

Mapeamento de pesquisas com foco na Geometria Analítica: Um estudo da produção acadêmica no período 2015 – 2022



<https://doi.org/10.56238/futuroeducpesqutrans-035>

Jocilene Castro Soares

Mestra em Educação Matemática – Programa de Pós-graduação em Educação Matemática e Ensino de Física – Universidade Federal de Santa Maria/UFSM
E-mail: jocilene_castro@hotmail.com

Janice Rachelli

Doutora em Ensino de Ciências e Matemática – Programa de Pós-graduação em Ensino de Ciências e Matemática – Universidade Franciscana/UFN
Professora do Departamento de Matemática da Universidade Federal de Santa Maria/UFSM
E-mail: janice.rachelli@ufsm.br

RESUMO

O presente estudo tem como objetivo principal analisar as perspectivas acerca do processo de ensino e de aprendizagem da Geometria Analítica, presentes em pesquisas da área da Educação

Matemática, o qual está embasado no mapeamento de pesquisas publicadas junto ao Catálogo de Teses e Dissertações da Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior (CAPES) com recorte temporal entre 2015 e 2022. Trata-se de uma pesquisa bibliográfica, onde os dados foram tratados em uma perspectiva qualitativa, com apoio da Análise de Conteúdo. Para a análise foram determinadas três de categorias: Aluno, Professor e Material. Dos resultados obtidos, observou-se uma preocupação por parte dos pesquisadores com as dificuldades apresentadas pelos alunos e que, a utilização de metodologias e teorias reforça a possibilidade de melhoria do ensino e aprendizagem de conceitos da Geometria Analítica tanto na Educação Básica quanto no Ensino Superior.

Palavras-chave: Geometria Analítica, Educação Matemática, Ensino e aprendizagem, Teses e Dissertações, Análise de Conteúdo.

1 INTRODUÇÃO

A Geometria Analítica tem origem em uma ideia, considerada pelos matemáticos, como muito simples, que foi introduzida por René Descartes (1596-1650), no século XVII. É uma ideia extremamente original, pois expõe a criação de um sistema de coordenadas que identifica um ponto P do plano com um par de números reais (x, y) (BOYER, 1996). A partir disso, podemos caracterizá-la como o estudo das propriedades geométricas de uma figura com base em uma equação; o estudo dos pares ordenados de números (x, y) que são soluções de uma equação, por meio das propriedades de uma figura geométrica (BRASIL, 2006).

A Geometria Analítica destaca-se por suas contribuições na ampliação dos significados de noções dos campos da álgebra, geometria e funções, permitindo, por exemplo, a aplicação de propriedades geométricas das curvas cônicas tanto na “[...] modelagem de fenômenos na ciência (como órbitas de corpos celestes, trajetórias de projéteis) [quanto] na confecção de artefatos tecnológicos (como antenas parabólicas, lâmpadas de dentistas e telescópios)” (BRASIL, 2018, p. 166).



De acordo com a Base Nacional Comum Curricular – BNCC, é importante, aproximar a “Álgebra com a Geometria, desde o início do estudo do plano cartesiano, por meio da Geometria Analítica” (BRASIL, 2018, p. 272). Os conceitos relacionados à mesma permitem a articulação entre Geometria e Álgebra, visto que esta articulação se torne significativa para o estudante. Neste contexto, entende-se que o professor precisa trabalhar duas vias: o entendimento de figuras geométricas via equações e o entendimento de equações via figuras geométricas. Por exemplo, fazendo o aluno perceber que a equação $x = 3$, corresponde a uma reta paralela ao eixo y ; e que qualquer ponto que tenha segunda coordenada negativa não pode estar na curva $y = x^2$ (BRASIL, 2006).

A apropriação de conceitos e propriedades da Geometria Analítica, pelos estudantes “[...] é favorecida muito mais por um trabalho investigativo, envolvendo [...] articulações [dos campos da Álgebra, Geometria e Funções], do que pelo fornecimento de um rol completo de tipos de equações ou de nomenclaturas, como é feito usualmente no Ensino Médio” (BRASIL, 2018, p. 166). Nesta perspectiva, compreende-se, com base nos Parâmetros Curriculares Nacionais – PCN+ (BRASIL, 2002) e nas Orientações Curriculares Nacionais para o Ensino Médio – OCNEM (BRASIL, 2006), que a simples apresentação de equações, sem explicações fundadas em raciocínios lógicos, deve ser evitada pelo professor.

Com a Geometria Analítica, é possível “resolver problemas do mundo físico e de diferentes áreas do conhecimento, estudar posição e deslocamentos no espaço, formas e relações entre elementos de figuras planas e espaciais, investigar propriedades e produzir argumentos geométricos convincentes” (BRASIL, 2018, p. 81). O documento preliminar da Base Nacional Comum Curricular – BNCC (BRASIL, 2016) destaca a capacidade de visualização e a relação com outras áreas da Matemática:

A Geometria Analítica deve ser trabalhada de modo articulado com a Álgebra, ampliando a capacidade de visualização. É importante valorizar não apenas a manipulação algébrica, mas enfatizar o significado geométrico dos coeficientes de equações (da reta e da circunferência), de retas paralelas e perpendiculares, entre outras. As articulações entre a Geometria Analítica e outras áreas da Matemática escolar também podem ser enfatizadas, quando do estudo de ideias envolvendo crescimento e decrescimento, taxas de variação de uma função, entre outros temas (BRASIL, 2016, p. 563).

Ademais, a Geometria Analítica é parte integrante dos componentes curriculares dos cursos das áreas exatas e tecnológicas, tais como, Matemática, Física e Engenharias. Seu estudo é relevante, pois os tópicos tratados na Geometria Analítica são fundamentais para o entendimento de conceitos tratados no Cálculo Diferencial e Integral e também na Álgebra Linear.

Apesar de sua importância, o estudo da Geometria Analítica é considerado um tanto complexo pelos estudantes, inclusive pelos graduandos em Matemática, o que acaba dificultando a sistematização do pensamento em relação a esta área do conhecimento matemático.



Com todos os avanços tecnológicos, muitos recursos e estratégias estão disponíveis para auxiliar o professor em sua prática pedagógica, objetivando facilitar o entendimento do estudante quanto aos conceitos, o que pode tornar a aprendizagem significativa e desafiadora por expor uma variedade de representações simultaneamente. Além de recursos tecnológicos, pesquisadores da área de Educação Matemática também vêm utilizando teorias e metodologias diferenciadas como forma de propiciar aos estudantes o entendimento dos conteúdos tratados na Geometria Analítica. Sendo assim, é importante conhecermos como esses estudos foram realizados e quais resultados foram obtidos nas pesquisas.

Diante desse contexto, define-se como questões de pesquisa: Quais são os principais aspectos teóricos e metodológicos que foram utilizados para investigar o ensino e a aprendizagem da Geometria Analítica? Em quais contextos educativos as pesquisas têm sido desenvolvidas? Quais os resultados consensuais são observados nas pesquisas analisadas? Tem-se como objetivo principal analisar as perspectivas acerca do processo de ensino e de aprendizagem da Geometria Analítica, presentes em pesquisas da área da Educação Matemática, no período 2015-2022.

Para tanto, inicialmente, foi realizada uma busca junto ao Catálogo de Teses e Dissertações da Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior (CAPES), em que, a partir dos dados selecionados foram destacados os objetivos propostos, o contexto educativo, o conteúdo matemático de Geometria Analítica abordado, as teorias e metodologias empregadas e os resultados obtidos nas pesquisas analisadas. Esse tipo de análise permite investigar diferenças e semelhanças entre estudos, bem como identificar resultados consensuais obtidos nas diferentes pesquisas, tendo como foco o ensino e a aprendizagem da Geometria Analítica.

2 METODOLOGIA

Para analisar as perspectivas do processo de ensino e aprendizagem, no que tange aos conceitos de Geometria Analítica, foi realizada uma pesquisa bibliográfica de cunho teórico, por meio de um mapeamento de pesquisas publicadas junto ao Catálogo de Teses e Dissertações da Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior (CAPES). Os dados obtidos foram tratados em uma perspectiva qualitativa (TOZONI-REIS, 2009) com apoio da Análise de Conteúdo (BARDIN, 2004). A pesquisa qualitativa, segundo Tozoni-Reis (2009), defende a ideia de que importa muito mais a compreensão e interpretação dos conteúdos do que descrevê-los, quando se trata de uma produção de conhecimentos sobre os fenômenos humanos e sociais. A Análise de Conteúdo constitui-se um conjunto de técnicas usadas para descrever e interpretar o conteúdo de documentos e textos e caracteriza-se como:

[...] um conjunto de técnicas de análise das comunicações visando obter, por procedimentos sistemáticos e objetivos de descrição do conteúdo das mensagens, indicadores (quantitativos



ou não) que permitam a inferência de conhecimentos relativos às condições de produção/recepção [...] destas mensagens (BARDIN, 2004, p. 31).

A análise de conteúdo constitui-se de três grandes fases: Pré-análise, a Exploração do material e o Tratamento dos resultados e interpretação. A primeira fase é definida por Bardin (2004) como a fase de organização que pode utilizar vários procedimentos, tais como: leitura flutuante, hipóteses, objetivos e elaboração de indicadores para fundamentar a interpretação. Nesta fase, sistematizamos as ideias iniciais, ou seja, constituiu-se o *corpus* documental da pesquisa, formado por teses e dissertações, selecionadas no Catálogo de Teses e Dissertações da CAPES, com um recorte temporal no período de 2015 a 2022.

Na segunda fase, Exploração do material, a análise das teses e dissertações foi feita por meio de um fichamento com as características principais das obras selecionadas: título, autor, ano de publicação, instituição, modalidade, palavras-chave, objetivo, conteúdos matemáticos abordados, fundamentação teórica, metodologia, sujeitos da pesquisa e resultados. O fichamento utilizado é uma adaptação do modelo de Fiorentini e Lorenzato (2012), em que os autores destacam que estas anotações ajudam na organização dos registros de uma maneira sistemática. A partir daí, foi possível organizar e enxergar os dados que foram utilizados para a elaboração de categorias.

Na última fase, Tratamento dos dados e interpretação, foi realizada a categorização, que consistiu na classificação dos elementos segundo suas semelhanças e por diferenciação, com posterior reagrupamento, em função de características comuns. A partir do mapeamento das pesquisas, foram criadas categorias para organização destas, a fim de colaborar na elaboração da produção de dados.

2.1 COLETA, SELEÇÃO E EXPLORAÇÃO DOS DADOS

Nesta seção, apresentamos a forma como os dados foram coletados e organizados. Estas ações correspondem às fases de Pré-análise e Exploração do material, segundo Bardin (2004).

A busca e levantamento dos dados foram realizados junto ao Catálogo de Teses e Dissertações da CAPES utilizando a ferramenta de busca inserindo o termo “Geometria Analítica”, onde encontramos 403 pesquisas. Depois, refinamos a pesquisa para o intervalo de tempo da pesquisa 2015-2022, que resultou em 232 pesquisas. Este período foi estabelecido, visto que, nesta busca, observamos a publicação da tese de doutorado de Santos (2016), em que a autora analisou pesquisas publicadas no período 1991-2014. A partir deste ponto, utilizamos o refinamento de resultados:

- Educação Matemática e Ensino de Ciências e Matemática (46 pesquisas).

Ao realizar a fase da Pré-análise, verificamos que 20 trabalhos não trataram especificamente de Geometria Analítica ou não estavam dentro do período de publicação analisado. Sendo assim, selecionamos, para o *corpus* desta pesquisa, 26 trabalhos, os quais estão identificados no Quadro 1, em ordem crescente ao ano de publicação, conforme o tipo de trabalho, instituição, título, autor e ano.



Quadro 1- Identificação dos trabalhos

T	Tipo Instituição	Título	Autor	Ano
1	Tese Pontifícia Universidade Católica de São Paulo	Geometria Analítica no espaço: Análise das organizações matemática e didática em materiais didáticos	COSTA, Acylena Coelho	2015
2	Dissertação Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Espírito Santo	A utilização de saberes culturais como contribuição para o ensino e aprendizagem de conceitos de Geometria Analítica em uma turma de EJA	LOURES, Marcela Andrade Martins	2015
3	Tese Pontifícia Universidade Católica de São Paulo	Parametrização e movimentação de curvas e superfícies para uso em modelação matemática	PARANHOS, Marcos de Miranda	2015
4	Tese Universidade Luterana do Brasil	A Teoria dos Registros de Representação Semiótica em um ambiente virtual de aprendizagem: uma proposta metodológica explorando os conceitos de ponto, reta e circunferência no Ensino Médio	DALLEMOLE, Joseide Justin	2015
5	Dissertação Universidade Federal de Santa Maria	A aprendizagem da Geometria Analítica do Ensino Médio e suas representações semióticas no GraFeq	HALBERSTADT, Fabricio Fernando	2015
6	Tese Universidade Anhanguera de São Paulo	Articulação das representações cartesiana, paramétrica e polar de retas e circunferências, na transição do ensino médio, e do ensino superior	SILVA, Carlos Roberto da	2015
7	Dissertação Universidade de Vassouras	Proposta de uma unidade de ensino potencialmente significativa para subsidiar o estudo de Geometria Analítica auxiliada pelo software GeoGebra	MENDES, Gilnei	2015
8	Tese Pontifícia Universidade Católica de São Paulo	O Estado da Arte das pesquisas brasileiras sobre Geometria Analítica no período de 1991 a 2014	SANTOS, Adriana Tiago Castro dos	2016
9	Dissertação Pontifícia Universidade Católica de São Paulo	Um estudo didático das cônicas: quadros, registros e pontos de vista	SIQUEIRA, Carlos Alberto Fernandes de	2016
10	Dissertação Universidade Anhanguera de São Paulo	Vetores e suas representações nos livros didáticos de Engenharia	ANDREOTTI, Celso Luiz	2017
11	Dissertação Universidade Federal do Pará	O material manipulável no ensino e aprendizagem das noções básicas de Geometria Analítica a um aluno com cegueira	CARDOSO, Lucelia Valda de Matos	2017
12	Dissertação Universidade Federal de Santa Maria	Explorando recursos do GeogebraBook no estudo de quádricas a partir de diferentes representações	LONDERO, Nandyne	2017
13	Dissertação Universidade Federal do Amazonas	Aprendizagem de Geometria Analítica a partir de Conversões de Registros de Representação Semiótica com Exploração dos Temas: ponto, reta e circunferência com o uso do	AZEVEDO, Alysson Roberto Garcia	2018



		GeoGebra no Ensino Médio		
14	Dissertação Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Espírito Santo	Contribuições das representações semióticas para a aprendizagem da Geometria Analítica	OLIVEIRA, Jader de	2018
15	Tese Universidade Estadual de Maringá	Investigação acerca do ensino de Geometria Analítica numa abordagem baseada em vídeos	MILANI, Maísa Lucia Cacita	2018
16	Dissertação Universidade Cruzeiro do Sul	Uma proposta de Sequência Didática para o ensino de Geometria Analítica no ensino superior com o uso do GeoGebra	PRATES, José Fernando Santiago	2018
17	Tese Fundação Universidade Federal de Mato Grosso do Sul	Linguagem Digital, Celulares e Geometria Analítica: encontros com alunos do Ensino Médio	OLIVEIRA, Adamo Duarte de	2019
18	Dissertação Universidade Federal de Juiz de Fora	Formação e reelaboração de imagens e definições de conceito relacionadas ao ensino de vetores em Geometria Analítica	LOPES, Leide Maria Leão	2019
19	Tese Pontifícia Universidade Católica de São Paulo	Dispositivo de pesquisa e formação profissional PEP- FP/TAD: constituição do conhecimento docente para o ensino de Geometria Analítica Plana do ponto e da reta	FREITAS, Rita Lobo	2019
20	Dissertação Universidade Anhanguera de São Paulo	A metodologia da sala de aula invertida para ensino de Geometria Analítica em um curso de engenharia	GONÇALVES, Sandra Carvalho	2019
21	Tese Pontifícia Universidade Católica de São Paulo	Construção de um percurso de estudo e pesquisa para formação de professores: o ensino de cônicas	BENITO, Ricardo Nicasso	2019
22	Dissertação Universidade Federal do Acre	(Res)significações de saberes por licenciandos que vivenciam estudo de aula sobre distância entre dois pontos	OLIVEIRA, Michael Araujo de	2020
23	Dissertação Universidade Estadual de Maringá	A trajetória escolar da Geometria Analítica no Ensino Secundário Brasileiro: Constituição e funcionamento em tempos da Reforma Francisco Campos, 1931-1942	ORUÊ, Gabriela Regina Vasques	2020
24	Tese Universidade Franciscana	Transformações adaptativas em conteúdos de Geometria Analítica: um estudo de caso envolvendo Transposição Didática	AFONSO, Reginaldo Fabiano da Silva	2021
25	Tese Pontifícia Universidade Católica de São Paulo	Um modelo didático de referência baseado em atividades de estudo e investigação para o ensino de cônicas na escola básica	SIQUEIRA, Carlos Alberto Fernandes de	2021
26	Dissertação Pontifícia Universidade Católica de Minas Gerais	O ensino híbrido – <i>Blended Learning</i> – uma proposta para o estudo de cônicas em cursos superiores	SOUZA, Marcelo Mesquita de	2021

Fonte: Produzido pelas autoras.



Como se pode observar no Quadro 1, do total de trabalhos, foram identificadas 11 teses de doutorado e 15 dissertações de mestrado. Nota-se a existência de maior número de publicações nos anos de 2015 (sete trabalhos) e 2019 (cinco trabalhos) e que nove estudos foram realizados em instituições federais de ensino, dois em universidades estaduais e 15 em instituições privadas. Não foram encontrados trabalhos no ano de 2022.

3 ANÁLISE DOS DADOS E RESULTADOS

Para a análise dos dados, elencamos três categorias de análise: Categoria Aluno; Categoria Professor e Categoria Materiais. Estas categorias de análise emergiram do trabalho, visto que, após termos feito o fichamento, observamos que algumas delas tinham alunos como sujeitos de pesquisa, outras apresentam os professores em formação inicial e continuada como sujeitos da pesquisa e algumas delas eram focadas nos processos de ensino e aprendizagem, como a análise de livros didáticos e documentos oficiais. Classificando as 26 pesquisas por categorias constatamos que a maior parte delas escolheu o aluno como principal sujeito (12 pesquisas), seis são as pesquisas que compõem a Categoria Professor e oito são da Categoria Material.

3.1 ANÁLISE DA CATEGORIA ALUNO

No Quadro 2, são apresentadas as 12 pesquisas que foram classificadas como Categoria Aluno, em que são identificados os trabalhos, conforme Quadro 1, o autor (ano), os sujeitos da pesquisa e os conteúdos matemáticos de Geometria Analítica abordados.

Quadro 2– Categoria Aluno: Sujeitos da pesquisa e conteúdos matemáticos

T	Autor (ano)	Sujeitos da pesquisa	Conteúdos matemáticos
2	Loures (2015)	Uma turma de alunos da terceira etapa do ensino médio na modalidade de Educação de Jovens e Adultos (EJA)	Distância entre dois pontos
3	Paranhos (2015)	Alunos do Ensino Superior da área de Ciências Exatas, especialmente de cursos de Engenharia e Ciências da Computação e que já cursaram ou estão cursando as disciplinas envolvidas	Parametrização de curvas e superfícies
4	Dallemole (2015)	64 alunos de duas turmas de terceiro ano do Ensino Médio de uma escola pública do município de Canoas/ RS	Ponto, reta e circunferência
5	Halberstadt (2015)	18 alunos de uma turma de terceiro ano do Ensino Médio Regular do Colégio Estadual Manoel Ribas de Santa Maria/RS	Reta, circunferência e parábola
6	Silva (2015)	Grupo de 16 estudantes do terceiro ano do Ensino Médio	Representação cartesiana e polar de curvas; parametrização de reta e circunferência
11	Cardoso (2017)	1 aluno cego do terceiro ano do Ensino Médio	Coordenadas cartesianas; distância entre dois pontos; ponto médio de um segmento
13	Azevedo (2018)	18 alunos do terceiro ano do Ensino médio de uma escola estadual de	Ponto, reta, plano, circunferência e cônicas



		Manaus	
14	Oliveira (2018)	22 alunos de uma turma de Ensino Médio de uma escola pública em Vitória	Sistemas de equações lineares; plano cartesiano; inequações
15	Milani (2018)	24 alunos com idades entre 15 e 17 anos cursando o 2º e o 3º anos do Ensino Médio de uma escola particular do Paraná	Plano cartesiano; distância entre dois pontos; equação da reta; equação da circunferência
16	Prates (2018)	44 alunos da disciplina de Geometria Analítica de uma universidade de São Paulo	Vetores
17	Oliveira (2019)	6 alunos do Ensino Médio de uma escola de Mato Grosso do Sul	Ponto; reta; distância entre dois pontos
25	Afonso (2021)	Alunos do curso de Engenharia Ambiental e Sanitária da Universidade Federal do Pampa	Cônicas

Fonte: Produzido pelas autoras.

Os dados apresentados no Quadro 2, permitem observar que dos 12 trabalhos dessa categoria, oito tiveram como sujeitos de pesquisa alunos do Ensino Médio, sendo uma delas com aluno com necessidade especial, uma pesquisa foi desenvolvida com alunos do EJA e três pesquisas apresentam como sujeitos os alunos de Ensino Superior.

Essas pesquisas buscam suprir a necessidade de mudanças para o processo de ensino e aprendizagem da Geometria Analítica, diante das dificuldades e, buscam alternativas a partir do uso de métodos diferenciados, visando facilitar o ensino e a aprendizagem dos alunos.

No que tange os aspectos teóricos, os autores Dallemole (2015), Halberstadt (2015), Azevedo (2018), Oliveira (2018) têm como fundamentação a Teoria dos Registros de Representação Semiótica de Raymond Duval; teoria muito utilizada em pesquisas que envolvem compreensão e a apreensão do conhecimento matemático.

Paranhos (2015) optou pela Modelagem Matemática verificando a forma como os conteúdos de Geometria Analítica são ensinados para poder apresentar propostas de aprofundamento, articulação e aplicação dos mesmos, com intuito de aprimorar os resultados obtidos no seu aprendizado e utilização.

O estudo de Loures (2015) e Prates (2018) se baseou na teoria Histórico-Cultural; Loures (2015) a partir dos teóricos Lev Vygotsky e Alexei Leontiev e, Prates (2018) uniu a aprendizagem e o desenvolvimento segundo enfoque Histórico-Cultural e o uso das Tecnologias de Informação.

Oliveira (2019) também se baseou nos estudos de Lev Vygotsky sobre os processos mentais superiores juntamente com os processos de internalização e externalização de Jean Valsiner e Ciclo de Ações de José Armando Valente.

Na pesquisa de Silva (2015), a fundamentação teórica foi centrada nos trabalhos de Pierre Van Hiele, Efrain Fischbein e Raymond Duval, sobre o pensamento geométrico e a Teoria dos Campos Conceituais de Gérard Vergnaud, sobre a formação de conceitos.



Cardoso (2017) usou como aspectos teóricos, várias pesquisas sobre Educação Matemática para pessoas cegas.

Milani (2018) fundamentou sua pesquisa na Teoria da Aprendizagem Significativa de Ausubel e Teoria Cognitiva da Aprendizagem Multimídia proposta por Richard E. Mayer.

Já a pesquisa de Afonso (2021) baseou-se nos conceitos de Transposição Didática e de Situações Didáticas discutindo como esses dois fatores influenciam as relações didáticas do sistema didático a partir de uma análise documental e investigação experimental.

Como podemos observar são variados os aspectos teóricos para fundamentar as pesquisas, sendo a Teoria das Registros de Representação Semiótica a mais utilizada.

No que se referem à metodologia, três pesquisas dessa categoria utilizaram a Engenharia Didática: Halberstadt (2015), Silva (2015) e Azevedo (2018). Essa metodologia se divide em quatro fases, que são: análise preliminar, concepção e análise a priori das situações; experimentação e análise a posteriori e validação dos resultados. Paranhos (2015) também usou a Engenharia Didática para desenvolver atividades de Modelagem Matemática em ambiente computacional e, Oliveira (2018) fez uso da Modelagem Matemática. A Modelagem Matemática parte do que já é conhecido do aluno para poder chegar a um saber mais elaborado.

Os estudos de Milani (2018), Prates (2018) e Oliveira (2019) deram enfoque para o uso de *softwares* como metodologia de pesquisa.

Dallemole (2015) usou na sua pesquisa a articulação entre a teoria dos Registros de Representação Semiótica e as tendências metodológicas adequadas para a Geometria Analítica para a implementação de um experimento com foco no processo de ensino e aprendizagem deste conteúdo no Ensino Médio, ou seja, o que é estudado, como e quando é estudado.

Loures (2015) utilizou procedimentos metodológicos que se aproximam da metodologia de Pesquisa Participante envolvendo a coleta de dados por meio de anotações no diário de campo, observação em sala de aula e aplicação de questionários aos sujeitos da pesquisa.

Os pesquisadores Cardoso (2017) e Afonso (2021) optaram pelo Estudo de Caso como metodologia de pesquisa. Afonso (2021) também usou em sua pesquisa a Análise Documental.

Finalizada as análises em relação ao contexto educativo, aspectos teóricos e aspectos metodológicos, passamos para a análise dos resultados das pesquisas da Categoria Aluno.

As análises das atividades da pesquisa de Loures (2015) mostraram a possibilidade de utilizar a perspectiva histórico-cultural de forma a favorecer o ensino e a aprendizagem da Matemática no Ensino de Jovens e Adultos. Essa pesquisa teve como produto final um Guia Didático com conceitos de Geometria Analítica para o ensino destes alunos.

Paranhos (2015) dividiu a aplicação da sua pesquisa em duas etapas. Na primeira etapa foi proposta atividades de parametrização de curvas e superfícies com o uso dos softwares e percebeu-se



a possibilidade de sistematizar, articular e dar aplicabilidade aos objetos estudados podendo articular nas diferentes disciplinas envolvidas. Na segunda etapa da pesquisa foram propostas atividades de reprodução de situações da realidade em ambiente computacional e constatou-se que os objetos matemáticos podiam ser aplicados de maneira bastante satisfatória nos modelos propostos e o grau de aprofundamento dos conteúdos foram aumentados com relação ao que se costumava fazer. Paranhos (2015) destaca ainda que estas formas de trabalho apresentadas na pesquisa não descartam aquilo que já é feito no contexto convencional, mas que os resultados são favoráveis na profundidade que se pode dar aos objetos estudados e na forma de trabalho que pode se tornar mais agradável e estimulante aos alunos.

A pesquisa de Dallemole (2015), citou que os alunos, inicialmente, apresentaram resistência em se adaptar a metodologia que foi proposta e dificuldades com os conteúdos de ponto, reta e circunferência, sugerindo a ampliação das atividades desenvolvidas, mas apresentaram melhoras significativas conforme iam retornando aos estudos com os recursos didáticos da sequência didática e realizavam novos testes adaptativos. Foi constatado que para a implementação de uma sequência didática de Geometria Analítica articulada aos Registros de Representação Semiótica, é primordial fazer abordagens didático-pedagógicas mobilizando e articulando os diferentes registros semióticos e diferentes tendências metodológicas para o ensino da Matemática.

Halberstadt (2015), que também utilizou a Teoria dos Registros de Representação Semiótica, apontou o reconhecimento dos objetos matemáticos abordados nos seus diferentes registros de representação semiótica como condição prioritária para sua compreensão e, que de modo geral, os alunos apresentaram um desenvolvimento satisfatório ao longo da sequência didática, com melhora na compreensão dos objetos matemáticos e deu destaque ao engajamento por parte dos alunos na resolução das atividades.

Em sua pesquisa, Silva (2015) comprovou que a articulação entre as representações cartesiana, paramétrica e polar de curvas planas, com uso de dois ambientes, um papel e lápis e outro informático, favoreceram aos alunos para o entendimento das noções de reta e circunferência. Os resultados corroboraram com a proposta da pesquisa permitindo trabalhar o fazer matemática e o saber pensar matemático.

Cardoso (2017) mostrou que o uso do material manipulável contribuiu para o aprendizado e a compreensão dos conceitos matemáticos de Geometria Analítica. Analisando os dados, percebeu-se a contribuição significativa na compreensão dos conceitos proporcionando o fortalecimento da interação na construção do material manipulável.

Após a aplicação das atividades em sua pesquisa, Azevedo (2018) constatou que a utilização do *software* GeoGebra possibilitou a melhor compreensão e a interpretação dos conceitos de Geometria



Analítica do Ensino Médio a partir dos Registros de Representação Semiótica, mostrando ser uma proposta eficiente no processo de ensino e aprendizagem de Matemática.

Ao utilizar os Modelos de programação linear, Oliveira (2018) mostrou em seus resultados que a utilização desta metodologia pode auxiliar no processo de ensino da Geometria Analítica, sendo um elemento de motivação e contextualização trazendo exemplos do cotidiano para o ambiente escolar. A pesquisa teve como produto um Guia Didático com atividades apresentadas em conjunto com as orientações para os que desejam desenvolver um trabalho envolvendo a Geometria Analítica e o Modelo de Programação Linear.

Milani (2018) apontou em seus resultados que a sequência de vídeos que utilizou com os alunos do Ensino Médio com base na Teoria Cognitiva da Aprendizagem Multimídia, exerceram influências positivas na aprendizagem da Geometria Analítica, trazendo conhecimentos prévios e com grande potencial para gerar ambientes convidativos e instigantes para os alunos.

Em seus resultados, Prates (2018) concluiu que os alunos que ingressam no Ensino Superior, em sua maioria, apresentam certo grau de dificuldade nos conteúdos básicos e dificuldades de interpretação dos enunciados. Ele traz como alternativa para ajudar o aluno na abstração à utilização de metodologias de estudo que estimulam o raciocínio lógico para obterem melhores resultados. Prates (2018) também citou que os alunos estão abertos ao uso de novas tecnologias no auxílio da aprendizagem.

A análise de dados da pesquisa de Oliveira (2019) evidenciou que o processo de estruturação dos conhecimentos de Geometria Analítica, vivenciados pelos alunos perpassaram as três camadas do sistema de internalização e externalização. Durante o processo de estruturação observou-se o surgimento de estratégias que os alunos utilizaram para a resolução das tarefas e que os conhecimentos mobilizados passaram a se constituir como catalisadores cultivados pelos alunos. Destacou-se que o celular por ser uma tecnologia móvel, possibilitou a articulação do processo de estruturação dos conhecimentos iniciado na escola e continuado em casa a partir do compartilhamento de áudios, pelo uso do aplicativo *WhatsApp* que permitiu a discussão sobre os conhecimentos da Geometria Analítica e também pelo uso de *PrintScreen* pelos sujeitos da pesquisa. Ainda salientou que o uso das novas tecnologias no espaço escolar pode ser pertinente para os professores e para os alunos.

Afonso (2021) apresentou em seus resultados que a experiência desenvolvida nos 12 encontros virtuais foi satisfatória tendo em vista o envolvimento dos alunos, a estimulação do desenvolvimento da autonomia intelectual e a convivência no trabalho em grupo. A dinâmica permitiu que os alunos se apoderassem de novos conceitos sobre hipérbole e elipse.

Ao analisar os resultados das pesquisas podemos observar que com as metodologias utilizadas foram obtidas melhoras significativas na motivação e no desempenho dos alunos quanto aos conceitos de Geometria Analítica tratados.



3.2 ANÁLISE DA CATEGORIA PROFESSOR

No Quadro 3 são apresentadas as pesquisas que foram classificadas como Categoria Professor, em que são identificados os trabalhos, o autor (ano), os sujeitos e os conteúdos matemáticos abordados. Cabe destacar que nesta categoria foram consideradas as pesquisas que envolvem a formação inicial e continuada de professores de Matemática.

Quadro 3 – Categoria Professor: sujeitos da pesquisa e conteúdos matemáticos

T	Autor (ano)	Sujeitos da pesquisa	Conteúdos matemáticos
18	Lopes (2019)	Sete alunos do curso de Licenciatura em Matemática	Vetores
19	Freitas (2019)	Uma turma de estudantes da licenciatura	Ponto e reta
20	Gonçalves (2019)	Dois professores Geometria Analítica e Álgebra Vetorial	Matrizes e Sistemas; Vetores; produto escalar e vetorial; equações de retas e planos
21	Benito (2019)	16 estudantes do curso de Licenciatura em Matemática e bolsistas do programa de Residência Pedagógica	Cônicas
22	Oliveira (2020)	Grupo de seis licenciandos do curso de Matemática do Instituto Federal do Acre	Distância entre dois pontos
26	Souza (2021)	6 alunos do nível superior do curso de Matemática de uma faculdade de Montes Claros – MG	Cônicas

Fonte: Produzido pelas autoras.

Como podemos observar no Quadro 3, das seis pesquisas listadas, a maioria, cinco delas foram desenvolvidas com professores em formação inicial e, apenas uma, com professores que atuam como docentes.

Em se tratando dos aspectos teóricos, observamos que duas pesquisas usaram como fundamentação os estudos sobre a Teoria Antropológica do Didático, são elas: Freitas (2019) e Benito (2019). Esta teoria foi desenvolvida por Yves Chevallard nos anos 1990, e tem como objeto de estudo o processo de ensino e aprendizagem. Segundo Chevallard, as atividades matemáticas podem ser realizadas por meio de uma organização matemática que possui formas de ensinar correspondentes em cada organização didática.

Na pesquisa de Lopes (2019) utilizou-se a teoria do Pensamento Matemático Avançado como fundamentação teórica baseando-se nos estudos de David Tall e Shlomo Vinner. De acordo com estes estudiosos, ocorre a associação simbólica ao conceito na formação do pensamento, sendo uma maneira de compreender e comunicar o que se aprendeu e quando isso acontece, ocorre a manipulação mental do aprendiz.

Gonçalves (2019) trouxe em sua pesquisa como fundamentação teórica a Prática Educativa que está relacionada à formação do professor, a Sala de Aula Invertida e as Metodologias Ativas que têm a preocupação em atingir de forma eficaz o aluno, dando-lhe responsabilidade e autonomia.



Em sua pesquisa, Oliveira (2020) utilizou as teorias Estudo de Aula e Saberes Docentes. A teoria sobre o Estudo de Aula incide em reflexões e análises de um curso que tem início com o diagnóstico dos saberes docentes que fazem parte da prática pedagógica de cada um, de quais metodologias utilizarem em cada conteúdo e da elaboração e aplicação de aulas observando o grupo e por fim, a análise desta aula ministrada.

Souza (2021) traz a teoria do Ensino Híbrido para sua pesquisa. Segundo ele, o Ensino Híbrido se baseia em desenvolver técnicas envolvendo o ensino *online* e o presencial focando na personalização do ensino, o que implica na mudança da percepção da realidade escolar dos alunos, que passam a acessar o conteúdo em qualquer momento e lugar deixando de depender exclusivamente de instruções dos professores.

Da mesma forma que observado na Categoria Aluno, aqui também foram utilizadas várias teorias havendo uma predominância na Teoria dos Registros de Representações Semióticas.

Assim como nos aspectos teóricos, as metodologias das pesquisas Freitas (2019) e Benito (2019) também se assemelham, pois, ambas utilizaram a metodologia da Engenharia Didática, que consistiu na aplicação de uma sequência didática planejada em um grupo ou turma de alunos.

Lopes (2019) utilizou a metodologia Experimento de Ensino. Esta metodologia constitui-se de atividades que objetivam a construção de hipóteses elaboradas pelos participantes em seus registros e o pesquisador registra e anota todas as situações ao longo da aplicação, onde é possível o surgimento de questões não esperadas e que podem ser úteis no trabalho.

A pesquisa de Gonçalves (2019) foi dividida em duas fases. A primeira foi uma pesquisa bibliográfica dos estudos correlatos e análise documental dos materiais didáticos postados no Ambiente Virtual de Aprendizagem da disciplina; a segunda fase foi uma pesquisa em campo com análise das entrevistas semiestruturadas com os professores que lecionam a disciplina por meio da metodologia de Sala de Aula Invertida.

Oliveira (2020) utilizou em sua pesquisa a metodologia Estudo de Aula por ser a mais adequada à investigação. Essa metodologia é um tipo de pesquisa social que é concebida e realizada em associação com uma ação ou resolução de um problema coletivo em que os participantes e os pesquisadores estão envolvidos de modo cooperativo ou participativo.

Por último temos a pesquisa de Souza (2021) que usou a metodologia *Blended Learnig*; uma metodologia inovadora para a sala de aula tradicional e melhoria no processo de ensino e aprendizagem. Nessa metodologia, os estudantes e os educadores podem ensinar e aprender em tempos e locais variados combinando experiências de aprendizagem flexíveis *online* ou presencial melhorando a interação social dos alunos.



Quanto aos aspectos metodológicos utilizados, vemos uma variedade de metodologias utilizadas. Dos seis trabalhos desta categoria, apenas Freitas (2019) e Benito (2019) fizeram uso da mesma metodologia.

Para finalizar a análise da Categoria Professor, descrevemos agora, os resultados das seis pesquisas.

Lopes (2019) investigou a formação de imagens e conceito e reelaboração de definição de conceito relacionado ao ensino de vetores em Geometria Analítica. Quanto às operações geométricas de vetores os alunos demonstraram pensamento matemático compatível para a compreensão de operar geometricamente vetores quando a soma, a diferença e a multiplicação são abordadas separadas. Na apresentação de operações por meio de equações alguns alunos demonstraram dificuldades em compreender. Foi possível concluir que, a partir do questionário, as atividades de Geometria Analítica contribuíram para a formação de imagens e conceitos dos participantes.

Em seus resultados, Freitas (2019) apresentou que houve alterações significativas nos conhecimentos dos licenciandos a partir das praxeologias oriundas dos trabalhos realizados do Percorso de Estudo e Pesquisa de Formação de Professores (PEP-FP). Estes resultados da investigação trazem várias perspectivas para pesquisas futuras para dar continuidade dos estudos na formação inicial do professor de Matemática.

Gonçalves (2019) fez a análise das entrevistas e do material didático do curso e foram identificados pontos a serem considerados para a atuação do professor em relação aos planejamentos de aulas presenciais. Também se percebeu a dificuldade dos professores em administrar o tempo em sala de aula e em desenvolver a metodologia de Sala de Aula Invertida. Neste estudo, ficou evidenciada a necessidade de se repensar o tempo a ser dispensado pelo estudante para os estudos extra sala e identificar o seu perfil acadêmico, levando em consideração as dificuldades dos ingressantes nas disciplinas da área de Matemática.

Assim como na pesquisa de Freitas (2019), a pesquisa de Benito (2019) também trouxe resultados positivos quanto à utilização do Percorso de Estudo e Pesquisa de Formação de Professores para a formação de futuros professores. A metodologia de pesquisa utilizada na sua pesquisa forneceu condições para uma dialética entre o Modelo Epistemológico de Referência e o PEP-FP, o que auxiliou no planejamento das atividades de formação inicial, trazendo contribuições para a reformulação do modelo e, a junção destes dois elementos proporcionou uma praxeologia para o ensino de cônicas na formação inicial de professores.

Oliveira (2020) concluiu, em sua pesquisa, a potencialidade do grupo de Estudo de Aula, formado como espaço de investigação, reflexão, discussão, produção e (res)significação dos saberes e práticas no ensino de Geometria Analítica. Esta pesquisa teve como produto um referencial didático



de Matemática contendo relatos de experiências e de aulas de Geometria Analítica produzidas de forma colaborativa mediante estudo de aula e que mostram os aprendizados dos licenciandos.

Souza (2021) mostrou em seus resultados que é possível a aplicação do instrumento metodológico *Blended Learning* e o desenvolvimento de atividades da Geometria dinâmica em Geometria Analítica baseado em sua estrutura de tratamento gráfico e de equação. O uso do *software* GeoGebra facilitou a visualização gráfica e as respostas das questões formuladas, pois os estudantes conseguiram fornecer um conceito das cônicas nas primeiras atividades. A pesquisa teve como produto a formatação de um Caderno de Atividades para estudantes e professores.

Todos os autores da Categoria Professor tiveram resultados satisfatórios em suas pesquisas, com contribuições de muita importância para o ensino da Geometria Analítica. Dois destes trabalhos obtiveram produtos, Oliveira (2020) desenvolveu um referencial didático de Matemática e Souza (2021) criou um Caderno de Atividades para estudantes e professores.

3.3 ANÁLISE DA CATEGORIA MATERIAL

No Quadro 4 são apresentadas as pesquisas que foram classificadas como Categoria Material, em que são identificados os trabalhos, o autor (ano) e os materiais ou documentos utilizados nas pesquisas. Nesta categoria estão os trabalhos que têm como foco de estudo a análise de documentos oficiais e materiais didáticos acerca da Geometria Analítica.

Quadro 4 – Categoria Material: Material e/ou documentos

T	Autor (ano)	Materiais/Documentos
1	Costa (2015)	Livros Didáticos de Ensino Superior
7	Mendes (2015)	Artigos, Livros, Documentos Oficiais
8	Santos (2016)	Teses e dissertações no banco de dados da CAPES e sites de programas de pós-graduação em Ensino de Matemática
9	Siqueira (2016)	Documentos oficiais da educação básica, livros, dissertações, teses e artigos relacionados à Geometria Analítica
10	Andreotti (2017)	Livros Didáticos dos cursos de Engenharia da Produção e Mecânica
12	Londero (2017)	Trabalhos de pesquisa em nível de mestrado e doutorado em diversos programas de pós-graduação do país que abordem o tema escolhido.
23	Oruê (2020)	Documentos oficiais promulgados pelo governo no período de 1931 a 1942 e a seleção de manuais editados entre 1936 e 1942 que abrangem a Geometria Analítica.
25	Siqueira (2021)	Livros

Fonte: Produzido pelas autoras.

Destacamos que, dos oito trabalhos desta categoria, seis são dissertações de mestrado com anos de publicação distribuídos no período 2015-2021.

A pesquisa de Costa (2015) analisou como os autores de livros didáticos organizaram as atividades propostas do estudo da Reta e do Plano para o ensino da Geometria Analítica no Espaço voltados para o Ensino Superior publicados no período da reforma da Matemática Moderna. A busca por estes livros didáticos foi feita em diversos sebos da cidade de São Paulo. Os quatro livros foram



analisados a partir das seguintes características: momento da edição, representatividade, estrutura, análise ecológica e análise praxeológica tomando como referência a metodologia de Chaachoua pelo motivo do mesmo mostrar características para a análise em manuais didáticos tendo como base a Teoria Antropológica do Didático. Em seus resultados, a autora apresentou que, apesar da diversidade de tarefas, poucos manuais contemplam as sugestões de abordagem para a Reta e o Plano no espaço que são indicadas por Lebeau.

A partir da análise de seus referenciais, Mendes (2015) adotou o *software* GeoGebra, para fornecer recursos diferenciados permitindo a rápida interação e possibilitando avanços no processo de ensino e aprendizagem dos conteúdos. As metodologias escolhidas foram a Aprendizagem Significativa e Tecnologias da Informação e Comunicação. O autor desenvolveu uma Unidade de Ensino Potencialmente Significativa, possibilitando novas formas de ensino, otimizando a aprendizagem mais efetiva e substituindo a aprendizagem mecânica.

Santos (2016) trouxe como objetivo apresentar o Estado da Arte das pesquisas brasileiras no período de 1991 a 2014 sobre o ensino e a aprendizagem da Geometria Analítica no Brasil. A coleta de dados foi feita por meio do levantamento bibliográfico das teses e dissertações no banco de teses da CAPES e dos sites de Pós-Graduação em Ensino de Matemática. Foram identificadas 41 produções acadêmicas e divididas em 2 eixos de análise: as produções que utilizavam as TICs como objeto de pesquisa e as produções que não utilizaram as TICs como foco principal. Após a análise destas produções foi concluído que os temas de Geometria Analítica abordados não mudaram ao longo do período estudado, o que mudou foram as estratégias de ensino e aprendizagem, que estão mais centradas no aluno, possibilitando a criação de uma postura mais ativa no processo de aprendizagem sem a dependência estrita do professor.

O estudo de Siqueira (2016) baseou-se nas noções de Quadros e Jogo de Quadros, na Teoria dos Registros de Representação Semiótica e nas noções de Ponto de Vista buscando saber se essas teorias poderiam ser articuladas para o ensino de cônicas no ciclo básico de ensino. O trabalho foi desenvolvido com base na metodologia de uma pesquisa bibliográfica em que foram analisados diversos documentos como os PCNEM, PCN+, OCEM, o currículo do Estado de São Paulo, livros, dissertações, teses e artigos. A partir da análise destes documentos, foi ressaltado que as cônicas não têm um tratamento adequado no ensino básico no quadro da Geometria Analítica, onde elas não são estudadas em toda a extensão do conteúdo, já que não são tratadas as transformações geométricas no plano e nem é feita a análise de soluções da equação de segundo grau em duas variáveis. Como uma maneira de contornar esta deficiência, o autor construiu como produto um estudo didático das cônicas utilizando a ludicidade, a tecnologia e o formalismo matemático ressaltando as noções de Ponto de Vista e os Registros de Representação Semiótica.



Andreotti (2017) verificou em sua pesquisa a produção e as transformações de tratamento e conversão entre as representações para os vetores nos livros didáticos dos cursos de Engenharia Mecânica e Engenharia da Produção e também como são tratados os conhecimentos trigonométricos nas representações vetoriais utilizadas nas áreas técnicas. A pesquisa foi fundamentada na Teoria dos Registros de Representação Semióticas de Duval e a metodologia de pesquisa foi baseada na Análise de Conteúdo de Bardin. Dos 11 livros selecionados e analisados, somente um traz algumas referências históricas importantes para enriquecer os processos de ensino e aprendizagem. A conclusão desta pesquisa mostrou que os livros didáticos de Matemática não atendem completamente as necessidades dos cursos de Engenharia quando se trata do objeto matemático vetor. Destacou-se a pouca exploração das representações geométricas e gráficas e a ausência da Trigonometria nas representações de vetores e que são elementos essenciais nas engenharias.

Londero (2017) desenvolveu um material didático virtual utilizando ferramentas do *GeoGebraBook* para compor atividades exploratórias que possibilitassem a mobilização de diferentes registros de representação no estudo de superfícies quádricas. Primeiramente, a autora fez um levantamento bibliográfico de pesquisas desenvolvidas com o intuito de definir o conteúdo de Geometria Analítica que seria abordado. Adotou-se a análise de alguns livros didáticos de Geometria Analítica do Ensino Superior publicados desde os anos 40 no Brasil para a coleta de dados. A fundamentação teórica deste trabalho foi a teoria dos Registros de Representação Semiótica. Após a análise dos livros selecionados foi feita a identificação dos registros e, constatou-se que das 513 atividades categorizadas, 282 mobilizavam apenas o tratamento no registro algébrico. A conversão esteve presente no restante das atividades e explorou uma diversidade maior de registros se comparada com a transformação de tratamento. Foi possível perceber que quando se aliou o uso do GeoGebra aos livros digitais elaborados houve uma maior mobilização de alguns registros pois foi possível explorar os aspectos visuais.

A pesquisa de Oruê (2020) trouxe como objetivo analisar a trajetória escolar da Geometria Analítica no currículo de Matemática do ensino secundário brasileiro em tempos da Reforma Francisco Campos, no período de 1931 a 1942. A fundamentação teórica foi a História das Disciplinas Escolares de André Charvel e para isso, foi elaborado um inventário dos documentos oficiais promulgados pelo governo neste período e a seleção dos manuais editados entre 1936 e 1942 que abrangem a Geometria Analítica. Foram investigados tanto os pilares da história das Disciplinas Escolares, o ensino de exposição, exercícios, práticas de incitação e de motivação e aparelho docimológico. Diante da análise de todos os resultados, a autora compreendeu que a constituição da Geometria Analítica comporta a prática docente e as finalidades do ensino escolar que presidiram tais práticas. A Geometria Analítica ensinada na escola servia para preparar os alunos para os exames do Ensino Superior e assim, funcionava como um curso preparatório no qual as aulas compreendiam os conteúdos de Geometria



Analítica de modo exclusivo. A Geometria Analítica passou a ser apresentado no currículo de Matemática do ensino secundário brasileiro como uma disciplina escolar em tempos da Reforma Francisco Campos.

Siqueira (2021) utilizou em sua pesquisa como referencial teórico a Teoria Antropológica do Didático e a metodologia de Pesquisa Documental. A partir da teoria escolhida, foi feito um estudo das três dimensões: epistemológica, econômico-institucional e ecológica. Durante a pesquisa o autor desenvolveu um Modelo Didático de Referência com Atividades de Estudo e investigação para o 9º ano do Ensino Fundamental, apresentando diferentes maneiras de se construir uma representação de cônicas em que o aluno poderá investigar e refletir ao mesmo tempo em que utiliza diversas propriedades matemáticas. Para o 1º ano do Ensino Médio desenvolveu-se atividades envolvendo parábolas e o transporte de alguns elementos de Geometria Sintética para um referencial cartesiano, relacionando a Geometria Analítica com a Geometria do Taxi e a Geometria Sintética com a Geometria Analítica. No 2º ano as atividades desenvolvidas relacionam a Geometria Sintética e a Analítica no estudo de parábolas e de hipérbolas. No 3º ano as atividades construídas estudavam a elipse, onde foi possível relacionar a Geometria Linear e a Geometria Analítica e outras atividades que relacionaram a Geometria Sintética, Analítica e Projetiva. Como consequência deste estudo, o autor sugeriu alterações no currículo escolar para que o ensino de cônicas seja distribuído ao longo da educação básica e não seja concentrado apenas no terceiro ano do Ensino Médio.

Das oito pesquisas analisadas nesta categoria, observamos que a análise de documentos foi feita em vários períodos, como por exemplo, documentos de 1931 a 1942, de 1991 a 2014 e documentos atuais.

Assim, após análise dos 26 trabalhos acadêmicos aqui descritos, observa-se que a grande preocupação por parte dos mestrandos e doutorandos está ligado a questão dos métodos de aprendizagem da Geometria Analítica. As pesquisas, num todo, foram desenvolvidas em ambientes formais de ensino – escolas e universidades - sejam na análise de trabalhos que priorizam os estudantes ou professores. Já teses e dissertações, que tem o material didático como assunto, transitam transversalmente, entre a academia, os colégios e os códigos normativos do aprendizado da Geometria Analítica, mas, mesmo assim, revelam preocupações por parte dos pesquisadores com o ensino deste conteúdo.

4 CONSIDERAÇÕES FINAIS

Esta pesquisa teve como objetivo geral analisar as perspectivas acerca do processo de ensino e de aprendizagem da Geometria Analítica, presentes em pesquisas da área da Educação Matemática, no período 2015-2022. É de consenso nas teses e dissertações, que os sujeitos das pesquisas – tanto de nível médio como superior - possuem deficiências educacionais e de raciocínio lógico trazidas do



ensino básico. Observa-se, também, que estas dificuldades são reconhecidas pelos docentes, que buscaram na utilização das tecnologias uma opção para tentar amenizar o grau de dificuldade. Na maioria dos casos, estes alunos apresentam facilidade em lidar com aparelhos eletrônicos – como os *smartphones* e computadores - mas possuem dificuldades quando se trata de conteúdos básicos e da interpretação dos enunciados.

Ao mapear as pesquisas da área da Educação Matemática e que tratam da Geometria Analítica publicadas no Catálogo de Teses e Dissertações da CAPES, obtivemos 26 teses e dissertações que compuseram nosso *corpus* documental. A partir do fichamento e da exploração dos dados, elencamos três categorias de análise: Categoria Aluno; Categoria Professor e Categoria Materiais.

Identificamos, por meio dos resultados apresentados, que o conhecimento acerca da Geometria Analítica vem sendo construído pelos alunos e que as diversas metodologias de pesquisas empregadas no processo de ensino e aprendizagem estão colaborando para essa evolução. Também destacamos a importância da formação acadêmica dos professores.

Após classificadas por categorias foi constatado que a maior parte das 26 pesquisas escolheu o aluno como principal sujeito (12 pesquisas), seis são as pesquisas que compõe a categoria Professor e oito são da Categoria Material, o que demonstra que as principais preocupações, por parte dos mestrandos e doutorandos, são as formas que a Geometria Analítica tem sido - e pode ser - ensinada ao aluno e, num segundo plano, a análise de materiais.

Na Categoria Aluno, onde houve maior número de trabalhos, percebeu-se que na maioria delas são citadas as dificuldades preliminares dos alunos quanto se trata de atividades sobre a Geometria Analítica. E que, a partir da utilização das diferentes metodologias de ensino empregadas houve uma melhora significativa no entendimento dos mesmos. Dentre as metodologias e teorias, foram utilizadas a coleta de dados por meio de anotações no diário de campo, observação em sala de aula e aplicação de questionários aos sujeitos pesquisados; Modelagem Matemática; Engenharia Didática; Teoria dos Registros de Representação Semiótica; Estudo de caso; Pesquisa qualitativa e uso de vídeos digitais; Sequências didáticas; uso de tecnologias e Análise documental.

Já na Categoria Professor também é percebido a dificuldade dos licenciandos quando se trata dos conceitos básicos de Geometria Analítica. A utilização de diversas metodologias de ensino e materiais de apoio também trazem muitas melhorias para os futuros professores. Dentre as metodologias, foram utilizadas a Engenharia Didática; Experimento de ensino de cunho qualitativo; Pesquisa bibliográfica, Análise documental e Pesquisa em campo; Teoria Antropológica do Didático e Estudo de Aula.

Na Categoria Material foram analisados vários tipos de textos, como livros didáticos de Ensino Superior, artigos relacionados à Geometria Analítica, documentos oficiais da Educação Básica, teses e dissertações no banco de dados da CAPES, sites de programas de pós-graduação em Ensino de



Matemática, trabalhos de pesquisa em nível de mestrado e doutorado em diversos programas de pós-graduação do país, documentos oficiais promulgados pelo governo no período de 1931 a 1942 e a seleção de manuais editados entre 1936 e 1942 que abrangem a Geometria Analítica. A análise destes textos permite que se perceba a preocupação por parte das instituições de ensino, no entendimento da Geometria Analítica, visto que este conhecimento é fundamental para os cálculos necessários nas atividades das diferentes escolas de engenharias e outras faculdades, que tem o cálculo diferencial e integral como base da sua ciência.

Diferentemente da análise realizada por Santos (2016) em que averiguou somente pesquisas com uso de tecnologias, em nosso estudo tratamos de pesquisas que trazem diversas metodologias de ensino sobre a Geometria Analítica. No entanto, observa-se que as tecnologias foram utilizadas em pelo menos 10 dos 26 trabalhos analisados em nosso estudo, sendo com a utilização de *softwares* ou aulas *online*.

Outro ponto de destaque, foi em relação aos tópicos de Geometria Analítica tratados nas pesquisas que se referem ao Ensino Médio. Os conteúdos de ponto, reta, circunferência e distância entre dois pontos foram os mais citados. Enquanto, no Ensino Superior, foram mais abordados, o estudo sobre vetores e cônicas.

Observamos, em nossa análise, nas categorias Aluno e Professor, que os estudos realizados utilizaram diferentes metodologias e teorias, tendo a predominância da Teoria dos Registros de Representação Semiótica. Dos resultados gerais obtidos, os pesquisadores evidenciaram, em seus estudos, uma melhora na aprendizagem dos alunos quando do uso dessas teorias e metodologias.

Deixamos como sugestão para futuras investigações, pesquisas acerca da formação continuada de professores no ensino da Geometria Analítica. Também consideramos importante novas pesquisas relacionadas às metodologias de ensino deste conteúdo, bem como a criação de materiais didáticos que auxiliem no ensino e aprendizagem dos estudantes.



REFERÊNCIAS

- AFONSO, R. F. S. Transformações adaptativas em conteúdos de Geometria Analítica: um estudo de caso envolvendo Transposição Didática. Tese de doutorado em Ensino de Ciências e Matemática - Universidade Franciscana, Santa Maria, 2021.
- ANDREOTTI, C. L. Vetores e suas representações em livros didáticos de Engenharia. Dissertação de mestrado em Educação Matemática - Universidade Anhanguera de São Paulo, São Paulo, 2017.
- AZEVEDO, A. R. G. Aprendizagem de Geometria Analítica a partir de Conversões de Registros de Representação Semiótica com Exploração dos Temas: Ponto, Reta e Circunferência com o uso do GeoGebra no Ensino Médio. Dissertação de mestrado em Ensino de Ciências e Matemática - Universidade Federal do Amazonas, Manaus, 2018.
- BARDIN, L. Análise de Conteúdo. 4. ed. Tradução de Luís Antero Reto e Augusto Pinheiro Lisboa: Edições 70, 2004.
- BENITO, R. N. Construção de um percurso de estudo e pesquisa para formação de professores: o ensino de cônicas. Tese de doutorado em Educação Matemática - Pontifícia Universidade Católica de São Paulo, São Paulo, 2019.
- BOYER, C. B. História da Matemática. São Paulo: Ed. Edgard, 1996.
- BRASIL. Base Nacional Comum Curricular – BNCC. 3. Versão, 2018. Disponível em: <http://basenacionalcomum.mec.gov.br/images/BNCC_EI_EF_110518_versoafinal_site.pdf>. Acesso em: 16 out. 2021.
- Base Nacional Comum Curricular – BNCC. 2. versão, 2016. Disponível em: <<http://historiadabncc.mec.gov.br/documentos/bncc-2versao.revista.pdf>>. Acesso em: 10 out. 2021.
- Ministério da Educação e do Desporto. Orientações Curriculares Nacionais para o Ensino Médio. Brasília: SEB, 2006.
- Ministério da Educação e Cultura. PCN+- Ensino Médio. Ciências da Natureza, Matemática e suas Tecnologias: Orientações Educacionais Complementares aos Parâmetros Curriculares Nacionais. Brasília: SEMTEC, 2002.
- CARDOSO, L. V. M. O material manipulável no ensino e aprendizagem das noções básicas de geometria analítica a um aluno com cegueira. Dissertação de mestrado em Educação em Ciências e Matemáticas - Universidade Federal do Pará, Instituto de Educação Matemática e Científica, Belém, 2017.
- COSTA, A. C. Geometria Analítica no Espaço: análise das organizações matemática e didática em materiais didáticos. Tese de doutorado em Educação - Pontifícia Universidade Católica de São Paulo, São Paulo, 2015.
- DALLEMOLE, J. J. A Teoria dos Registros de Representação Semiótica em um Ambiente Virtual de Aprendizagem: uma proposta metodológica explorando os conceitos de ponto, reta e circunferência no Ensino Médio. Tese de doutorado em Ensino de Ciências e Matemática - Universidade Luterana do Brasil, Canoas, 2015.
- FIorentini, D.; Lorenzato, S. Investigação em Educação Matemática: percursos teóricos e metodológicos – Campinas: Autores Associados, 2012.



FREITAS, R. L. Dispositivo de pesquisa e formação profissional PEP-FP/TAD: constituição do conhecimento docente para o ensino de geometria analítica plana do ponto e da reta. Tese de doutorado em Educação Matemática em Educação Matemática - Pontifícia Universidade Católica de São Paulo, São Paulo, 2019.

GONÇALVES, S. C. A metodologia da sala de aula invertida para ensino de Geometria Analítica em um curso de engenharia. Dissertação de mestrado em Educação Matemática - Universidade Anhanguera de São Paulo, São Paulo, 2019.

HALBERSTADT, F. F. A Aprendizagem da Geometria Analítica do Ensino Médio e suas Representações Semióticas no GrafEq. Dissertação de mestrado em Educação Matemática e Ensino de Física - Universidade Federal de Santa Maria, Santa Maria, 2015.

LONDERO, N. Explorando recursos do GeoGebraBook no estudo de quádricas a partir de diferentes representações. Dissertação de mestrado em Educação Matemática e Ensino de Física - Universidade Federal de Santa Maria, Santa Maria, 2017.

LOPES, L. M. L. Formação e reelaboração de imagens e definições de conceito relacionadas ao ensino de vetores em Geometria Analítica. Dissertação de mestrado em Educação Matemática - Universidade Federal de Juiz de Fora, Juiz de Fora, 2019.

LOURES, M. A. M. A utilização de saberes culturais como contribuição para o ensino e aprendizagem de conceitos de Geometria Analítica em uma turma de EJA. Dissertação de mestrado em Ciências e Matemática - Instituto Federal do Espírito Santo, Vitória, 2015.

MENDES, G. Proposta de uma unidade de ensino potencialmente significativa para subsidiar o estudo de Geometria Analítica auxiliada pelo *software* GeoGebra. Dissertação de mestrado Profissional em Educação Matemática - Universidade Severino Sombra, Vassouras, 2015.

MILANI, M. L. C. Investigação acerca do ensino de Geometria Analítica numa abordagem baseada em vídeos. Tese de doutorado em Educação para a Ciência e a Matemática - Universidade Estadual de Maringá, Maringá, 2018.

OLIVEIRA, Á. D. Linguagem Digital, Celulares e Geometria Analítica: encontros com alunos do Ensino Médio. Tese de doutorado em Educação Matemática - Universidade Federal de Mato Grosso do Sul, Campo Grande, 2019.

OLIVEIRA, J. Contribuições das representações semióticas para a aprendizagem da Geometria Analítica. Dissertação de mestrado em Ciências e Matemática - Instituto Federal do Espírito Santo - Campus Vitória, Vitória, 2018.

OLIVEIRA, M. A. (Res)significações de saberes por licenciandos que vivenciam estudo de aula sobre distância entre dois pontos. Dissertação de mestrado em Ensino de Ciências e Matemática - Universidade Federal do Acre, Rio Branco, 2020.

ORUÊ, G. R. V. A trajetória escolar da Geometria Analítica no ensino secundário brasileiro: constituição e funcionamento em tempos da Reforma Francisco Campos, 1931-1942. Dissertação de mestrado em Educação para a Ciência e a Matemática - Universidade Estadual de Maringá, Maringá, PR, 2020.



PARANHOS, M. M. Parametrização e Movimentação de Curvas e Superfícies para uso em Modelação Matemática. Tese de doutorado em Educação Matemática - Pontifícia Universidade Católica de São Paulo, São Paulo, 2015.

PRATES, J. F. S. Uma proposta de sequência didática para o ensino de Geometria Analítica no ensino superior com o uso do GeoGebra. Dissertação de mestrado em Ensino de Ciências e Matemática - Universidade Cruzeiro do Sul, São Paulo, 2018.

SANTOS, A. T. C. O estado da arte das pesquisas brasileiras sobre Geometria Analítica no período de 1991 a 2014. Tese de doutorado em Educação Matemática em Educação Matemática - Pontifícia Universidade Católica de São Paulo, São Paulo, 2016.

SILVA, C. R. Articulação das representações cartesianas, paramétrica e polar de retas e circunferências na transição do Ensino médio e do Ensino Superior. Tese de doutorado em Educação Matemática - Universidade Anhanguera de São Paulo, São Paulo, 2015.

SIQUEIRA, C. A. Fernandes de. Um estudo didático das cônicas: quadros, registros e pontos de vista. Dissertação de Mestrado em Educação Matemática - Pontifícia Universidade Católica de São Paulo, São Paulo, 2016.

SIQUEIRA, C. A. F. Um modelo didático de referência baseado em atividades de estudo e investigação para o ensino de cônicas na escola básica. Tese de doutorado em Educação Matemática - Pontifícia Universidade Católica de São Paulo, São Paulo, 2021.

SOUZA, M. M. O ensino híbrido – Blended Learning – uma proposta para o estudo de cônicas em cursos superiores. Dissertação de mestrado em Ensino de Ciências e Matemática - Pontifícia Universidade Católica de Minas Gerais, Belo Horizonte, 2021.

TOZONI-REIS, M. F. C. Metodologia da Pesquisa. 2. ed. Curitiba: IESDE Brasil, 2009.