnologias ganham centralidade no processo de ensino e de aprendizagem.

Essa intencionalidade da centralização das tecnologias em sala de aula é inerente à lógica do consumo do capital. Ao inserir as tecnologias, “os capitalistas adaptam e reformulam o *hardware*, o *software* e as suas formas de organização (HARVEY, 2016, p. 103). Nota-se que o foco está na forma de como é utilizada em sala de aula como um aparato de auxílio ao professor, alienando o estudante dos seus próprios contextos sociais. A centralidade na aprendizagem do estudante e sua capacidade de entender a forma como a tecnologia é utilizada em sala de aula é vista como eficiente e suficiente na formação do professor.

Alves (2010, p. 49-50) relata a importância do uso do GeoGebra na aprendizagem dos alunos

É certo que as tecnologias estão postas para auxiliar o professor no ensino da Cálculo. Mas sua importância na aprendizagem independente dos estudantes é vital. Assim, cabe ao professor a inserção das tecnologias em sala de aula para promover ao seu aluno a capacidade de ampliar suas formas de aprendizado.

Em outra pesquisa, Ricaldoni (2014, p. 37) foi mais enfático quanto ao uso das tecnologias:

O uso das tecnologias nas aulas de Cálculo serão, em um futuro não muito distantes, exclusivamente por meio de computação. Assim, o professor deve o quanto antes se atualizar e entender que seu papel em sala de aula será de condução da construção do

conhecimento dos seus alunos. Caberá aos estudantes o conhecimento das técnicas repassadas pelo seu professor para resolução e visualização dos problemas do CDI.

Verifica-se, na leitura dos trabalhos que compuseram o *corpus* da presente pesquisa, que a preocupação central está na utilização da tecnologia em sala de aula para “resolver” problemas de ensino e/ou aprendizagem do CDI. Entretanto, corrobora-se com Vieira Pinto (1979), ao entender que o trabalho alienado é associado ao trabalho que é executado mecanicamente.

Nesse contexto, colocar o aluno para resolver problemas com o uso de tecnologias que outrora eram resolvidos no papel é continuar na alienação, haja vista que o estudante ainda é alienado, pois em sua essência, o formalismo e a racionalidade técnica ainda se torna latente e, em conformidade com Alves Filho e Echalar (2022), observa-se que esse avanço tecnológico não está ao alcance de todos e o professor deve ter a sensibilidade de perceber essa singularidade em seus estudantes. Nessa tangência, corroboram com Harvey (2016) destacando que essa inserção das tecnologias está relacionada ao consumismo, deixando os estudantes alienados ao modo produção.

A pontualidade e análise das tecnologias como um aparato imediatista na resolução de problemas pontuais no processo de ensino e de aprendizagem é visto em Bezerra (2015, p. 21):

A utilização de ferramentas tecnológicas pelo professor possibilita ao aluno aprender e construir seu conhecimento em qualquer lugar e qualquer hora. O aluno passa a ser o responsável pelo seu aprendizado a partir dos comandos oferecidos pelo seu professor. Assim, cabe ao professor disponibilizar as ferramentas e ao aluno as formas de entender como ela é utilizada.

Nota-se que o professor não tem a intenção de entender a realidade do seu aluno e as condições que ele possui para adquirir (ou não) as ferramentas disponibilizadas. Entretanto, o construcionismo é uma tendência que está cada vez mais latente nas salas de aula para aumentar sua eficácia e produtividade para gerar lucro (HARVEY, 2016). Assim, caberia ao estudante procurar formas de adquirir a tecnologia disponibilizada pelo professor, mesmo sem ter as condições necessárias e suficientes.

Nesse contexto, deve-se analisar que, por ser uma condição do capital, essa vertente não é recente. Proposto por Seymour Papert¹¹ (1828 – 2016) no final do século XX e início do século XXI, tem como base a construção do conhecimento a partir da realização de uma ação

¹¹ Seymour Papert, matemática sul-africano naturalizado estadunidense, nascido em 1 de março de 1928 na cidade de Pretória e falecido em 31 de julho de 2016.

que pode ser realizada por meio de um computador e que seja restrito ao interesse de quem o produz (PAPERT, 1994). Essa concepção na formação do professor de matemática é compreendida a partir da relação aluno-máquina e, a partir dessa relação, o aluno é capaz de produzir seu próprio conhecimento. Discípulo de Piaget¹², vivenciou o desenvolvimento dessas tecnologias e, assim como o suíço, entendia que todo ser humano é inato e não necessita da relação com outros indivíduos para se constituir homem. Para ele, o aluno é capaz de subsidiar seus próprios conhecimentos a partir da interação homem-máquina. Entretanto, para que essa relação seja satisfatória, é necessário haver uma linguagem de programação ou, simplesmente, *softwares*.

Segundo Valente (1993), com essa concepção aluno-computador mediada por uma linguagem de programação, Papert foi um dos idealizadores do desenvolvimento da linguagem LOGO¹³, pela qual o aluno aprende com seus erros em um jogo de desenhar e pintar. Nessa relação inata de aluno-computador, passou a pregar o uso da tecnologia como facilitador de aprendizagem. E de acordo com a concepção construcionista trazida por Rezende (2003), o estudante é capaz de aprender a partir da interação com a máquina.

A nossa pesquisa está em sintonia com a noção de seres-humano-com-mídias como um norteador para a produção do conhecimento com o intuito de entender a partir das atividades desenvolvidas no *Winplot*, como está a aprendizagem dos alunos a respeito da função composta e da regra da cadeia. Além do mais, entender como essa prática pode agregar mais conhecimento ao aluno e ao professor (ESCHER, 2011, p. 86).

Em Escher (2011, 78), essa concepção é vista da seguinte forma:

A tecnologia está inserida em todos segmentos da sociedade. Na medicina, um médico consegue fazer uma cirurgia à distância. Na aviação, o piloto nem precisa mais estar no comando. É inevitável que em sala de aula o professor seja cada vez menos necessário e o aluno tenha cada vez mais a independência de aprender interagindo com o computador.

Essa visão é corroborada em Santos (2012, p. 46) ao afirmar que:

As tecnologias possibilitam ao aluno a construção de seu próprio conhecimento a partir das possibilidades apresentadas pelo professor. Assim, propomos que o aluno possa estudar e aprender com seu computador à distância, visto que a construção e a interpretação dos gráficos é de sua responsabilidade. Cabe ao professor apenas a condução desse processo...

¹² Jean Piaget, psicólogo suíço e fundador da epistemologia genética, nascido em 9 de agosto de 1896 e falecido em 16 de setembro de 1980.

¹³ Linguagem de programação criada em 1967 com o objetivo de fazer a criança comandar as ações de um robô em forma de tartaruga.

Machado (2016) citou em sua pesquisa de mestrado que essa relação aluno-computador no processo de aprendizagem está se tornando cada vez mais frequente nas pesquisas em Educação Matemática e a independência do aprendizado do estudante está se tornando cada vez mais latente. Contudo, o mesmo pesquisador atentou para a problemática de que alguns de seus estudantes não possuíam os aparatos tecnológicos suficientes e necessários para essa independência e, para minimizar esse fato, desenvolveu as atividades pedagógicas de sua pesquisa em duplas.

Uma crítica importante a essa concepção está no próprio fato de que não pode haver interação entre o homem e a máquina, pois as máquinas não interagem e não se relacionam entre si (MALAQUIAS, 2019). Porém, é cada vez mais frequente filósofos matemáticos contemporâneos do século XXI se tornarem adeptos dessa concepção (AMARAL, 2006; BARUFI, 1999; BORBA; PENTEADO, 2010).

Concorda-se com Cedro e Moura (2017), que destacaram o fato segundo o qual o desafio na formação de professores está em promover um salto qualitativo das suas próprias concepções de mundo e da sua inserção nesse processo como um sujeito que entende e percebe seu papel no contexto histórico da humanidade.

Objetivar o trabalho docente na técnica operacional é limitar o professor em sua totalidade e, por conseguinte, o futuro professor na sua formação inicial. Para nós, o trabalho é o fator predominante na sua concepção de homem e sua concepção de totalidade não pode ser limitada a concepção construcionista. Segundo Maar (1992), essa limitação da totalidade na formação do professor pode ser considerada uma pseudoformação ou uma semiformação.

Observa-se que a formação do professor fundamentada no construcionismo pode viabilizar que a formação do professor esteja, em certa maneira, ligada ao consumismo de algum produto. Em sua ótica, porém, Lukács (1979, p. 168) salienta também que é possível viabilizar que “pelo desenvolvimento da forma mercadoria em forma de dominação efetiva da sociedade como um todo” (LUKÁCS, 1979, p. 168).

Na próxima seção, apresenta-se uma reflexão da formação do professor de matemática a partir da concepção dialética em que a formação desse professor está relacionada com a sua epistemologia da práxis e os pressupostos que essa concepção traz.

3.2 A formação do professor de matemática para o ensino de CDI a partir da epistemologia da práxis

Contreras (2012, p. 174) afirma que um profissional intelectual-crítico permite ao professor “entender seu trabalho como tarefa intelectual, em oposição às concepções puramente técnicas ou instrumentais”. Para ele, é a partir dessa formação que o docente possui uma formação teórica, ética e política, possibilitando a ele uma formação crítica sobre a sua própria prática, analisando as condições sociais e históricas, problematizando o seu caráter político como um sujeito capaz de ser um transformador social.

Assim, entende-se que a prática do professor deve estar permeada com uma visão crítica relacionada com experiências da vida diária, ou seja, que os processos de transformação do sujeito devem possibilitar maneiras de interpretar a visão de mundo e sociedade a qual estão submetidos (SILVA, 2018; CONTRERAS, 2012). Nesse bojo,

(...) entende-se que os docentes têm por obrigação tornar problemáticos os pressupostos por meio dos quais se sustentam os discursos e valores que legitimam as práticas sociais acadêmicas, valendo-se do conhecimento crítico do qual são portadores, com o objetivo de construir um ensino dirigido à formação de cidadãos críticos e ativos (CONTRERAS, 2012, p. 174-175).

Corroborando com o autor, entende-se que a partir da formação intelectual-crítica, o docente é visto como intelectual transformador e não mais como um profissional transmissor de conteúdos. Nessa concepção, o professor tem a finalidade de reconstruir e explicar as formas nas quais a razão é mostrada e possibilitar um caminho da razão ao sujeito emancipador.

Todavia, essa concepção não deve ser vista como um processo sem orientação ou alienado na prática docente. Muito pelo contrário, entende-se que ela deve ter um propósito bem definido em que o docente se posiciona muito claramente diante dos problemas e situações que deve atuar para incluir sua análise como problema que tem uma origem social e histórica. Assim, considera-se que um profissional intelectual-crítico busca compreender como essa prática vincula-se com a ação que pretende estabelecer, sob quais relações sociais para realizar e, sobretudo, quais interesses servir na construção social (SILVA, 2018; CONTRERAS, 2012).

Pensar nessa formação de um profissional intelectual-crítico é entender que o docente possui um papel que supera a sua racionalidade técnica e sua prática reflexiva. Entende-se que uma formação centrada na epistemologia da práxis avança na proposta formativa do trabalho docente, pois orienta a produção do conhecimento no entendimento que o sujeito possui um papel no mundo social (SILVA, 2018; MAGALHÃES, 2019).

A educação tem um papel importante não apenas na formação do professor, mas também na formação integral do sujeito. Pensar na educação, é entender que o estudante não é repositório de conteúdo ou uma máquina de resolução de exercícios. Compreender a formação do professor de matemática na relação com o CDI é refletir na unicidade da relação teoria e prática. No caso do CDI, é preciso trabalhá-lo de maneira produtiva para além de sua aparente inutilidade. Ademais, trabalhar na educação a questão humanizadora para Rigon, Asbahr e Moretti (2016, p. 16) é saber que:

As dimensões do ensinar e do aprender perpassam temas polêmicos presentes no cotidiano de educadores como, por exemplo, aptidões, motivações, prazer, disponibilidade para aprendizagem, entre outros. O que pode favorecer a aprendizagem? Há ações didáticas mais eficazes que outras? O que as justifica?

Tais perguntas orientam as mais diversas pesquisas em Educação Matemática e, de acordo com o *corpus*, percebe-se que todas elas trazem algum favorecimento a aprendizagem a partir da justificativa das pesquisas. Entretanto, essas “soluções” apontadas nas publicações são pontuais em turmas e estudantes específicos, sendo pretencioso generalizá-las a todas as turmas e em todos os cursos de formação.

Centralizar a aprendizagem do estudante de CDI em resoluções de problemas ou na demonstração de teoremas e axiomas é limitar sua própria formação enquanto professor, sendo que, Segundo Allevato e Ferreira (2013), entender que uma abordagem com viés positivista, no qual o professor aplica os conhecimentos e os estudantes são os receptores acarreta uma formação limitada e pontual. Assim, tem-se que:

Ao abordar o tema Resolução de Problemas, é preciso que se tome em conta que ele é indissociável da própria História da Matemática e, desse modo, possui raízes profundas que, embora tenham relevância na compreensão de seus aspectos essenciais, merecem ser repensadas, em função de novas demandas que a sociedade atual apresenta à formação dos cidadãos e às instituições educacionais (ALLEVATO; FERREIRA, 2013, p. 107).

Para Ríbnikov (1987), Malaquias (2019) e D’Ambrósio (1993), o Estado possui suas necessidades que vão emergindo de acordo com a devida importância que o próprio Estado confere a um problema científico. Desta forma, a busca por compreender a totalidade desse fenômeno é analisar as nuances da concepção de formação do professor de matemática sob a influência do modo de produção latente nos cursos de licenciatura. Compreender essa influência do capital na educação, seus benefícios à classe dominante em detrimento dos malefícios à classe dominada é entender o porquê da formação do professor de matemática estar cada vez mais instrumentalizada e centrada na forma do ensinar CDI.

Na formação de professores, a exigência ou a intencionalidade cada vez mais exacerbada do uso das TICs nos remete à criticidade em virtude do acesso à informação em localidades em que escolas e alunos não possuem acesso à internet, laboratório de informática ou equipamentos próprios de acesso à informação (KLEINE; LOPES, 2013). Essa mercantilização perpassa pelo uso das TICs em sala de aula o que torna cada vez mais tecnicista e imediatista o ensino do CDI no curso de formação de professores de matemática.

Powell (2013) e Megid (2013) asseguram que as pessoas estão cada vez mais propícias a não medirem esforços para se adequarem à lógica do sistema educacional. Essa adesão viabiliza que “o fato de alguns seres humanos se apropriarem da força de trabalho de outros e a explorarem é característica antiga da civilização humana” (HARVEY, 2016, p. 73). Ou seja, alienar o trabalhador dos meios de produção e induzi-lo a obter as mercadorias que lhe são exigidas, tornando mero consumidor.

Entender o CDI na formação do professor de matemática é compreender que sua concepção está além do formalismo, reducionismo e do construtivismo, mas sua compreensão está na sua concepção e desenvolvimento no decorrer da história da humanidade. Para Vázquez (2011), a prática em si só não tem sentido e forma se torna vazia sem conteúdo. Assim, deve-se refletir sobre qual a finalidade do CDI na formação do professor de matemática? E, qual a finalidade do CDI nas áreas de conhecimento em que é utilizada como ferramenta de aplicação?

Essas reflexões, por si só, são robustas e carecem de estudo e pesquisa aprofundada. Entretanto, refletindo à luz dos referenciais adotados, como Costa (2008) e Contreras (2012), e a partir da análise das publicações que compuseram o *corpus* da presente pesquisa, aponta-se que o CDI, no curso de formação de professor de matemática, possui um caráter imediatista em que predomina a intencionalidade de resolução de problemas do campo do imediato.

A intencionalidade corroborando com as exigências do capitalismo, no qual a alienação do sujeito é um dos pilares de sustentação desse modo de produção, resultam na fragmentação entre os sujeitos partícipes desse processo. Para Marx e Engels (2001, p. 98)

[...] as forças produtivas aparecem como totalmente independentes e separadas dos indivíduos, como um mundo apartado ao lado deles [...] uma totalidade de forças produtivas que adquiram como que uma forma objetiva e que, para os próprios indivíduos, não são mais suas próprias forças, mas as da propriedade privada.

A partir do momento em que o trabalho não pertence ao professor, mas à propriedade privada (a classe dominante), o trabalho passa a ter fim em si mesmo. Prevalece, deste modo, a concepção do formalismo e do reducionismo, pois são formas de ensinar o CDI que exemplificam o trabalho do professor com um fim em si mesmo. Esse fato é entendido por

Harvey (2016), ao afirmar que as mudanças tecnológicas do capital contribuem para a lucratividade de vários agentes e instituições que se aproveitam por serem a classe dominante para impor ao menos favorecido condições e exigências para ser inserido no contexto do ensino a partir do uso das tecnologias.

Isto posto, salienta-se que a tecnologia não é inovadora em si e que esse caráter inovador está relacionado à forma como os estudantes fazem uso dela e, de acordo com Alves Filho e Echalar (2022, p. 11) “centrar a tecnologia é uma contradição eminente em relação ao próprio referencial teórico”. Nesse caminho, foi mostrado ao leitor a importância da coletividade na construção e apropriação do conhecimento. Fato que contrapõe a concepção da epistemologia da prática, com viés tecnocêntrico, no qual o aluno seria capaz de aprender, desenvolver e construir seu próprio conhecimento.

No contraponto ao evidenciado, de acordo com a teoria histórico-cultural, o processo de humanização se dá a partir das atividades humanas no decorrer da sua história que são apropriadas pelas gerações subsequentes, como destacados por Rigon, Asbahr e Moretti (2016, p. 21), a seguir:

O homem singular (o indivíduo) humaniza-se, torna-se parte do gênero humano (universalidade) ao produzir-se a si mesmo por meio do trabalho, entendido como um processo de que participam o homem e a natureza, processo em que o ser humano, com sua própria ação, impulsiona, regula, e controla seu intercâmbio material com a natureza (RIGON; ASBAHR; MORETTI, 2016, p. 21).

Nesse aspecto, verifica-se que o homem, enquanto indivíduo, se humaniza a partir da sua relação com o trabalho e, como grandezas inversamente proporcionais, lhe é imputada uma visão reducionista do CDI em técnica e a formalidade matemática. Sendo assim, é cediço considerar que compreender as concepções de formação do professor de matemática na relação com o CDI nos faz refletir sobre o produto da atividade educativa – a aula.

A aula é o próprio trabalho pedagógico, e seu produto não se restringe ao ato de aprender, pois o aprendido permanece para além desse ato. O estudante não é mero consumidor da aula, mas também objeto de trabalho, já que é sobre ele que incide o trabalho do educador e, nesse processo, transforma-se não só no momento da aula, mas para além dela. (RIGON; ASBAHR; MORETTI, 2016, p. 35).

Ressalta-se que o ato de aprender não pode ser restrito à sala de aula. A formação do estudante deve ser vista além de um simples consumidor de conteúdos, mas a sua formação deve lhe proporcionar uma educação humanizadora, que possibilite ao estudante uma formação mais holística a partir de organizações didáticas que favoreçam o querer aprender.

Assim como abstraído de Cedro e Moura (2017), corrobora-se com a vertente segundo a qual deveria ser inerente à sua formação o desejo de despertar no estudante o querer aprender. Que seu papel em sala de aula é bem maior que ensinar seus estudantes a resolver listas de exercícios ou demonstrar teoremas. Segundo os autores, quando é proporcionado ao estudante essa possibilidade, o aprendizado se torna para a vida toda.

A formação integral dá um sentido mais amplo ao ato de aprender e ensinar. Nesse bojo, ela é feita por pessoas que são humanas, que possuem uma realidade ontológica e que carecem de relações que sejam capazes de apreender conceitos e reelaborá-los a partir de suas realidades. Contudo, esse processo é muito mais amplo que o simples ato de transmitir conteúdo ou fracionar o processo no reducionismo e tecnicismo. Segundo Rigon, Asbahr e Moretti (2016, p. 39):

O professor em atividade não desenvolve uma atividade alienada. Isso implica que o trabalho pedagógico caracteriza-se pela relação direta com o conhecimento. Ao agir intencionalmente, desenvolvendo ações que visam favorecer a aprendizagem de seus estudantes, o professor objetiva em sua atividade o motivo que o impulsiona. Por outro lado, se desenvolve ações determinadas por terceiros e que não são para ele respostas à sua necessidade de ensinar, aliena-se ao romper com a unidade dialética entre o motivo de sua ação e o produto a ser objetivado

Em contraponto à sociedade do capital, seguindo a visão de Silva (2018), entende-se que o trabalho pedagógico do professor não deveria ser alienado e não deveria ter a finalidade do fim em si mesmo. Nesse ponto, entende-se que a epistemologia da práxis é um dos caminhos para uma formação integral, pois tem o viés de uma concepção de ensino-aprendizagem crítica e plural, com um compromisso explícito com a transformação dos sujeitos.

Entender a educação omnilateral na qual o estudante alcance uma formação integral com uma produção de conhecimento crítico capaz de alterar a realidade que o cerca em detrimento a formação alienante, individualista, reducionista e dicotômica. Para Silva (2018), produção de conhecimento é um processo que envolve a relação dos sujeitos em sua totalidade, ou seja, está inserida na dinâmica social e não deve ser separada, minimizada ou dicotomizada das próprias transformações que emergem da sociedade.

Compreender essa lógica de pensamento é analisar que o conhecimento não é inato, pronto, acabado, limitado e imutável, mas permeado de contradições, que envolve o histórico-social dos sujeitos e, com isso, está em constante movimento. Sendo assim, faz-se uma reflexão: se a produção do conhecimento está em constante movimento e evolução, por que ainda nas aulas de CDI se insiste no reducionismo e tecnicismo, conforme apontado pelas publicações que compuseram o *corpus*?

Existe um paradoxo entre o atrelado à formação do professor voltado à resolução de problemas que, muitas das vezes, é sem sentido algum para o estudante. É uma contradição entender que há problemas na formação do professor de matemática, mas a “solução” apontada nas pesquisas volta-se à forma da resolução de problemas.

O que se percebe nos cursos de formação, a partir do olhar baseado nas informações emergidas do *corpus*, é uma perspectiva tradicionalista centrada na relação resolução de problemas e notas. Essa prática é comum nos cursos de formação e não considera a realidade do sujeito, mas atribui-se a ele a responsabilidade de aprender o conteúdo matemático. Entender e ter como fundamento a epistemologia da práxis na formação do professor implica no

(...) compartilhamento, interação entre os pares, parcerias, troca de ideias, divisão de tarefas, num relacionamento solidário e sem hierarquia. A colaboração está associada a ação coletiva, a interação entre os membros do grupo, na medida em que se constitui uma atividade coordenada e sincronizada. Nesse sentido, torna-se um princípio estratégico e que conquista no próprio fazer sua legitimação, frente uma comunidade educativa e acadêmica (MAGALHÃES, 2018, p. 70).

Considera-se, pois, que a apropriação do conhecimento se dá coletivamente. Sobrepor essa atividade imediata é refletir, de acordo com Kopnin (1978, p. 125), que “o conhecimento está necessariamente imbuído no campo da atividade prática do homem, mas para garantir o êxito desta atividade ele deve relacionar-se necessariamente com a realidade objetiva que existe fora do homem e serve de objeto a essa atividade”.

Assim, na prática, podemos entender que a apropriação do conhecimento não se dá no singular (no indivíduo) somente, mas na relação da realidade objetiva com a subjetiva inerente ao sujeito, sendo um fenômeno histórico a partir da relação do homem com a natureza.

CONSIDERAÇÕES FINAIS

O contexto da nossa pesquisa de doutoramento e seu desenvolvimento foi marcado pela intenção de pensar sobre o que as pesquisas acadêmicas nos revelam sobre a formação do professor de matemática, o ensino do CDI e suas finalidades. Frente a essa necessidade, o caminho percorrido na construção do objeto foi baseado em uma reflexão dialética a partir do entendimento da compreensão dos fenômenos emergidos do nosso *corpus*.

Para tal, optou-se pelo caminho do estado do conhecimento por entender sua importância no direcionamento e mapeamento das publicações. Entretanto, ressalta-se que o intuito nesse tipo de pesquisa não é de julgar as produções, mas de refletir sobre as concepções que cada uma trouxe, entender suas recorrências e lacunas, além de analisar como é entendida a concepção de professor de acordo com as publicações.

Nesse bojo, a inquietação que mobilizou a construção do presente estudo foi a partir da necessidade de entender e analisar a relação entre a formação do professor de matemática e o ensino do CDI. Para tal é efetivada a seguinte questão problematizadora: o que nos revelam as produções acadêmicas (dissertações e teses) sobre a(s) concepção(ões) de formação de professores de matemática em pesquisa sobre o ensino de CDI?

Ao buscar as respostas, os esforços foram centrados na compreensão dos fenômenos que emergiram nas publicações que compuseram o *corpus* da nossa pesquisa e, para uma melhor compreensão dos fenômenos e suas múltiplas determinações, delimitou-se apenas o marco temporal final devido ao início das análises das publicações e escrita da tese. Para tal efeito, foi proposta uma busca no repositório da CAPES, na BDTD e nos repositórios das PPG em Educação ou Ensino em Matemática das universidades brasileiras.

Essa intencionalidade no marco temporal teve como objetivo o entendimento dos fatores relacionados às concepções de formação do professor de matemática e dos fundamentos filosóficos do conhecimento matemático que nortearam as publicações de dissertações e teses. Fazer a relação entre essas duas vertentes foi importante ao desenvolvimento da pesquisa para nos revelar mais sobre as produções da área.

Apesar de serem citados que existem diversas óticas da formação do professor, como humanista, tecnicista, ativista, conteudista, dialogicista, problemático, apriorístico entre outros, parte-se do entendimento no decorrer do presente trabalho que as concepções de formação de professor de matemática preponderantes são profissional técnico, reflexivo ou um profissional intelectual crítico. Para Contreras (2012, p.12),

A educação é um fenômeno complexo, porque histórico, produto do trabalho de seres humanos, e como tal responde aos desafios que diferentes contextos políticos e sociais lhe colocam. A educação retrata e reproduz a sociedade; mas também projeta a sociedade que se quer. Por isso, vincula-se profundamente ao processo civilizatório e humano. Enquanto prática histórica, tem o desafio de responder às demandas que os contextos lhe colocam.

No esforço de captar essa relação entre a formação do professor de matemática e o ensino do CDI, foi proposto um exercício de analisar as concepções de formação baseadas em Contreras (2012). Assim, no decorrer da leitura das publicações que compuseram o *corpus* do presente trabalho, a concepção de um profissional a partir da racionalidade técnica em que a relação entre o saber está relacionada com o fazer.

Sobre essa relação, Contreras (2012, p. 105) afirma que:

No campo da educação, a falta da aplicação técnica de grande parte do conhecimento pedagógico, juntamente com a natureza ambígua e, por vezes, conflituosa de seus fins, levou a que se considere o ensino como uma profissão somente em um sentido muito fraco e limitado. Porém, o reconhecimento desta limitação não supôs uma renúncia – em grande parte da pesquisa, da administração e da prática educativa – à aspiração e à prática do ensino como uma profissão baseada na aplicação de técnicas derivadas de um conhecimento especializado, isto é, como uma prática profissional concebida sob a perspectiva da racionalidade técnica.

Assim, um bom professor é reconhecido a partir do seu domínio técnico demonstrado na resolução de problemas e nos seus conhecimentos dos procedimentos adequados para esse fim. E, nesse movimento, compreender a relação da formação do professor de matemática e o ensino do CDI nessa concepção, é entender que sua prática profissional está relacionada ao domínio de procedimentos e no manejo de técnicas e instrumentos.

No tocante ao profissional reflexivo, Contreras (2012, p. 147),

Um dos problemas fundamentais da visão dos professores como profissionais reflexivos surge precisamente do reconhecimento de uma de suas contribuições mais importantes. Efetivamente, rejeitar a mobilidade da prática profissional por meio da aplicação de um conhecimento científico indiscutível à resolução de problemas, ao assinalar que há sempre um movimento de valores pelo qual se identificam algumas situações como problemáticas, ao reconhecer que ela se move sempre entre as incertezas e dilemas, está se aceitando que a docência não pode se desligar dos pressupostos interpretativos e de valores dos professores sobre o ensino e suas circunstâncias.

Assim, corrobora-se com o autor de que essa concepção centrada a partir da investigação sobre a própria prática docente e suas metodologias limita o entendimento de que as situações problemáticas estão em constante movimento e não se deve excluir esses dilemas e incertezas. Nesse bojo, entende-se que essa concepção do professor reflexivo é centrada no desenvolvimento de competências necessárias à sua própria prática em sala de aula.

No que tange o professor como um profissional intelectual-crítico, Contreras (2012, p. 203) afirma que

o modelo dos professores como intelectuais críticos sugere (diferindo do que parecia insinuar a visão dos professores como profissionais reflexivos) é que tanto a compreensão dos fatores sociais e institucionais que condicionam a prática educativa, como a emancipação das domas de dominação que afetam nosso pensamento e nossa ação não são processos espontâneos que se produzem “naturalmente” pelo mero fato de participarem de experiências que se pretendem educativas.

Entende-se que o professor deve ter um papel de participante ativo no esforço de entender que sua prática educativa condicionada à emancipação do sujeito está relacionada da forma como sua prática profissional compreende uma visão política, social e histórica como um caminho à formação do sujeito.

A partir das concepções estudadas, foram identificados trabalhos centrados na epistemologia da prática na resolução pontual de situações de ensino ou de aprendizagem em sala de aula. Nessa visão tecnicista, fez-se uma análise sobre o uso das TICs e visão construcionista para a formação do professor de matemática emergidas das publicações. Nossa reflexão perpassa pela leitura de que os autores das publicações enxergam as tecnologias como caminho a ser trilhado em que o termo “seres-humanos-com-mídias” foi recorrente. Entretanto, fizemos uma reflexão no tocante se o uso das TICs em que o ensino do CDI permanece formalista centrada no rigor matemático.

As análises nos fizeram remeter ao estudo das principais temáticas discutidas nas produções acadêmicas que compuseram o *corpus* da nossa pesquisa com o foco centrado na dicotomia entre o ensino e a aprendizagem, ou seja, publicações restritas a pesquisar o ensino ou a aprendizagem. Observamos uma lacuna considerável em publicações que relacionavam o ensino e a aprendizagem como uma unidade.

Nesse bojo, fazemos uma reflexão de que teoria e prática não podem ser vistas separadamente, mas na sua unicidade, ou seja, que a importância do CDI está além da sua aparência centrada na resolução de exercícios matemáticos e o professor está além de um exímio formalista, centrado em demonstrações de teoremas e resolução de exercícios.

Já quanto aos fundamentos filosóficos do conhecimento matemático em Costa (2008), o logicismo, o intuicionismo e o formalismo matemático nortearam nossas leituras em que esses fundamentos se misturam com as concepções de formação de professor nas produções que compuseram o nosso *corpus* em que, no decorrer de suas análises, percebemos um forte traço ligado ao rigor na resolução de problemas, exercícios ou na demonstração de teoremas e axiomas. Nesse bojo, o formalismo matemático como concepção de formação de professor

relacionado à resolução de problemas pontuais de um determinado tópico do componente curricular de CDO foi recorrente nas publicações analisadas.

Concluimos com a presente tese que a educação omnilateral é essencial na formação de um sujeito integral onde o estudante deve ser entendido como um ser humano que possui um contexto social e histórico importante. Para tanto, entendemos que a formação do professor de matemática deve superar a racionalidade técnica e prática, logo é necessário que o ensino de CDI tenha finalidade educativa coerente aos pressupostos de mundo, sociedade e formação humana.

Entretanto, concluimos que a prática capitalista e suas exigências reduzem a formação do professor a um simples transmissor de conteúdos e que as concepções de formação de professor confundem-se com os fundamentos filosóficos do conhecimento matemático. Assim, entendemos que as publicações trouxeram um forte traço ao formalismo e rigor matemático nas aulas de CDI. Todavia, nas publicações do nosso *corpus*, percebemos uma educação generalista e reducionista em que o sujeito é visto de forma limitada com um viés mercadológico onde o produto é mais importante que o processo de formação do estudante.

Por fim, apontamos que a presente pesquisa possui suas próprias limitações que fazem parte do próprio movimento de construção e dos fenômenos que surgiram no decorrer do caminho. Entretanto, apontamos um direcionamento na continuidade em estudos futuros no entendimento que a formação do professor de matemática e o ensino do CDI deve superar a racionalidade técnica.

Nesse bojo, entender que o ensino do CDI não pode ser minimizado à resolução de exercícios a partir do rigor matemático e a formação do professor de matemática deve ter a formação do profissional intelectual-crítico em sua essência.

Por entendermos que toda pesquisa possui suas observações, inquietações, ponderações e limitações, pois o objeto está em constante movimento, refletimos como encaminhamento para pesquisas futuras, aprofundar a relação da formação do professor de matemática e o ensino do CDI, refletir suas finalidades e intencionalidades com o objetivo de avançar nas discussões entre a teoria e prática, entre a forma e conteúdo.

REFERÊNCIAS

- ALARCÃO, Isabel. **Formação reflexiva de professores: estratégias de supervisão**. Porto: Porto Editora, 2005.
- ALEKSANDROV, A. *et al.* **La matemática: su contenido, métodos y significado**. Madrid: Alianza Editorial, 1973. 616 p.
- ALLEVATO, Norma Suely Gomes; FERREIRA, Reginaldo Botelho. Leitura e escrita na aprendizagem matemática através da resolução de problemas. *In*: NACARATO, Adair Mendes; LOPES, Celi Espasadin. (orgs.). **Indagações, reflexões e práticas em leitura e escrita na Educação Matemática**. Campinas – SP: Mercado das Letras, 2013. p. 107-126.
- ALÉSSIO, Amanda. **A importância do Cálculo Diferencial e Integral para a formação do professor de Matemática da Educação Básica**. 2019. 90f. Dissertação (Mestrado em Educação Matemática) – Universidade Estadual Paulista, Presidente Prudente, 2015. Disponível em: <https://repositorio.unesp.br/handle/11449/181116>. Acesso em: 14 ago. 2019.
- ALONSO, Erasto Piedade. **Aspectos visuais e gráficos do teorema fundamental do cálculo**. Ano? Folhas? Dissertação (Mestrado em Ensino de Matemática) – Centro de Ciências, Universidade Federal do Rio de Janeiro, Rio de Janeiro, 2017. Disponível em: <https://pemat.im.ufrj.br/index.php/pt/producao-cientifica/dissertacoes/2017/142-aspectos-visuais-e-graficos-do-teorema-fundamental-do-calculo>. Acesso em: 14 ago. 2019.
- ALVARENGA, Karly Barbosa; DÖRR, Raquel. Carneiro; VEIRA, Vanda. Domingos. O ensino e a aprendizagem de Cálculo Diferencial e Integral: características e interseções no centro-oeste brasileiro. **Revista Brasileira do Ensino Superior (REBES)**, São Paulo, v. 2, n. 4, p. 46-57, 2016.
- ALVES, Antônio Fernando Silveira. **Um estudo das atividades propostas em um curso de licenciatura em matemática, na disciplina de introdução ao cálculo diferencial e integral, na modalidade a distância**. 2011. 96f. Dissertação (Mestrado em Educação) - Pontifícia Universidade Católica de São Paulo, São Paulo, 2011. Disponível em: <https://repositorio.pucsp.br/jspui/handle/handle/10857>. Acesso em: 13 ago. 2019.
- ALVES, Davis Oliveira. **Ensino de funções, limites e continuidade em ambientes educacionais informatizados: uma proposta para cursos de introdução ao cálculo**. 2010. 153f. Dissertação (Mestrado Profissional em Educação Matemática) – Universidade Federal de Ouro Preto, Ouro Preto, 2010. Disponível em: <http://www.repositorio.ufop.br/jspui/handle/123456789/2498>. Acesso em: 12 ago. 2019.
- ALVES, Nilda. **Formação de professores: pensar e fazer**. São Paulo: Cortez, 1992.
- ALVES FILHO, Marcos Antônio; ECHALAR, Adda Daniela Lima Figueiredo. Entre lógica instrumental e determinista: perspectivas teóricas nas pesquisas sobre o PROUCA. **Linhas Críticas**, Brasília, v. 28, p. 11-18, 2022.
- AMARAL, Roberto Rogério do. **Sociedade do conhecimento: novas tecnologias, risco e liderança**. Lages: Uniplac, 2006. 112 p.

AMORIM, Lilian 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. 133f. Dissertação (Mestrado Profissional em Educação Matemática) – Universidade Federal de Ouro Preto, Ouro Preto, 2011. Disponível em: <http://www.repositorio.ufop.br/jspui/handle/123456789/2981>. Acesso em: 13 ago. 2019.

ANDERSEN, Érika. **As ideias centrais do teorema fundamental do cálculo mobilizadas por alunos de licenciatura em matemática**. 2011. 128f. Dissertação (Mestrado em Educação) - Pontifícia Universidade Católica de São Paulo, São Paulo, 2011. Disponível em: <https://repositorio.pucsp.br/jspui/handle/handle/10860>. Acesso em: 13 ago. 2019.

AUSUBEL, D.; NOVAK, J.; HANESIAN, H. **Psicologia educacional**. 2. ed. Tradução de E. Nick et al. Rio de Janeiro: Editora Interamericana, 1980. 678p.

BARBOSA, Sandra Malta. **Tecnologias da informação e comunicação, função composta e regra de cadeia**. 2009. 199f. Tese (Doutorado em Educação Matemática) - Universidade Estadual Paulista, Rio Claro, 2009. Disponível em: <https://repositorio.unesp.br/handle/11449/102124>. Acesso em: 12 ago. 2019.

BARUFI, Maria Cristina Bonomi. **A construção/negociação de significados no curso universitário inicial de cálculo diferencial e integral**. 1999. 184f. Tese (Doutorado em Educação) – Faculdade de Educação, Universidade de São Paulo, São Paulo, 1999. Disponível em: <https://teses.usp.br/teses/disponiveis/48/48133/tde-06022004-105356/pt-br.php>. Acesso em: 12 ago. 2019.

BERTOLAZI, Kátia Socorro. **Proposta didático-pedagógica para a Formação Docente em Matemática**: investigações de noções conceituais de Cálculo Diferencial e Integral com adoção do Vê Epistemológico de Gowin. 2017. 480f. Tese (Doutorado em Ensino de Ciências e Educação Matemática) - Universidade Estadual de Londrina, Londrina, 2017. Disponível em: <https://pos.uel.br/pecem/wp-content/uploads/2021/08/BERTOLAZI-Katia-Socorro-Tese.pdf>. Acesso em: 14 ago. 2019.

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**. Ano? Folhas? Tese (Doutorado em Educação em Ciências e Matemática) – Universidade Federal do Mato Grosso, Campo Grande, 2016. Disponível em: <https://www1.ufmt.br/ufmt/unidade/userfiles/publicacoes/2fdff3c99fc0407938e063355554995d.pdf>. Acesso em: 14 ago. 2019.

BEZERRA, Wellington Lúcio. **Uso de ferramentas pedagógicas para o ensino de cálculo de uma variável em cursos semipresencial**: o caso do Instituto Federal do Ceará. 2015. 60f. Dissertação (Mestrado em Ensino de Ciências e Matemática) – Centro de Ciências, Universidade Federal do Ceará, Fortaleza, 2015. Disponível em: <https://repositorio.ufc.br/handle/riufc/11153>. Acesso em: 13 ago. 2019.

BORBA, Marcelo de Carvalho; PENTEADO, Miriam Godoy. **Informática e Educação Matemática**. 4 ed. Belo Horizonte: Autêntica, 2010. 95p.

BOYER, Carl Benjamin. **The History of the Calculus and its Conceptual Development**. Nova York: Dover, 1949. 474p.

BOYER, Carl Benjamin. **História da Matemática**. São Paulo: Edgard Blucher Ltda, 1974. 488p.

BRASIL. Ministério da Educação. Conselho Nacional de Educação. Diretrizes curriculares nacionais para os cursos de matemática. **Parecer CNE/CES 1.303/2001**. Disponível em: <http://portal.mec.gov.br/sesu/arquivos/pdf/130301Matematica.pdf>. Acesso em: 7 jul. 2020.

BRASIL. Ministério da Educação. **Parâmetros curriculares nacionais: Matemática**. Brasília: ME, 1998. Disponível em: <http://portal.mec.gov.br/sesu/arquivos/pdf>. Acesso em: 9 set. 2022.

BROLEZZI, Antônio Carlos. **A tensão entre o discreto e o contínuo na História da Matemática e no Ensino da Matemática**. 1996. 96f. Tese (Doutorado em Educação) – Universidade de São Paulo, São Paulo, 1996. Disponível em: <https://teses.usp.br/teses/disponiveis/48/48133/tde-29082013-153622/pt-br.php>. Acesso em: 15 ago. 2019.

CARAÇA, Bento de Jesus. **Conceitos fundamentais da Matemática**. Lisboa: Gradiva, 1951. 318p.

CEDRO, Wellington Lima; MOURA, Manoel Oriosvaldo de. O conhecimento matemático do professor em formação inicial: uma análise histórico-cultural do processo de mudança. *In*: MORETTI, Vanessa Dias; CEDRO, Wellington Lima. (Orgs.). **Educação Matemática e a Teoria Histórico-Cultural: um olhar sobre as pesquisas**. Campinas – SP: Mercado de letras, 2017. p. 87-121.

CONTRERAS, José. **A autonomia de professores**. Tradução Sandra Trabucco Valenzuela. São Paulo: Cortez, 2012. 328p.

COSTA, Newton Carneiro Afonso da. **Introdução aos Fundamentos da Matemática**. São Paulo, SP: Hucitec, 2008. 91p.

CUNHA, Maria Isabel. O tema da formação de professores: trajetórias e tendências do campo da pesquisa e na ação. **Educação e Pesquisa**, São Paulo, n. 3, p. 209-625, 2013.

D'AMBROSIO, Ubiratan. Educação Matemática: uma visão do estado da arte. **PROPOSIÇÕES**, São Paulo, v. 4, n. 1, p. 7-17, 1993.

DENARDI, Vânia Bolzan. **Contribuições das representações semióticas para compreensão de conceitos fundamentais para o cálculo diferencial e integral por alunos de um curso de licenciatura em matemática**. 2019. 285f. Tese (Doutorado em Ensino de Ciências e Matemática) – Universidade Franciscana, Santa Maria – RS, 2019. Disponível em: <http://www.tede.universidadefranciscana.edu.br:8080/handle/UFN-BDTD/723>. Acesso em: 14 ago. 2019.

DIOGO, Maria das Graças Viana de Sousa. **Uma abordagem didático-pedagógica do cálculo diferencial e integral I na formação de professores de matemática**. 2015. 256f. Tese (Doutorado em Educação Matemática) – Universidade Estadual Paulista, Instituto de Geociências e Ciências Exatas, Rio Claro, 2015. Disponível em: <http://repositorio.unesp.br/handle/11449/132240>. Acesso em: 14 ago. 2019.

DÖRR, Raquel Carneiro. **Análises de aprendizagens em cálculo diferencial e integral**: um estudo de caso de desenvolvimento de conceitos e procedimentos algébricos em uma universidade pública brasileira. 2017. 237f. Tese (Doutorado em Educação) – Universidade de Brasília, Brasília, 2017. Disponível em: <https://repositorio.unb.br/handle/10482/25283>. Acesso em: 14 ago. 2019.

DRUCKER, Peter Ferdinand. **Sociedade pós-capitalista**. São Paulo: Pioneira, 1994. 240p.

DUARTE, Newton. **Crítica ao fetichismo da individualidade**. São Paulo: Autores Associados, 2004. 240p.

DUSCHL, Richard. Science education in three-part harmony: Balancing conceptual, epistemic, and social learning goals. **Review of research in education**, v. 32, n. 1, p. 268-291, 2008. Disponível em: https://www.esearchgate.net/publication/250185538_Science_Education_in_Three-Part_Harmony_Balancing_Conceptual_Epistemic_and_Social_Learning_Goals. Acesso em: 24 abr. 2022.

ECHALAR, Adda Daniela Lima Figueiredo. **Formação docente para a inclusão digital via ambiente escolar**: o PROUCA em questão. 2015. 147f. Tese (Doutorado em Educação) – Pontifícia Universidade Católica de Goiás. Goiânia, GO, 2015. Disponível em: http://bdtd.ibict.br/vufind/Record/PUC_GO_ee0c1be20de5fbc608ecf1a7a53d2ce9. Acesso em: 14 ago. 2019.

ECHALAR, Adda Daniela Lima Figueiredo; PEIXOTO, Joana. CARVALHO, Rose Almas de. Tecnologias, práticas e formação: o olhar do professor na configuração de um objeto de pesquisa. In: ECHALAR, Adda Daniela Lima Figueiredo; PEIXOTO, Joana; CARVALHO, Rose Mary Almas de. (Org.). **Ecossistemas e Repercussões dos Processos Formativos nas Práticas Docentes Mediadas por Tecnologias**. Goiânia: Kelps, 2015. p. 55-70.

ENGELS, Friedrich. **A origem da família, da propriedade privada e do Estado**. São Paulo: Centauro, 2002. 196p.

ESCARLATE, Allan de Castro. **Uma investigação sobre a aprendizagem de integral**. 2008. 159f. Dissertação (Mestrado em Ensino de Matemática) – Universidade Federal do Rio de Janeiro, Rio de Janeiro, 2008. Disponível em: <https://pemat.im.ufrj.br/index.php/es/producao-cientifica/dissertacoes/2008/79-uma-investigacao-sobre-a-aprendizagem-de-integral-em-turmas-iniciais-de-calculo>. Acesso em: 12 ago. 2019.

ESCHER, Marco Antônio. **Dimensões teórico-metodológicas do cálculo diferencial e integral**: perspectivas histórica e de ensino e aprendizagem. 2011. 222f. Tese (Doutorado em Educação Matemática) - Universidade Estadual Paulista, Rio Claro, 2011. Disponível em: <https://repositorio.unesp.br/handle/11449/102095>. Acesso em: 13 ago. 2019.

ESTEVES, Anelisa Kisielevski; SOUZA, Neusa Maria Marques de. Conteúdo e Forma na atividade de formação do professor que ensina Matemática nos anos iniciais. In: MORETTI, Vanessa Dias; CEDRO, Wellington Lima (Org.). **Educação Matemática e a Teoria Histórico-Cultural**: um olhar sobre as pesquisas. Campinas – SP: Mercado de letras, 2017. p. 61-86.

ESTRELA, Maria Teresa. A formação contínua entre a teoria e a prática. *In*: FERREIRA, Naura Syria Carapeto. (Org.). **Formação continuada e gestão da educação**. São Paulo: Cortez, 2006. p. 43-64.

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. 195f. Dissertação (Mestrado em Educação Matemática) – Universidade Estadual Paulista, Rio Claro, 2007. Disponível em: <https://repositorio.unesp.br/handle/11449/91110>. Acesso em: 12 ago. 2019.

FERREIRA, Norma Sandra de Almeida. As pesquisas denominadas “estado da arte”, **Educação & Sociedade**, Campinas, v. 23, n. 79, 2002.

FILHO, Edgard de Alencar. **Iniciação à lógica matemática**. São Paulo: Nobel, 2002. 2010p.

FONTES, Lívia Santana. **A avaliação da aprendizagem na disciplina cálculo diferencial e integral**: em busca de sentidos pedagógicos. 2015. 132f. Dissertação (Mestrado em Educação em Ciências e Matemática) - Universidade Federal de Goiás, Goiânia, 2015. Disponível em: <http://repositorio.bc.ufg.br/tede/handle/tede/4994>. Acesso em: 13 ago. 2019.

FORSTER, Sandra Regina Leme. **Ensino a Distância**: Uma análise do design de um curso de Cálculo com um olhar no conteúdo de limites e continuidade de uma variável real. 2007. 288f. Dissertação (Mestrado em Educação) - Pontifícia Universidade Católica de São Paulo, São Paulo, 2007. Disponível em: <https://tede2.pucsp.br/handle/handle/11171>. Acesso em: 12 ago. 2019.

GARCÍA, Carlos Marcelo. **Formação de Professores para uma mudança educativa**. Barcelona: Porto Editora, 1994. 272p.

GARBI, Gilberto Geraldo. **A rainha das Ciências**. 3 ed. São Paulo: Livraria da Física, 2009. 450p.

GERETI, Laís Cristina Viel. **Delineando uma pesquisa: legitimidades para a disciplina de Cálculo na formação do professor de Matemática**. 2018. 164f. Tese (Doutorado em Ensino de Ciências e Educação Matemática) - Universidade Estadual de Londrina, Londrina, 2018. Disponível em: <http://www.bibliotecadigital.uel.br/document/?code=vtls000218834>. Acesso em: 12 ago. 2019.

GIL, Antônio Carlos. **Como elaborar um projeto de pesquisa**. São Paulo: Atlas, 2002.

GOUVEIA, Carolina Augusta Assumpção. **Processos de visualização e representação de conceitos de cálculo diferencial e integral com um software tridimensional**. 2010. 213f. Dissertação (Mestrado em Educação Matemática) - Universidade Estadual Paulista, Instituto de Geociências e Ciências Exatas, Rio Claro, 2010. Disponível em: <https://repositorio.unesp.br/handle/11449/91085&cd=1&hl=pt-BR&ct=clnk&gl=br>. Acesso em: 12 ago. 2019.

GUIDORIZZI, Hamilton Luiz. **Um curso de Cálculo**. 5 ed. Rio de Janeiro: LTC, 2008. 586p.

HARVEY, David. **17 contradições e o fim do capitalismo**. São Paulo: Boitempo, 2016. 344p.

HERTZ, Mônica; HOFMANN, Andréa Ribeiro; TABAK, Jana. **Organizações internacionais: história e prática**. Rio de Janeiro: Elsevier, 2015. 264p.

HOBBSAWM, Eric. **A Era do Capital**. Rio de Janeiro: Paz e Terra, 1979. 339p.

HUXLEY, Aldoux. **Admirável Mundo Novo**. 2 ed. São Paulo: Globo, 2003. 314p.

KLEINE, Martha Regina Egéa; LOPES, Celi Espasadin. Tecnologia, Leitura e escrita nas aulas de Matemática do Ensino Médio. In: NACARATO, Adair Mendes; LOPES, Celi Espasadin. (Orgs.). **Indagações, reflexões e práticas em leitura e escrita na Educação Matemática**. Campinas – SP: Mercado das Letras, 2013. p. 127-148

KOPNIN, Pavel Vassílyevitch. **A dialética como lógica e teoria do conhecimento**. Rio de Janeiro: Civilização Brasileira, 1978. 354p.

KOSIK, Karel. **A dialética do concreto**. 2 ed. Rio de Janeiro: Paz e Terra, 2002. 250p.

LACHINI, Jonas; LAUDARES João Bosco (Org.). **Educação Matemática: a prática educativa sob o olhar de professores de Cálculo**. Belo Horizonte: FUMARC, 2001. 148p.

LAGAR, Fabiana Margarita Gomes. Epistemologia da práxis: referência para a construção de proposta de formação continuada de professores. In: SILVA, Kátia Augusta Curado Pinheiro Cordeira da. (Org.). **Epistemologia da Práxis na Formação de Professores: diferentes prismas**. Campinas – SP: Mercado de letras, 2021. p. 49-68.

LANGHI, Rodolfo. **Astronomia nas séries iniciais do ensino fundamental: repensando a formação de professores**. 2009. 370f. Tese (Doutorado em Educação para a Ciência) – Universidade Paulista, Bauru, SP, 2009. Disponível em: <https://repositorio.ufms.br/handle/123456789/1429>. Acesso em: 12 ago. 2019.

LEFEBVRE, Henri. **Lógica formal/lógica dialética**. 5 ed. Rio de Janeiro: Civilização Brasileira, 1983. 300p.

LIBÂNEO, José Carlos. **Democratização da escola pública: a pedagogia crítico-social dos conteúdos**. Rio de Janeiro: Vozes, 1993. 160p.

LIPSCHUTZ, Seymour. **Teoria dos conjuntos**. 3 ed. São Paulo: Makron Books, 2006. 648p.

LITHNER, Johan. A research framework for creative and imitative reasoning. **Educational Studies in Mathematics**, v. 67, n. 3, p. 255 – 276, 2008.

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. 198f. Tese (Doutorado em Educação) - Universidade Federal do Rio Grande do Norte, Natal, 2017. Disponível em: https://bdtd.ibict.br/vufind/Record/UFRN_2b64fe9f14e1536f92b28a4df522e17a. Acesso em: 14 ago. 2019.

LUKÁCS, Gyorgy. **Ontologia do ser social: os princípios ontológicos fundamentais de Marx**. Trad. Carlos Nelson Coutinho. São Paulo: Ciências Humanas, 1979. 438p.

MAAR, Wolfgang Leo. Lukács, Adorno e o problema da formação. **Revista de Cultura e política**, nº 27, p. 171-200. São Paulo: Marco Zero, 1992.

MACHADO, Jonatas Teixeira. **A utilização do Geogebra no ensino de cálculo de área no curso de química**: um relato da práxis docente. 2016. 80f. Dissertação (Mestrado em Ensino de Ciências e Matemática) – Universidade Cruzeiro do Sul, São Paulo, 2016.

MACHADO, Jonatas Teixeira; ECHALAR, Adda Daniela Lima Figueiredo; CEDRO, Wellington Lima. O que as pesquisas brasileiras revelam sobre o ensino do Cálculo? *In*: LIBÂNEO, José Carlos; ACHALAR, Adda Daniela Lima Figueiredo; SUANNO, Marilza Vanessa Rosa; ROSA, Sandra Valéria Limonta. (Orgs.). **A didática frente aos dilemas da educação**: compromissos políticos e pedagógicos. Anápolis, GO: UEG, 2021. p. 510-526.

MACHALE, Desmond. **George Boole**: his life and work. Michigan: Boole Press, 1985. 360p.

MAGALHÃES, Solange Martins Oliveira. Estatutos epistemológicos presentes na pesquisa educacional sobre professores: uma análise teórico-conceitual das concepções de formação. **Revista Com Censo: Estudos Educacionais do Distrito Federal**, Brasília, v. 6, p. 10-25, 2018.

MAGALHÃES, Solange Martins Oliveira. A epistemologia da práxis como base do ensino criativo, colaborativo e inovador. **Revista Técnica**, Porto Alegre, v. 4, p. 65-65, 2019.

MALAQUIAS, Arianny Grasielly Baião. **Tecnologias e Formação de professores de Matemática**: uma temática em questão. 2019. 163f. Tese (Doutorado em Educação) – Pontifícia Universidade Católica de Goiás. Goiânia, GO, 2019.

MARIN, Douglas; PENTEADO, Maria Godoy. Professores que utilizam tecnologia de informação e comunicação para ensinar Cálculo. **Educação Matemática Pesquisa**, São Paulo, v. 13, n. 3, p. 527-546, 2011.

MARTINS, Pura Lucia Oliveira. A relação conteúdo-forma: expressão das contradições da prática pedagógica na escola capitalista. *In*: VEIGA, Ilma Passos Alencastro. (Org.). **A Didática**: o ensino e suas relações. Campinas, SP: Papirus, 1996. p. 75-102

MARTINS, Nathalia; DIAS, Vânia Alboneti Terra; FRANCO, Sandra Aparecida Pires. Prática pedagógica à luz do materialismo histórico e dialético, da teoria histórico-cultural e da pedagogia histórico-crítica. SEMINÁRIO DERMEVAL SAVIANI E A EDUCAÇÃO BRASILEIRA: CONSTRUÇÃO COLETIVA DA PEDAGOGIA HISTÓRICO-CRÍTICA, 1, 2016, Vitória. [...] **Anais...** Vitória: Universidade Federal do Espírito Santo, p. 364-374.

MARX, Karl. **O Capital**: crítica da economia política. Rio de Janeiro: Civilização Brasileira, Livro 1, 1971. 894p.

MARX, Karl. **Manuscritos econômicos e filosóficos**. Lisboa: Edições 70, 1989. 91p.

MARX, Karl. **Grundrisse**: manuscritos econômicos. São Paulo: Boitempo, 2011. 792p.

MARX, Karl; ENGELS, Friedrich. **A Ideologia Alemã**. 2 ed. São Paulo: Martins Fontes, 2001. 120p.

MEGID, Maria Auxiliadora Bueno Andrade. A Leitura e a Escrita na Formação de Professores. In: NACARATO, Adair Mendes; LOPES, Celi Espasadin. (Orgs.). **Indagações, reflexões e práticas em leitura e escrita na Educação Matemática**. Campinas – SP: Mercado das Letras, 2013, p. 199-219.

MELLO, Maria Helena Campos Soares de; MELLO, João Carlos Correia Baptista Soares de. Reflexões Sobre o Ensino de Cálculo. CONGRESSO BRASILEIRO DE EDUCAÇÃO EM ENGENHARIA, 35, **Anais...** Curitiba: Unicenp, 2007. Disponível em: benge.org.br/cobenge/legado/arquivos/12/artigos/357-Joao%20Soares%20de%20Mello.pdf. Acesso em: 20 ago. 2020.

MENDES, Thiago Fernando. **A derivada de uma função em atividades de modelagem matemática**. 2018. 118f. Dissertação (Mestrado em Ensino de Ciências e Educação Matemática) - Universidade Estadual de Londrina, Londrina, 2018. Disponível em: <https://pos.uel.br/pecem/wp-content/uploads/2021/08/MENDES-Thiago-Fernando.pdf>. Acesso em: 14 ago. 2019.

MENEZES, Daniel Brandão. **O ensino do cálculo diferencial e integral na perspectiva da Sequência Fedathi**: caracterização do comportamento de um bom professor. 2018. 128f. Tese (Doutorado em Educação Brasileira) - Universidade Federal do Ceará, Fortaleza, 2018. Disponível em: <http://www.repositorio.ufc.br/handle/riufc/37124>. Acesso em: 14 ago. 2019.

MESCOLIN, Marques Fredman. **Sobre Definições em Cálculo**: Discussões sobre a Construção do Conceito de Continuidade. 2010. 108f. Dissertação (Mestrado em Ensino de Matemática) – Universidade Federal do Rio de Janeiro, Rio de Janeiro, 2010. Disponível em: <https://pemat.im.ufrj.br/index.php/pt/producao-cientifica/dissertacoes/2010/98-sobre-definicoes-em-calculo-discussoes-sobre-a-construcao-do-conceito-de-continuidade>. Acesso em: 12 ago. 2019.

MÉSZÁROS, István. **A teoria da alienação em Marx**. São Paulo: Boitempo, 2006. 296p.

MIRANDA, Anderson Melhor. **As tecnologias da informação no estudo do cálculo na perspectiva da aprendizagem significativa**. 2010. 152f. Dissertação (Mestrado Profissional em Educação Matemática) – Universidade Federal de Ouro Preto, Ouro Preto, 2010. Disponível em: https://www.repositorio.ufop.br/bitstream/123456789/2518/1/DISSERTA%3%87%C3%83O_Significa%3%A7%C3%A3oConceitosPer%3ADmetro.pdf. Acesso em: 12 ago. 2019.

MONDINI, Fabiane. **Modos de conceber a Álgebra em cursos de formação de professor de matemática**. 2009. 177f. Dissertação (Mestrado em Educação Matemática) – Universidade Estadual Paulista, Rio Claro, São Paulo, 2009. Disponível em: <https://repositorio.unesp.br/handle/11449/91077>. Acesso em: 13 ago. 2019.

MORETTI, Vanessa Dias. **Professores de matemática em atividade de ensino**: Uma perspectiva histórico-cultural para a formação docente. 2007. 207f. Tese (Doutorado em Educação) – Universidade de São Paulo. 2007. Disponível em: <https://teses.usp.br/teses/disponiveis/48/48134/tde-05102007-153534/pt-br.php>. Acesso em: 12 ago. 2019.

MOURA, Daniela Alves da Silveira. **Perspectivas no estudo de limite**: numa perspectiva figural e conceitual - foco em objetos de aprendizagem. 2014. 144f. Dissertação (Mestrado

em Ensino de Ciências e Matemática). Pontifícia Universidade Católica De Minas Gerais, Belo Horizonte, 2014. Disponível em: http://www.biblioteca.pucminas.br/teses/EnCiMat_MouraDAS_1.pdf. Acesso em: 13 ago. 2019.

NASSER, Lilian. Ajudando a superar obstáculos na aprendizagem de cálculo. ENCONTRO NACIONAL DE EDUCAÇÃO MATEMÁTICA, 9, 2007, Belo Horizonte. [...] **Anais...** Belo Horizonte - MG: SBEM, 2007. Disponível em: <http://www.sbem.com.br/>. Acesso em: 15 set. 2020.

NORONHA, Deise Pires; FERREIRA, Sueli Mara Soares Pinto. Revisões de literatura. *In*: CAMPELLO, Bernadete Santos; CONDÓN, Beatriz Valadares; KREMER, Jeannette Marguerite. (Orgs.). **Fontes de informação para pesquisadores e profissionais**. Belo Horizonte: UFMG, 2000. p. 25 -41

OLIVEIRA, Fabiana Cristina Oliveira Silva de. **Uma disciplina, uma história**: cálculo na licenciatura em matemática da Universidade Federal de Sergipe (1972-1990). 2009. 196f. Dissertação (Mestrado em Educação) - Universidade Federal de Sergipe, São Cristóvão, 2009. Disponível em: <https://ri.ufs.br/handle/riufs/4705>. Acesso em: 13 ago. 2019.

PAPERT, Seymour. **A máquina das crianças**: repensando a escola na era da informática. Porto Alegre: Artes Médicas, 1994. 224 p.

PEIXOTO, Joana; MORAES, Moema Gomes; NASCIMENTO, Neuvani Ana do; CARVALHO, Rose Mary Almas de. Formação para uso de tecnologias: os sentidos atribuídos pelos professores. *In*: ECHALAR, Adda Daniela Lima Figueiredo; PEIXOTO, Joana; CARVALHO, Rose Mary Almas de. (Orgs.). **Ecossistemas e Repercussões dos Processos Formativos nas Práticas Docentes Mediadas por Tecnologias**. Goiânia: Kelps, 2015. p. 71-83.

PIRES, Maria Freitas de Campos. O Materialismo histórico-dialético e a Educação. **Interface – Comunicação, Saúde, Educação**. Botucatu, v. 1, n. 1, p. 83-94, 1997. Disponível em: <https://repositorio.unesp.br/bitstream/handle/11449/30353/S1414-32831997000200006.pdf?sequence=1&isAllowed=y>. Acesso em: 16 mai. 2020.

POWELL, Artur Belford. Desafios e Tecnologias nas Escritas e nas Leituras em Educação Matemática. *In*: NACARATO, Adair Mendes; LOPES, Celi Espasandin (Orgs.). **Indagações, reflexões e práticas em leituras e escritas na Educação Matemática**. Campinas – SP: Mercado de Letras, 2013. p. 149-168

RADFORD, Luis. A Teoria da Objetivação e seu lugar na pesquisa sociocultural em Educação Matemática. *In*: MORETTI, Vanessa Dias; CEDRO, Wellington Lima. (Orgs.). **Educação Matemática e a Teoria Histórico-Cultural**: um olhar sobre as pesquisas. Campinas – SP: Mercado de letras, 2017. p. 229-261

REIS, Edinei Leandro dos. **O processo de construção de objetos de aprendizagem em cálculo diferencial e integral durante uma atividade de design**. 2010. 154f. Dissertação (Mestrado em Educação Matemática) - Universidade Estadual Paulista, Instituto de Geociências e Ciências Exatas, Rio Claro, 2010. Disponível em: <https://repositorio.unesp.br/handle/11449/91039>. Acesso em: 12 ago. 2019.

REIS, Frederico da Silva. **A tensão entre o rigor e intuição no ensino de Cálculo e Análise:** a visão de professores-pesquisadores e autores de livros didáticos. 2001. 302f. Tese (Doutorado em Educação) – Universidade de Campinas. São Paulo, SP, 2001. Disponível em: <http://repositorio.unicamp.br/Acervo/Detalhe/206743>. Acesso em: 13 ago. 2019.

REIS, Frederico da Silva. Rigor e intuição no ensino de cálculo e análise. *In*: FROTA, Maria Clara Resende; NASSER, Lillian. (Orgs.). **Educação Matemática no ensino superior:** pesquisas e debates. Recife: SBEM, 2009. p. 81-97

REZENDE, Wanderley Moura. O ensino de Cálculo: dificuldades de natureza epistemológica. *In*: MACHADO, Nilson José; CUNHA, Marisa Ortegosa da. (Orgs.) **Linguagem, Conhecimento, Ação – ensaios de epistemologia e didática.** São Paulo: Escrituras, 2003. p. 313-336

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. 324f. Dissertação (Mestrado em Educação Matemática) – Universidade Estadual Paulista, Rio Claro, SP, 2010. Disponível em: <https://repositorio.unesp.br/handle/11449/91053>. Acesso em: 12 ago. 2019.

RÍBNIKOV, Konstantin. **Historia de las Matemáticas.** Moscou: Mir, 1987. 488p.

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. 112f. Dissertação (Mestrado em Educação Matemática) – Universidade Federal de Ouro Preto, Ouro Preto, 2014. Disponível em: http://bdtd.ibict.br/vufind/Record/UFOP_d3c133f718c05b091a4c70f0af005bf5. Acesso em: 13 ago. 2019.

RIGON, Algacir José; ASBAHR, Flávia da Silva Ferreira; MORETTI, Vanessa Dias. Sobre o Processo de Humanização. *In*: MOURA, Manoel Oriosvaldo de. (Org.). **Atividade Pedagógica na Teoria Histórico-Cultural.** Campinas – SP: Autores Associados, 2016. p. 15-50

ROMANOWSKI, Joana Paulin; ENS, Romilda Teodora. As pesquisas denominadas do tipo “estado da arte” em educação. **Diálogo Educacional**, Curitiba, v. 6, n. 19, p. 37-50, 2006.

ROONEY, Anne. **A História da Matemática.** São Paulo: M Books, 2012. 216p.

ROSA, Carlos Augusto de Proença. **História da Ciência:** da antiguidade ao renascimento científico. Brasília, v, 1, FUNAG, 2012a. 470p.

ROSA, Carlos Augusto de Proença. **História da Ciência:** A Ciência Moderna. Brasília, v. 2, Tomo I, FUNAG, 2012b. 404p.

ROSA, Carlos Augusto de Proença. **História da Ciência:** A Ciência Moderna. Brasília, v. 2, Tomo II, FUNAG, 2012c. 372p.

ROSA, Carlos Augusto de Proença. **História da Ciência:** A Ciência e o triunfo do pensamento científico no Mundo Contemporâneo. Brasília, v, 3, FUNAG, 2012d. 492p.

ROSA, Josélia Euzébio da; MORAES, Sílvia Pereira Gonzaga de; CEDRO, Wellington Lima. As particularidades do pensamento empírico e do pensamento teórico na organização do

ensino. *In*: MOURA, Manoel Oriosvaldo de. (Org.). **Atividade Pedagógica na Teoria Histórico-Cultural**. Campinas – SP: Autores Associados, 2016. p. 77-92.

RUSSEL, Bertrand. **Introdução à Filosofia Matemática**. São Paulo: Física, 2006. 264 p.

SANFELICE, José Luiz. Dialética e pesquisa em educação. *In*: LOMBARDI, José Claudinei; SAVIANI, Dermeval (Orgs.). **Marxismo e educação**: debates contemporâneos. Campinas – SP: Autores Associados: Histedbr, 2005, p. 69-94.

SANTANA, Maria Sílvia Rosa; MELLO, Suely Amaral. O Ensino de Matemática na perspectiva Histórico-cultural: elementos para uma nova cultura escolar. *In*: MORETTI, Vanessa Dias; CEDRO, Wellington Lima. (Orgs.). **Educação Matemática e a Teoria Histórico-Cultural**: um olhar sobre as pesquisas. Campinas – SP: Mercado de letras, 2017. p. 263-290.

SANTOS, Márcio Batista. **Processo de comunicação da disciplina cálculo I do curso de licenciatura em matemática na modalidade a distância do CESAD/UFSUAB**. 2012. 130f. Dissertação (Mestrado em Ensino de Ciências e Matemática) - Universidade Federal de Sergipe, São Cristóvão, 2012. Disponível em: <https://ri.ufs.br/handle/riufs/5192>. Acesso em: 13 ago. 2019.

SAVIANI, Dermeval. Os balanços na historiografia da educação brasileira: sentidos e perspectivas. *In*: TIBALLI, Elianda Figueiredo Arantes; NEPOMUCENO, Maria de Araújo. (Org.). **A educação e seus sujeitos na história**. Belo Horizonte: Argumentum, 2007. p. 149-161.

SAVIANI, Dermeval. **Pedagogia Histórico-Crítica**: primeiras aproximações. São Paulo: Cortez Editora; Autores Associados, 1991.

SAVIANI, Dermeval. Sistema Nacional de Educação articulado ao Plano Nacional de Educação. **Revista Brasileira de Educação**, Rio de Janeiro, v. 15, n. 44, p. 380-393, 2010.

SHÖN, Donald. Formar professores como profissionais reflexivos. *In*: NÓVOA, Antônio Sampaio da. (Coord.). **Os professores e sua formação**. Lisboa: Don Quixote, 1992. p. 14-33.

SILVA, Elisa Vaz Borges. **O pensamento conceitual e a formação de professores de Biologia**: a transmissão gênica como objeto o conhecimento. 2020. 130f. Dissertação (Mestrado em Educação em Ciências e Matemática) – Universidade Federal de Goiás, Goiânia, GO, 2020. Disponível em: <http://repositorio.bc.ufg.br/tede/handle/tede/10433>. Acesso em: 12 ago. 2019.

SILVA, Jairo José da. **Filosofias da matemática**. São Paulo: UNESP, 2007. 283p.

SILVA, Kátia Augusta Pinheiro Cordeiro da. **Epistemologia da práxis na formação de professores**: perspectiva crítico-emancipadora. Campinas – SP. Mercado das Letras, 2018. 124p.

SILVA NETO, João Pereira da. **Um estudo sobre o ensino de limite**: um tratamento computacional com aplicações. 2006. 123f. Dissertação (Mestrado em Educação) - Pontifícia Universidade Católica de São Paulo, São Paulo, 2006. Disponível em: <https://tede2.pucsp.br/handle/handle/11065>. Acesso em: 12 ago. 2019.

SILVA, Núbia Carla de Souza. **A formação inicial a distância de professores das Ciências da Natureza: lógica formal e dialética como base analítica.** 2019. 157f. Dissertação (Mestrado em Educação em Ciências e Matemática) – Universidade Federal de Goiás, Goiânia, GO, 2019a. Disponível em: <http://repositorio.bc.ufg.br/tede/handle/tede/9460>. Acesso em: 13 ago. 2019.

SILVA, Rafael Siqueira. **Um estudo sobre o Movimento Lógico-Histórico do conceito de Continuidade.** 2019. 220f. Tese (Doutorado em Educação) – Universidade Federal de São Carlos. São Carlos, SP, 2019b. Disponível em: <https://repositorio.ufscar.br/handle/ufscar/12220>. Acesso em: 12 ago. 2019.

SNAPPER, Ernst. As três crises da Matemática: o logicismo, o intuicionismo e o formalismo. **Revista Humanidades**, Montes Claros, v. 2, n. 8, p. 85-93, 1984.

SPIRKINE, Aleksandr; YAKHOT, Olga. **Princípios do Materialismo Dialético.** São Paulo: Estampa, 1975. 168p.

TALL, David; VINNER, Shlomo. Concept image and concept definition in mathematics, with special reference to limits and continuity. **Educational Studies in Mathematics**, v. 12, n. 2, p. 151-169, 1981.

TARDIFF, Maurice. **Saberes docentes e formação profissional.** Petrópolis: Vozes, 2002. 112p.

TRIVIÑOS, Augusto Nivaldo Silva. **Introdução à pesquisa em Ciências Sociais: a pesquisa qualitativa em educação.** São Paulo: Atlas, 1987. 175p.

VALENTE, José Armando. Diferentes usos do computador na educação. *In*: VALENTE, José Armando. (Org.). **Computadores e conhecimento: repensando a educação.** Campinas, Gráfica da UNICAMP, 1993. p. 1-23.

VALENTE, José Armando. Mudanças na sociedade, mudanças na educação: o fazer e o compreender. *In*: VALENTE, José Armando (Coord.). **O computador na sociedade do conhecimento.** 1ª reimp. Campinas: Unicamp, 2002.p. 29 - 48

VASCONCELOS, Clara; ALMEIDA, Antônio. **Aprendizagem Baseada na Resolução de Problemas no Ensino de Ciências: Proposta de Trabalho para Ciências Naturais, Biologia e Geologia.** Porto, Portugal: Porto, 2012.

VÁZQUEZ, Adolfo Sanchez. **Filosofia da Práxis.** São Paulo: Expressão Popular, 2011. 148p.

VICENTINO, Cláudio. **História Geral.** São Paulo: Scipione, 2011. 544p.

VIDIGAL, Luciana Fajardo. **Conhecimentos Mobilizados por alunos sobre a Noção Integral no contexto das Concepções Operacionais e Estruturais.** 2007. 143f. Dissertação (Mestrado em Educação) - Pontifícia Universidade Católica de São Paulo, São Paulo, 2007. Disponível em: https://tede2.pucsp.br/bitstream/handle/11131/1/dissertacao_luciana_fajardo_vidigal.pdf. Acesso em: 12 ago. 2019.

VIEIRA PINTO, Álvaro. **O conceito de Tecnologia**. Rio de Janeiro: Contraponto, 2005. 548p.

VOGADO, Gilberto Emanuel Reis. **O ensino e a aprendizagem das ideias preliminares envolvidas no conceito de integral, por meio da resolução de problemas**. 2014. 167f. Tese (Doutorado em Educação) - Pontifícia Universidade Católica de São Paulo, São Paulo, 2014. Disponível em: <https://leto.pucsp.br/handle/handle/11017&cd=1&hl=pt-BR&ct=clnk&gl=br>. Acesso em: 13 ago. 2019.

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, 2014.

ZUIN, Elenice de Souza Lodron. Cálculo uma abordagem histórica. *In*: LACHINI, Jonas; LAUDARES, João Bosco. (Orgs.). **Educação Matemática**: a prática educativa sob o olhar de professores de Cálculo. Belo Horizonte: FUMARC, 2001. p. 13 - 36

APÊNDICE 1

Relação das teses e dissertações que discutem o cálculo na formação de professores de Matemática.

Ano	Código	Instituição	Título do trabalho	Orientador(a)	PPGE	Região
2006	D ₁	Pontifícia Universidade Católica de São Paulo – PUC SP	Um estudo sobre o ensino de limite: um tratamento computacional com aplicações.	Célia Maria Carolino Pires	Educação Matemática	Sudeste
2007	D ₂	Pontifícia Universidade Católica de São Paulo – PUC SP	Ensino a distância: uma análise do <i>design</i> de um curso de Cálculo com um olhar no conteúdo de limites e continuidade de uma variável real.	Janete Bolite Frant	Educação Matemática	Sudeste
	D ₃	Pontifícia Universidade Católica de São Paulo – PUC SP	Conhecimentos mobilizados por alunos sobre a noção integral no contexto das concepções operacionais e estruturais.	Benedito Antônio da Silva	Educação Matemática	Sudeste
	D ₄	Universidade Estadual Paulista – UNESP	As representações matemáticas mediadas por <i>softwares</i> educativos em uma perspectiva semiótica: uma contribuição para o conhecimento do futuro professor de matemática	Rosana Giaretta Sguerra Miskulin	Educação Matemática	Sudeste
2008	D ₅	Universidade Federal do Rio de Janeiro – UFRJ	Uma investigação sobre a aprendizagem de integral em turmas iniciais de cálculo	Victor Augusto Giraldo	Ensino de Matemática	Sudeste
2009	D ₆	Universidade Federal de Sergipe – UFS	Uma disciplina, uma história: cálculo na licenciatura em Matemática da Universidade Federal de Sergipe (1972-1990).	Eva Maria Siqueira Alves	Educação	Nordeste
2010	D ₇	Universidade Estadual Paulista – UNESP	O processo de construção de objetos de aprendizagem em cálculo diferencial e integral durante uma atividade de <i>design</i> .	Rosana Giaretta Sguerra Miskulin	Educação Matemática	Sudeste
	D ₈	Universidade Estadual Paulista – UNESP	Processos de visualização e representação de conceitos de cálculo diferencial e integral	Rosana Giaretta Sguerra Miskulin	Educação Matemática	Sudeste

			com um <i>software</i> tridimensional.			
	D ₉	Universidade Federal do Rio de Janeiro – UFRJ	Sobre definições em Cálculo: discussões sobre a construção do conceito de continuidade.	Cláudia Coelho de Segadas Vianna	Ensino de Matemática	Sudeste
	D ₁₀	Universidade Federal de Ouro Preto – UFOP	As tecnologias da informação no estudo do cálculo na perspectiva da aprendizagem significativa.	Felipe Rogério Miranda	Educação Matemática	Sudeste
	D ₁₁	Universidade Federal de Ouro Preto – UFOP	Ensino de funções, limites e continuidade em ambientes educacionais informatizados: uma proposta para cursos de introdução ao cálculo.	Frederico da Silva Reis	Educação Matemática	Sudeste
2011	D ₁₂	Universidade Federal de Ouro Preto – UFOP	A (re)construção do conceito de limite do cálculo para a análise: um estudo com alunos do curso de licenciatura em matemática.	Frederico da Silva Reis	Educação Matemática	Sudeste
	D ₁₃	Pontifícia Universidade Católica de São Paulo – PUC SP	As ideias centrais do teorema fundamental do cálculo mobilizadas por alunos de licenciatura em matemática	Benedito Antônio da Silva	Educação Matemática	Sudeste
	D ₁₄	Pontifícia Universidade Católica de São Paulo – PUC SP	Um estudo das atividades propostas em um curso de licenciatura em matemática, na disciplina de introdução ao cálculo diferencial e integral, na modalidade a distância.	Armando Traldi Júnior	Educação Matemática	Sudeste
	T ₁	Universidade Estadual Paulista – UNESP	Dimensões teórico-metodológicas do cálculo diferencial e integral: perspectivas histórica e de ensino e aprendizagem	Rosana Giaretta Sguerra Miskulin	Educação Matemática	Sudeste
2012	D ₁₅	Universidade Federal de Sergipe – UFS	Processos de comunicação da disciplina cálculo 1 do curso de licenciatura em matemática na	Maria Fernandes Machado Samísia	Ensino de Ciências Naturais e Matemática	Nordeste

			modalidade a distância do CESAD/UFS/UAB			
	T ₂	Universidade Estadual Paulista – UNESP	Tecnologias da informação e comunicação, função composta e regra de cadeia.	Marcelo de Carvalho Borba	Educação Matemática	Sudeste
2014	D ₁₆	Universidade Federal de Ouro Preto – UFOP	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	Frederico da Silva Reis	Educação Matemática	Sudeste
	D ₁₇	Pontifícia Universidade Católica de Minas Gerais – PUC MG	Perspectivas no estudo de limite: numa perspectiva figural e conceitual - foco em objetos de aprendizagem.	João Bosco Laudares	Ensino de Ciências e Matemática	Sudeste
	T ₃	Pontifícia Universidade Católica de São Paulo – PUCSP	O ensino e a aprendizagem das ideias preliminares envolvidas no conceito de integral, por meio da resolução de problemas.	Benedito Antônio da Silva	Educação Matemática	Sudeste
2015	D ₁₈	Universidade Federal de Goiás – UFG	A avaliação da aprendizagem na disciplina cálculo diferencial e integral: em busca de sentidos pedagógicos	Dalva Eterna Gonçalves Rosa	Educação em Ciências e Matemática	Sudeste
	D ₁₉	Universidade Federal do Ceará – UFC	Uso de ferramentas pedagógicas para o ensino de cálculo de uma variável em cursos semipresenciais: o caso do Instituto Federal do Ceará	Gêvane Muniz Cunha	Ensino de Ciências e Matemática	Nordeste
	T ₄	Universidade Estadual Paulista – UNESP	Uma abordagem didático-pedagógica do cálculo diferencial e integral I na formação de professores de matemática.	Rosana Giaretta Sguerra Miskulin	Educação Matemática	Sudeste
2016	T ₅	Universidade Federal do Mato Grosso – UFMT	A organização do ensino de cálculo diferencial e integral na perspectiva da teoria da formação	Marta Maria Pontin Darsie	Educação em Ciências e Matemática	Centro-Oeste

			por etapas das ações mentais de Galperin.			
2017	T ₆	Universidade Federal do Rio Grande do Norte – UFRN	A criatividade matemática de John Wallis na obra <i>Arithmetica Infinitorum</i> : contribuições para ensino de cálculo diferencial e integral na licenciatura em matemática.	Iran Abreu Mendes	Educação	Nordeste
	T ₇	Universidade de Brasília – UNB	Análises de aprendizagens em cálculo diferencial e integral: um estudo de caso de desenvolvimento de conceitos e procedimentos algébricos em uma universidade pública brasileira	Cristiano Alberto Muniz	Educação	Centro-Oeste
	T ₈	Universidade Estadual de Londrina – UEL	Proposta didático-pedagógica para a formação docente em Matemática: investigações de noções conceituais de cálculo diferencial e integral com adoção do vê epistemológico de Gowin.	Irinéia de Lourdes Batista	Ensino de Ciências e Educação Matemática	Sul
	D ₂₀	Universidade Federal do Rio de Janeiro – UFRJ	Aspectos Visuais e gráficos do teorema Fundamental do Cálculo.	Maria Márcia Fusaro Pinto	Ensino de Matemática	Sudeste
2018	D ₂₁	Universidade Estadual de Londrina – UEL	A derivada de uma função em atividades de modelagem matemática.	Lourdes Maria Werle de Almeida	Ensino de Ciências e Educação Matemática	Sul
	T ₉	Universidade Federal do Ceará – UFC	O ensino do cálculo diferencial e integral na perspectiva da sequência Fedathi: caracterização do comportamento de um bom professor.	Hermínio Borges Neto	Educação	Nordeste
	T ₁₀	Universidade Estadual de Londrina – UEL	Delineando uma pesquisa: legitimidades para a disciplina de Cálculo na formação do professor de Matemática.	Ângela Marta Pereira das Dores Savioli	Ensino de Ciências e Educação Matemática	Sul

2019	D ₂₂	Universidade Estadual Paulista – UNESP	A importância do cálculo diferencial e integral para a formação do professor de Matemática da Educação Básica.	Cristiane Nespoli Morelato França	Mestrado Profissional em Matemática em rede Nacional – PROFMAT*	Sudeste
	T ₁₁	Universidade Franciscana	Contribuições das representações semióticas para compreensão de conceitos fundamentais para o cálculo diferencial e integral por alunos de um curso de licenciatura em matemática.	Eleni Bisognin	Ensino de Ciências e Matemática	Sul

*PPG Profissional

Fonte: própria pesquisa.

APÊNDICE 2

Relação de Programas de Pós-Graduação em Educação listadas no site da CAPES.

Região Norte

Nome da IES	nome do programa	link de acesso
Universidade Federal Do Tocantins	Programa de Pós-Graduação em Educação	https://ww2.uft.edu.br/index.php/en-sino/pos-graduacao0/
Universidade Federal de Rondônia	Programa de Pós-Graduação Stricto Sensu em Educação	http://www.ppge.unir.br/pagina/exibir/2383
Universidade Federal do Amazonas	Programa de Pós-Graduação em Educação	http://www.ppge.ufam.edu.br
Universidade Federal do Amapá	Programa de Pós-Graduação em Educação	https://www2.unifap.br/ppged/
Universidade Federal do Acre	Programa de Pós-Graduação em Educação	http://www2.ufac.br/ppge
Universidade Federal do Pará	Programa de Pós-Graduação em Educação	http://www.ufpa.br/ce/ppged
Universidade do Estado do Pará	Programa de Pós-Graduação em Educação	http://ccse.uepa.br/ppged
Universidade Estadual de Roraima	Programa de Pós-Graduação em Educação	https://www.uerr.edu.br/ppge/

Fonte: própria pesquisa

Região Centro-Oeste.

Nome da IES	nome do programa	link de acesso
Universidade Federal de Mato Grosso	Programa de Pós-Graduação em Educação	http://www.ufmt.br/ppge
Universidade do Estado de Mato Grosso	Programa de Pós-Graduação em Educação	http://portal.unemat.br/educacao
Universidade Católica de Brasília	Programa de Pós-graduação Stricto Sensu em Educação	http://www.ucb.br/Cursos/121Educacao/
Universidade de Brasília	Programa de Pós-Graduação Em Educação	http://www.fe.unb.br/ppge
Fundação Universidade Federal de Mato Grosso do Sul	Programa de Pós-Graduação Em Educação	https://ppgedu.ufms.br/
Universidade Federal da Grande Dourados	Programa de Pós-Graduação Em Educação	https://portal.ufgd.edu.br/pos-graduacao/mestrado-doutorado-educacao/index
Universidade Católica Dom Bosco	Programa de Pós-Graduação Em Educação	http://site.ucdb.br/cursos/4/mestrado-e-doutorado/32/mestrado-e-doutorado-em-educacao/627/
Universidade Estadual de Mato Grosso do Sul	Programa de Pós-Graduação Em Educação	http://www.uems.br/pos_graduacao/detalhes/educacao-paranaiba-mestrado-academico
Universidade Estadual de Mato Grosso do Sul	Programa de Pós-Graduação Stricto Sensu - Mestrado Profissional em Educação	http://www.uems.br/pos_graduacao/detalhes/educacao-campo-grande-mestrado-profissional
Pontifícia Universidade Católica de Goiás	Programa de Pós-Graduação Em Educação	http://www.ppgedu.pucgoias.edu.br

Faculdade de Inhumas	Programa de Pós-Graduação Em Educação	http://www.facmais.edu.br/portalm ais
Universidade Federal de Goiás/Campus Jataí	Programa de Pós-Graduação em Educação	http://www.mestradoeducacao.jatai.ufg.br/
Universidade Federal de Goiás/ Campus Catalão	Programa de Pós-Graduação Em Educação	http://www.educacao.catalao.ufg.br /pos/mestrado/
Universidade Federal de Goiás/ Campus Goiânia	Programa de Pós-Graduação Em Educação	http://www.ppge.fe.ufg.br

Fonte: própria pesquisa.

Região Nordeste.

Nome da IES	nome do programa	link de acesso
Universidade Federal do Maranhão	Programa de Pós-Graduação em Educação	http://www.educacao.ufma.br
Universidade Estadual do Maranhão	Programa de Pós-Graduação em Educação (PPGE) – Mestrado Profissional em Educação	https://www.ppge.uema.br/
Universidade Federal do Rio Grande do Norte	Programa de Pós-Graduação em Educação	http://www.ppged.ufrn.br
Universidade do Estado do Rio Grande do Norte	Programa de Pós-Graduação em Educação	http://propeg.uern.br/poseduc/default.asp?item=poseduc-apresentacao
Instituto Federal Rio Grande do Norte	Programa de Pós-Graduação em Educação	https://portal.ifrn.edu.br/ensino/ppge/paginas/apresentacao
Universidade Federal de Pernambuco	Programa de Pós-Graduação em Educação	https://www.ufpe.br/ppgedu
Universidade de Pernambuco	Programa de Pós-Graduação em Educação	http://w2.portais.atrrio.scire.net.br/ufpe-ppge/index.php/pt/
Universidade de Pernambuco	Programa de Pós-Graduação em Formação de Professores e Práticas Interdisciplinares	http://w2.portais.atrrio.scire.net.br/ufpe-ppgfppi/index.php/pt/
Fundação Universidade Federal de Sergipe	Programa de Pós-Graduação em Educação	https://www.sigaa.ufs.br/sigaa/public/programa/apresentacao.jsf?lc=pt_BR&id=136
Universidade Tiradentes	Programa de Pós-Graduação em Educação	https://ppg.unit.br/pped/paginas/apresentacao
Universidade Federal da Bahia	Programa de Pós-Graduação em Educação	http://www.mpe.faced.ufba.br
Universidade Estadual de Feira de Santana	Programa de Pós-Graduação em Educação	http://www2.uefs.br/ppge/
Universidade Estadual do Sudoeste da Bahia	Programa de Pós-Graduação em Educação	http://www2.uesb.br/ppg/ppged/
Universidade Estadual do Ceará	Programa de Pós-Graduação em Educação	http://www.uece.br/ppge/
Universidade Federal do Ceará	Programa de Pós-Graduação em Educação	https://www.ppge.ufc.br/
Universidade Federal do Piauí	Programa de Pós-Graduação em Educação	http://www.ufpi.br/ppged
Universidade Federal de Campina Grande	Programa de Pós-Graduação em Educação	http://www.ppged.ufcg.edu.br/index.php/P%C3%A1gina_principal

Universidade Federal da Paraíba/campus João Pessoa	Programa de Pós-Graduação em Educação	http://www.ce.ufpb.br/ppge
Universidade Federal de Alagoas	Programa de Pós-Graduação em Educação	http://www.ufal.edu.br/unidadeacademica/cedu/pos-graduacao/

Fonte: própria pesquisa

Região Sudeste.

Nome da IES	nome do programa	link de acesso
Universidade Federal de Minas Gerais	Programa de Pós-Graduação em Educação	http://www.posgrad.fae.ufmg.br/site/
Universidade Federal de Uberlândia	Programa de Pós-Graduação em Educação	http://www.ppged.faced.ufu.br
Pontifícia Universidade Católica de Minas Gerais	Programa de Pós-Graduação em Educação	http://www.pucminas.br/pos/educacao
Universidade do Vale do Sapucaí	Programa de Pós-Graduação em Educação	http://pos.univas.edu.br/mestrado-educacao/
Universidade Federal de Alfenas	Programa de Pós-Graduação em Educação	https://www.unifal-mg.edu.br/ppge/
Universidade Federal de Lavras	Programa de Pós-Graduação em Educação	http://www.pprg.ufla.br/educacao/
Universidade Federal de Ouro Preto	Programa de Pós-Graduação Mestrado e Doutorado em Educação	http://www.posedu.ufop.br/
Universidade Federal do Triângulo Mineiro	Programa de Pós-Graduação em Educação	http://uftm.edu.br/stricto-sensu/ppge
Universidade Federal de Viçosa	Programa de Pós-Graduação em Educação	http://www.poseducacao.ufv.br
Universidade de São Paulo	Programa de Pós-Graduação em Educação	http://www.fe.usp.br
Universidade Estadual de Campinas	Programa de Pós-Graduação em Educação	https://www.fe.unicamp.br/pos-graduacao
Universidade Estadual Paulista Júlio de Mesquita Filho/ campus Marília	Programa de Pós-Graduação em Educação	http://www.marilia.unesp.br/posedu/
Universidade Estadual Paulista Júlio de Mesquita Filho/ campus Presidente Prudente	Programa de Pós-Graduação em Educação	https://www.fct.unesp.br/#!/pos-graduacao/--educacao/
Pontifícia Universidade Católica de Campinas	Programa de Pós-Graduação em Educação	https://www.puc-campinas.edu.br/pos-graduacao/programa-de-pos-graduacao-em-educacao-doutorado/
Universidade Católica de Santos	Programa de Pós-Graduação em Educação	https://www.unisantos.br/pos/stricto-sensu/
Universidade Cidade de São Paulo	Programa de Pós-Graduação em Educação	http://www.unicid.edu.br
Universidade Nove de Julho	Programa de Pós-Graduação em Educação	http://www.uninove.br/mestrado-e-doutorado/programa-de-pos-graduacao-em-educacao/apresentacao-do-programa/

Universidade Federal de São Paulo	Programa de Pós-Graduação em Educação	http://ppg.unifesp.br/educacao
Pontifícia Universidade Católica de São Paulo	Programa de Pós-Graduação em Educação	http://www.pucsp.br/
Universidade Federal de São Carlos	Programa de Pós-Graduação em Educação	http://www.ppged.ufscar.br/pt-br
Universidade Estácio de Sá	Programa de Pós-Graduação em Educação	https://portal.estacio.br/cursos/mestrado-e-doutorado/educa%C3%A7%C3%A3o/
Universidade Federal do Estado do Rio de Janeiro	Programa de Pós-Graduação em Educação	http://www.unirio.br/ppgedu
Universidade Federal Fluminense	Programa de Pós-Graduação em Educação	http://ppgeducacao.sites.uff.br/
Pontifícia Universidade Católica do Rio de Janeiro	Programa de Pós-Graduação em Educação	http://www.edu.puc-rio.br
Universidade Federal do Espírito Santo	Programa de Pós-Graduação em Educação	http://www.educacao.ufes.br

Fonte: própria pesquisa

Região Sul.

Nome da IES	nome do programa	link de acesso
Universidade Federal do Paraná	Programa de pós-Graduação em Educação	http://www.prppg.ufpr.br/site/ppge/
Pontifícia Universidade Católica do Paraná	Programa de pós-Graduação em Educação	http://www.pucpr.br/ppge
Universidade Estadual de Maringá	Programa de pós-Graduação em Educação	http://www.ppe.uem.br
Universidade Estadual do Oeste do Paraná	Programa de pós-Graduação em Educação	http://www.unioeste.br/pos/educacao/
Universidade Estadual de Ponta Grossa	Programa de pós-Graduação em Educação	http://www.pitangui.uepg.br/propesp/ppge/
Universidade Estadual de Londrina	Programa de pós-Graduação em Educação	http://www.uel.br/pos/mestredu/
Universidade Federal de Santa Catarina	Programa de pós-Graduação em Educação	http://www.ppge.ufsc.br
Universidade do Estado de Santa Catarina	Programa de pós-Graduação em Educação	https://www.udesc.br/faed/ppge
Universidade do Sul de Santa Catarina	Programa de pós-Graduação em Educação	http://www.unisul.br/presencial/mestrado/mestrado-em-educacao/
Universidade do Planalto Catarinense	Programa de pós-Graduação em Educação	http://www.uniplaclages.edu.br/mestrado_educacao/sobre
Universidade do Vale do Itajaí	Programa de pós-Graduação em Educação	https://www.univali.br/pos/mestrado/mestrado-academico-em-educacao/Paginas/default.aspx
Universidade do Oeste de Santa Catarina	Programa de pós-Graduação em Educação	https://www.unoesc.edu.br/cursos/programas/programa-de-pos-graduacao-em-educacao/apresentacao
Instituto Federal Catarinense	Programa de pós-Graduação em Educação	http://ppge.ifc.edu.br/

Universidade da Região de Joinville	Programa de pós-Graduação em Educação	http://www.univille.br/mestradoedu
Universidade de Caxias do Sul	Programa de pós-Graduação em Educação	https://www.ucs.br/site/pos-graduacao/formacao-stricto-sensu/educacao/
Universidade do Vale do Rio dos Sinos	Programa de pós-Graduação em Educação	http://www.unisinos.br/ppg/educacao/
Pontifícia Universidade Católica do Rio Grande do Sul	Programa de pós-Graduação em Educação	http://www.pucrs.br/humanidades/ppgedu/
Universidade Federal do Rio Grande	Programa de pós-Graduação em Educação	http://www.pppedu.furg.br
Universidade Federal de Pelotas	Programa de pós-Graduação em Educação	http://www.ufpel.edu.br/fae/ppge
Universidade Federal de Santa Maria	Programa de pós-Graduação em Educação	http://www.ufsm.br/ppge

Fonte: própria pesquisa

APÊNDICE 3

Relação de Programas de Pós-Graduação em Ensino, Ensino de Ciências e Matemática, Educação Matemática e Educação Matemática listadas no site da CAPES.

Região Norte

Nome da IES	nome do programa	link de acesso
Universidade Federal do Pará	Programa de Pós-Graduação em Docência em Educação em Ciências e Matemáticas	http://ppgdoc.propesp.ufpa.br/
Universidade Federal do Sul e Sudeste do Pará	Programa de Pós-Graduação em Educação em Ciências e Matemáticas	https://ppgecm.unifesspa.edu.br/
Universidade Federal do Tocantins	Programa de Pós-Graduação em Ensino em Ciências e Matemáticas	https://ww2.uft.edu.br/index.php/ppgecim?view=default
Universidade Federal do Amazonas	Programa de Pós-Graduação em Ensino em Ciências e Matemáticas	http://www.ppgecim.ufam.edu.br/
Universidade Federal do Acre	Programa de Pós-Graduação em Ensino em Ciências e Matemáticas	http://www2.ufac.br/mpecim
Universidade Federal de Rondônia	Programa de Pós-Graduação em Educação Matemática	http://www.ppgem.unir.br/

Fonte: própria pesquisa

Região Centro-Oeste.

Nome da IES	nome do programa	link de acesso
Universidade Federal de Mato Grosso	Programa de Doutorado em Educação em Ciências e Matemática	https://www1.ufmt.br/ufmt/unidade/?l=ppgecem
Universidade do Estado de Mato Grosso	Programa de Pós-Graduação Stricto Sensu em Ensino de Ciências e Matemática	http://portal.unemat.br/ppgecm
Universidade de Cuiabá	Programa de Pós-Graduação Stricto Sensu em Ensino	https://pgsskroton.com.br/unic/programa.php?programa=20
Universidade Federal de Mato Grosso do Sul	Programa de Pós-Graduação em Educação Matemática	https://ppgedumat.ufms.br/
Universidade Anhanguera	Programa de Mestrado em Ensino de Ciências e Matemática	https://pgsskroton.com.br/uniderp/programa.php?programa=26

Instituto Federal de Goiás	Programa de Pós-Graduação em Educação para Ciências e Matemática	http://ifg.edu.br/jatai/campus/pesquisa/pos-graduacao
Universidade Federal de Goiás/campus Goiânia	Programa de Pós-Graduação em Ensino de Ciências e Matemática	https://mestrado.prpg.ufg.br/

Fonte: própria pesquisa

Região Nordeste.

Nome da IES	nome do programa	link de acesso
Universidade Federal de Pernambuco	Programa de Pós-Graduação em Educação em Ciências e Matemática	http://www.ufpe.br/ppgecm
Universidade Estadual de Santa Cruz	Programa de Mestrado em Educação em Ciências e Matemática	http://www.uesc.br/cursos/pos_graduacao/mestrado/ppgecm/
Universidade Federal do Rio Grande do Norte	Programa de Pós-graduação em Ensino de Ciências e Matemática	http://www.posgraduacao.ufrn.br/ppgecm
Instituto Federal do Ceará	Programa de Pós-graduação em Ensino de Ciências e Matemática	https://ifce.edu.br/fortaleza/pgecm
Universidade Federal do Ceará	Programa de Pós-graduação em Ensino de Ciências e Matemática	http://www.ppgencima.ufc.br
Universidade Federal de Sergipe	Programa de Pós-graduação em Ensino de Ciências e Matemática	https://www.sigaa.ufs.br/sigaa/public/programa/portal.jsf?lc=pt_BR&id=224
Universidade Federal do Maranhão	Programa de Pós-graduação em Ensino de Ciências e Matemática	http://www.ppecem.ufma.br/
Universidade Federal de Alagoas	Programa de Pós-graduação em Ensino de Ciências e Matemática	http://www.ufal.edu.br/ppgecim
Universidade Estadual da Paraíba	Programa de Pós-graduação em Ensino de Ciências e Educação Matemática	http://pos-graduacao.uepb.edu.br/ppgecm/

Fonte: própria pesquisa

Região Sudeste.

Nome da IES	nome do programa	link de acesso
Universidade Federal de Viçosa	Programa de Pós-Graduação em Educação em Ciências e Matemática	https://www.mpecm.ufv.br/sobre-o-curso/
Universidade Federal dos Vales do Jequitinhonha e Mucuri	Pós-Graduação em Educação em Ciências, Matemática e Tecnologia,	https://www.ppgecmat.com/
Universidade Federal de Juiz de Fora	Programa de Pós-Graduação Stricto Sensu	http://www.ufjf.br/mestradoedumat/
Universidade Federal de Ouro Preto	Programa de Pós-Graduação em Educação Matemática	http://www.ppgedmat.ufop.br/

Pontifícia Universidade Católica de Minas Gerais	Programa de Pós-graduação em Ensino	http://www.pucminas.br/pos/ensino
Universidade Federal de Lavras	Programa de Pós-Graduação em Ensino de Ciências e Educação Matemática	https://sigaa.ufla.br/sigaa/public/programa/portal.jsf?lc=pt_BR&id=2596
Universidade Federal de Uberlândia	Programa de Pós-Graduação em Ensino de Ciências e Matemática - Mestrado Profissional	http://www.ppgecm.ufu.br/
Universidade Federal de São Carlos	Programa de Pós-Graduação de Educação em Ciências e Matemática	http://www.propg.ufscar.br/pt-br/pos-na-ufscar/programas
Universidade Estadual Paulista Júlio de Mesquita Filho/ campus Rio Claro	Programa de Pós-Graduação em Educação Matemática	https://igce.rc.unesp.br/#!/pos-graduacao/programas-de-pos/educacao-matematica/
Pontifícia Universidade Católica de São Paulo	Programa de Estudos Pós-Graduados em Educação Matemática	https://www.pucsp.br/pos-graduacao/mestrado-e-doutorado/educacao-matematica#apresentacao
Universidade Federal de São Paulo	Programa de Pós-Graduação em Ensino de Ciências e Matemática	http://pecma.sites.unifesp.br/index.php/pt-br/
Universidade Cruzeiro do Sul	Programa de Pós-Graduação em Ensino de Ciências e Matemática	http://www.cruzeirosul.edu.br/pos-graduacao-pesquisa-extensao/mestrado-e-doutorado/ensino-de-ciencias-e-matematica/sobre-o-curso/mestrado/apresentacao/
Instituto Federal de São Paulo	Programa de Pós-Graduação em Ensino e História das Ciências e da Matemática	www.ifsp.edu.br/
Universidade Estadual de Campinas	Programa de Pós-Graduação Multiunidades em Ensino de Ciências e Matemática	https://www.pecim.unicamp.br/
Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro	Programa de Pós-Graduação em Educação em Ciências e Matemática	http://cursos.ufrj.br/posgraduacao/ppgeducimat/
Universidade Federal do Rio de Janeiro	Programa de Pós-Graduação em Ensino de Matemática	http://www.pg.im.ufrj.br/pemat/
Instituto Federal do Espírito Santo	Programa de Pós-Graduação de Educação em Ciências e Matemática	https://educimat.ifes.edu.br/

Fonte: própria pesquisa

Região Sul.

Nome da IES	nome do programa	link de acesso
Universidade Estadual do Oeste do Paraná	Programa de Pós-Graduação em Educação	http://www.unioeste.br/ppgecem

	em Ciências e Educação Matemática	
Universidade Federal do Paraná	Programa de Pós-Graduação em Educação em Ciências e Matemática	http://www.ppgecm.ufpr.br
Universidade Estadual do Paraná	Programa de Pós-Graduação em Educação Matemática	http://prpgem.unespar.edu.br
Universidade Estadual de Londrina	Programa de Pós-Graduação em Ensino de Ciências e Educação Matemática	http://www.uel.br/pos/mecem/dissertacoes.htm
Universidade Estadual de Maringá	Programa de Pós-Graduação para Ciências e a Matemática	http://www.pcm.uem.br
Universidade Estadual do Centro-Oeste	Programa de Pós-Graduação em Ensino de Ciências Naturais e Matemática	https://www3.unicentro.br/ppgen/
Universidade Tecnológica Federal do Paraná	Programa de Pós-Graduação em Ensino de Matemática	http://portal.utfpr.edu.br/cursos/coordenacoes/stricto-sensu/ppg-mat
Universidade do Estado de Santa Catarina	Programa de Pós-Graduação em Ensino de Ciências, Matemática e Tecnologias	http://www.udesc.br/cct/ppgecm
Universidade Regional de Blumenau	Programa de Pós-Graduação em Ensino de Ciências Naturais e Matemática	http://www.furb.br/ppgecm
Pontifícia Universidade Católica do Rio Grande do Sul	Programa de Pós-Graduação em Educação em Ciências e Matemática	http://www.pucrs.br/politecnica/programa-de-pos-graduacao-em-educacao-em-ciencias-e-matematica/
Universidade Federal de Pelotas	Programa de Pós-Graduação em Educação Matemática	http://wp.ufpel.edu.br/ppgemat
Universidade Federal de Santa Maria	Programa de Pós-Graduação em Educação Matemática e Ensino de Física	http://www.ufsm.br/ppgemef
Universidade Luterana do Brasil	Programa de Pós-Graduação em Ensino de Ciências e Matemática	http://www.ulbra.br/ppgecm
Universidade de Caxias do Sul	Programa de Pós-Graduação em Ensino de Ciências e Matemática	https://www.ucs.br/site/pos-graduacao/formacao-stricto-sensu/ensino-de-ciencias-e-matematica/
Universidade Franciscana	Programa de Pós-Graduação em Ensino de Ciências e Matemática	https://www.ufn.edu.br/site/ensino/mestrado/programa-de-posgraduacao-em-ensino-de-ciencias-e-matematica

Fonte: própria pesquisa.