



Universidade Federal da Bahia
Universidade Estadual de Feira de Santana
Programa de Pós-Graduação em Ensino, Filosofia e História das Ciências.

Marluce Alves dos Santos

**ANÁLISE DA METODOLOGIA DE PESQUISA NAS TESES EM DIDÁTICA DA
MATEMÁTICA POR MEIO DA REVISÃO SISTEMÁTICA INTEGRATIVA**

Salvador/Ba
Setembro, 2016

Marluce Alves dos Santos

**ANÁLISE DA METODOLOGIA DE PESQUISA NAS TESES EM DIDÁTICA DA
MATEMÁTICA POR MEIO DA REVISÃO SISTEMÁTICA INTEGRATIVA**

Tese apresentada ao Programa de Pós-Graduação
em Ensino, Filosofia e História das Ciências
(UFBA/UEFS) para obtenção do título de Doutora
em Ensino, Filosofia e História das Ciências.

Área de concentração: Ensino de Ciências

Orientador: Prof.º Dr Luiz Márcio Santos Farias
(UFBA)

Co – Orientador (a): Prof.ª Drª Maria Auxiliadora
Lisboa Moreno Pires (UEFS)

**Salvador/ba
Setembro, 2016**

Modelo de ficha catalográfica fornecido pelo Sistema Universitário de Bibliotecas da UFBA para ser confeccionada pelo autor

Santos, Marluce Alves dos
Análise da Metodologia de Pesquisa nas teses em
Didática da Matemática por meio da Revisão Sistemática
Integrativa / Marluce Alves dos Santos. -- Salvador,
2016.
211 f. : il

Orientador: Luiz Márcio Santos Farias.
Coorientadora: Maria Auxiliadora Lisboa Moreno
Pires.

Tese (Doutorado - Programa de Pós-Graduação em Ensino,
Filosofia e História das Ciências) -- Universidade
Federal da Bahia, Instituto de Física, 2016.

1. Educação Matemática. 2. Metodologia de Pesquisa.
3. Revisão Sistemática Integrativa. 4. Metodologia
Quadripolar da Prática de Pesquisa. 5. Didática da
Matemática. I. Farias, Luiz Márcio Santos. II. Pires,
Maria Auxiliadora Lisboa Moreno. III. Título.

Marluce Alves dos Santos

**ANÁLISE DA METODOLOGIA DE PESQUISA NAS TESES EM DIDÁTICA DA
MATEMÁTICA POR MEIO DA REVISÃO SISTEMÁTICA INTEGRATIVA**

Tese apresentada ao Programa de Pós-Graduação
em Ensino, Filosofia e História das Ciências
(UFBA/UEFS) para obtenção do título de Doutor
em Ensino, Filosofia e História das Ciências.

Área de concentração: Ensino de Ciências

Orientador: Prof.º Dr Luiz Márcio Santos Farias
(UFBA)

Co – Orientador (a): Prof.ª Drª Maria Auxiliadora
Lisboa Moreno Pires (UEFS)

Aprovado em: _____ de _____ de 2016

Banca examinadora

Dr Luiz Márcio Santos Farias
(Orientador - UFBA)

Dra Maria Auxiliadora Lisboa Moreno Pires
(Co - Orientadora – UEFS)

Dra Rosiléia Oliveira de Almeida
(Examinadora interna – UFBA)

Dra Geilsa Costa Santos Batista
(Examinadora interna – UEFS)

Dra Tania Cristina R. S. Gusmão
(Examinadora externa – UESB)

Dra Maria Deusa Ferreira da Silva
(Examinador Externo – UESB)

Dedico este trabalho a minha família, minha filha Bruna, minha mãe Waldelice, e minha irmã Magali, e minha Avó *In Memoriam* Maria Jose por toda a inspiração e o incentivo pela busca do conhecimento.

AGRADECIMENTO

Agradeço aos meus familiares por todo apoio dispensado ao longo do curso, e aos meus professores pelo conhecimento transmitido. A família Casa de Oração Bezerra de Menezes, que nos momentos acertados esteve junto a mim. Ao orientador Prof^o Dr Luiz Marcio Santos Farias prosseguiu com a construção desta tese, a co-orientadora Prof^a Dr^a Maria Auxiliadora Lisboa Moreno Pires que se envolveu e auxiliou na construção do trabalho.

“Tudo tem seu apogeu e seu declínio... É natural que seja assim, todavia, quando tudo parece convergir para o que supomos o nada, eis que a vida ressurge, triunfante e bela!... Novas folhas, novas flores, na infinita benção do recomeço!”

(Chico Xavier)

RESUMO

SANTOS, M. A. dos. **Análise da Metodologia de Pesquisa nas Teses em Didática da Matemática por meio da revisão sistemática integrativa** Salvador, 2016. 211f. Universidade do Estado da Bahia, Universidade Estadual de Feira de Santana, Programa de Pós-Graduação em Ensino, Filosofia e História das Ciências, 2016.

Considera-se como importante analisar a abordagem metodológica apresentada nas teses em Educação Matemática enquanto área, na formação do pesquisador, nas características mais marcantes na base histórica da sua constituição enquanto campo de pesquisa, bem como, os caminhos que podem e devem ser traçados para a formação dos novos pesquisadores. Ou seja, privilegiar a crítica histórica, epistemológica e filosófica do Ensino da Matemática, como forma de contribuir para a área de Educação Matemática. Para este fim, optou-se por analisar a Metodologia de Pesquisa nas teses da tradição de pesquisa Didática da Matemática. Cronologicamente, apresenta-se o panorama da pesquisa nacional e internacional da Educação Matemática, relacionadas às abordagens sobre Pesquisa e Metodologia de Pesquisa. Como também, compreender a Metodologia de Pesquisa por um caminho epistemológico buscando reconhecer e analisar todo o processo do ponto de vista lógico estabelecendo um estudo metódico e reflexivo do saber desenvolvido em Educação Matemática, da sua formação, constituição e desenvolvimento. Nesta direção, os pressupostos teóricos da Didática da Matemática foram delineados buscando-se pontos importantes desta tradição de pesquisa. Para este fim, o método utilizado é a Revisão Sistemática Integrativa - RSI, cuja qualidade depende das Evidências dos estudos incluídos e excluídos na pesquisa. A RSI é utilizada nas Ciências Naturais por conseguir elaborar estudos de síntese, refinar hipóteses, construir orientações práticas como um fio condutor por diversas áreas, inspira-se sua entrada em Educação Matemática como uma área Multifacetada. O levantamento de teses em Didática da Matemática agrega à RSI a busca de Evidência que tem início com a definição de termos e/ou palavras-chave, seguida de estratégias de busca, definição de base de dados e fontes a serem pesquisadas. Aos passos da RSI, envolve-se dialeticamente uma proposição quadripolar para a metodologia de pesquisa: epistemológico, teórico, morfológico e técnico. Configura momentos separados da pesquisa, mas aspectos particulares de uma mesma realidade de produção de práticas científica. E, por fim, a discussão é iluminada pelos “Critérios de Qualidade e Relevância da pesquisa em Educação Matemática”: Relevância, Validade, Objetividade, Originalidade, Rigor e Precisão, Prognóstico, Reprodutibilidade, Relacionamento. Conclui-se que, um processo cuidadoso de seleção e exclusão de teses pode vir a apresentar um estado da arte na área, apontando algumas fragilidades que precisam ser vencidas na área.

Palavras-chave: Metodologia de Pesquisa; Educação Matemática; Didática da Matemática; Revisão Sistemática Integrativa; Metodologia Quadripolar da Prática de Pesquisa.

ABSTRACT

SANTOS, M. A. dos. **Analysis of Research Methodology in theses Didactic Math in systematic integrative review**. Salvador, 2016. 211f. Universidade do Estado da Bahia, Universidade Estadual de Feira de Santana, Programa de Pós-Graduação em Ensino, Filosofia e História das Ciências, 2016.

It is considered as important to analyze the methodological approach presented in thesis on Mathematics Education as an area, in the formation of researcher, in the most striking features in the historical basis of its constitution as a research area, as well as the ways that it can and should be set for the training of new researchers. That is, it must highlight the historical, epistemological and philosophical critique of Mathematics Teaching as a way to contribute to the area of Mathematics Education. With this purpose, it was chosen to analyze the Research Methodology in theses about the tradition of Didactic Research of Mathematics. Chronologically, it presents an overview on the national and international research in Mathematics Education, regarding the approaches on researches and research methodology. As well as, it can understand the research methodology by an epistemological way seeking to recognize and analyze the entire process from a logical point of view establishing a methodical and reflective study of knowledge developed in Mathematics Education, its formation, constitution and development. In this way, the theoretical assumptions of the mathematics' didactic were designed seeking to important points of this tradition of research. To this purpose, the used method is the Systematic Integrative Review - RSI, which quality depends on the evidence of the studies included and excluded in the research. The RSI is used in Natural Sciences since it can elaborate synthesis studies, refine hypotheses, build practical guidelines as a conducting wire to many areas, its entry in Mathematics Education is inspired like a multifaceted area. The survey of theses in didactics of Mathematics adds to the RSI the seeking of evidence which begins with the definition of terms and / or keywords, followed by the strategies of search, database definition and sources to be researched. Following the RSI's steps, it is dialectically engaged one quadripolar proposition for the research methodology: epistemological, theoretical, technical and morphological. It sets separated moments of research, but particular aspects of the same reality of production of scientific practices. And finally, the discussion is highlighted by the "Quality Criteria and Relevance of Research in Mathematics Education": Relevance, Validity, Objectivity, Originality, Rigor and Accuracy, Prognosis, Reproducibility, Relationship. It was concluded that a careful process of selection and exclusion of theses can present a state of art in the area, pointing out some weaknesses that need to be overcome in the area.

Keywords: Research Methodology; Mathematics Education; Didactics of mathematics; Systematic Review Integrative; Quadrupole Methodology of Research Practice.

LISTA DE TABELAS

Tabela 1 - Grupo de Trabalho Sociedade Brasileira de Educação Matemática.....	25
Tabela 2 - Tradição de Pesquisa	55
Tabela 3 – Questões para critérios de qualidade	92
Tabela 4 – Técnicas de coleta: entrevista e questionário	113
Tabela 5 – Técnicas de coleta de dados: observação	114
Tabela 6 – Técnicas de coleta de dados: análise documental	115

LISTA DE GRÁFICOS

Gráfico 1- Relações da Didática de Matemática com outras disciplinas e sistemas	38
Gráfico 2 – Contexto geral da coleta de dados	94

LISTA DE FIGURAS

Figura 1 - Variedade de Pesquisa – Pesquisa Baseada em <i>Design</i> (PBD)	32
Figura 2 – Protocolo de análise de teses	95
Figura 3 – Condições para a pesquisa	100
Figura 4 - Estrutura quadripolar da Prática de Pesquisa – Elaboração da autora	105
Figura 5 – Transformações técnicas.....	116

LISTA DE QUADROS

Quadro 1 - Comparação da Pesquisa Baseada em <i>Design</i> e Engenharia Didática	31
Quadro 2 – Padrões para pesquisa	89
Quadro 3 - Campos da prática de pesquisa	102
Quadro 4 – Banco de teses	106

SUMARIO

INTRODUÇÃO.....	1	
CAPÍTULO 1		
SOBRE A PESQUISA EM EDUCAÇÃO MATEMÁTICA	7	
1.1 Eventos Nacionais e Internacionais sobre Pesquisa em Educação Matemática	8	
1.2. Teoria da Educação Matemática - TME: programa de Hans-Georg Steiner	20	
1.3. O mapeamento de Dario Fiorentini e o delineamento Histórico de Jeremy Kilpatrick sobre a pesquisa em Educação Matemática.	40	
1.4 A busca de identidade através do domínio de pesquisa.....	46	
CAPÍTULO 2 - DIDÁTICA DA MATEMÁTICA		46
2.1 Tradição de pesquisa Didática da Matemática	47	
2.2 Modelando os elementos da Didática da Matemática	49	
2.3 Obstáculos Epistemológicos e Problemas	64	
2.4 A Metodologia de Pesquisa Engenharia Didática.....	67	
2.5 Sobre a evolução da pesquisa em Didática da Matemática.....	70	
CAPÍTULO 3 - METODOLOGIA DE PESQUISA: REVISÃO SISTEMÁTICA INTEGRATIVA		
3.1 O modo como o saber é construído: critérios de qualidade	90	
3.2 Revisão Sistemática Integrativa	93	
3.3 Enfoque para a prática metodológica do pesquisador em Educação Matemática	100	
CAPÍTULO 4 - ANÁLISE DO TRATAMENTO DAS TESES EM DIDÁTICA DA MATEMÁTICA		118
4.1 Uso dos protocolos de revisão	120	
4.2 Protocolos de Revisão	126	
Protocolo 01 /20	126	
Protocolo 02 /20	132	
Protocolo 03 /20	136	
Protocolo 04 /20	140	
Protocolo 05 /20	144	
Protocolo 06 /20	147	

Protocolo 07 /20	150
Protocolo 08 /20	153
Protocolo 09 /20	156
Protocolo 10 /20	159
Protocolo 11 /20	162
Protocolo 12 /20	165
Protocolo 13 /20	168
Protocolo 14 /20	171
Protocolo 15 /20	174
Protocolo 16 /20	177
Protocolo 17 /20	181
Protocolo 18 /20	185
Protocolo 19 /20	188
Protocolo 20 /20	192
CONSIDERAÇÕES FINAIS PARA A PESQUISA	202
REFERÊNCIAS	206

LISTA DE SIGLAS

ANPED	Associação Nacional de Pós-Graduação e Pesquisa em Educação
BDTD	Biblioteca Digital Brasileira de Teses e Dissertações
CAPES	Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior
CERME	<i>Congress European Society for Research in Mathematics Educations</i>
ERME	<i>European Society for Research in Mathematics Educations</i>
IBICT	Instituto Brasileiro de Informação em Ciência e Tecnologia
ICME	<i>International Congress on Mathematical Education</i>
IREM	<i>Institut de Recherche sur l'Enseignement des Mathématiques</i>
PBD	Pesquisa Baseada em <i>Design</i>
PME	<i>Psychology of Mathematics Education</i>
RSI	Revisão Sistemática Integrativa
SBEM	Sociedade Brasileira de Educação Matemática
TDS	Teoria Didática da Situação
TME	Teoria da Educação Matemática
TSD	Teoria da Situação Didática

INTRODUÇÃO

Educação Matemática é um campo de pesquisa relativamente recente que, no Brasil, começou a se formar na década de 60, desenvolvendo-se ao final dos anos 70 e ao longo dos anos 80, com a criação dos primeiros programas de pós-graduação e com a criação da Sociedade Brasileira de Educação Matemática – SBEM. Configura-se, portanto, os anos 90 o período de crescimento gradual da produção científico-acadêmica, em particular a produção de dissertações e teses da área, como também a publicação de artigos em revistas especializadas¹.

De forma ampla e não imediata, existem duas finalidades principais para a pesquisa em Educação Matemática: uma, de natureza pragmática e profissional, que visa à melhoria da qualidade do ensino e aprendizagem da Matemática nos diversos níveis de ensino; e a outra, de natureza científica, que visa produzir conhecimento rigoroso sobre os fatores associados ao ensino-aprendizagem da Matemática. Por um lado, surgem perguntas da reflexão do próprio pesquisador sobre sua prática, e sobre a prática de outros pesquisadores. Por outro lado, surge perguntas geradas de pesquisas que precedem da própria literatura da área. (BALACHEFF, et al, 1998). O cumprimento destas finalidades demanda, necessariamente, uma série de questionamentos, principalmente, sobre os aspectos teóricos e metodológicos envolvidos nas pesquisas desenvolvidas na área.

Os objetivos da pesquisa em Educação Matemática são inúmeros devido à diversidade de problemas e diante de várias questões de pesquisa. A Educação Matemática não vai apenas incorporando os avanços científicos, mas vem ao longo do tempo buscando integrar a produção de suas próprias teorias, como forma de fortalecer a comunidade. Não será possível analisar todas as tradições de pesquisa de teses produzidas na área em Educação Matemática. Assim sendo, trabalhar-se-á com teses sobre Didática da Matemática uma tradição de pesquisa que vem se desenvolvendo na área.

Considera-se como importante analisar a abordagem metodológica apresentada nas teses em Educação Matemática enquanto área, e na formação do pesquisador em Educação Matemática. Ou seja, trabalhar as características mais marcantes na base da sua constituição histórica como campo de pesquisa, bem como, os caminhos que podem e devem ser traçados

¹Boletim GEPEM (iniciou suas atividades em 1976) informações disponíveis no site: <http://www.gepem.ufrj.br/>; Bolema (iniciou suas atividades em 1985) informações disponíveis no site: <http://www.rc.unesp.br/igce/matematica/bolema/>; Zetetike (iniciou suas atividades em 1993) informações disponíveis no site: <http://www.fe.unicamp.br/servicos/publicacoes-zetetike.html>.

para a formação dos novos pesquisadores da área. Considera-se importante privilegiar a crítica Histórica e Filosófica do Ensino da Matemática, como forma de contribuir para a área de Educação Matemática.

O **objetivo geral** deste trabalho *é analisar a Metodologia de Pesquisa utilizadas nas teses defendidas, no período de 2005 a 2015, na tradição de pesquisa Didática da Matemática.* Os **objetivos específicos** *são levantar as opções metodológicas e as suas relações entre o referencial teórico, os objetos de estudo nas teses de Didática da Matemática; apresentar uma proposta de Metodologia de Pesquisa para a comunidade de Educação Matemática. A questão norteadora é o que como analisar a Metodologia de Pesquisa nas teses de Didática da Matemática?*

Apresentação dos capítulos

No primeiro capítulo discute-se considerações sobre o panorama da pesquisa nacional e internacional da área de Educação Matemática, e as abordagens sobre Metodologia de Pesquisa. Apresenta-se o papel da Sociedade Brasileira em Educação Matemática e seus Grupos de Trabalhos – GTs –, bem como o Seminário Internacional de Educação Matemática – SIPEM, que acontece de três em três anos para divulgar as pesquisas dos Institutos de Educação Superiores – IES. Em 2011 o Grupo de Estudos e Pesquisas de Formação de Professores que Ensinam Matemática – GEPFPM, da Universidade Estadual de Campinas – UNICAMP, promovem o “I Fórum de Discussões sobre Pesquisa, denominado de Parâmetros balizadores da pesquisa em Educação Matemática”², com continuidade em 2013 e 2015.

A Associação Nacional de Pós-Graduação e Pesquisa em Educação – ANPED³ tem o GT próprio para discutir as questões de Educação Matemática. A ANPED foi fundada em 1976 constitui-se em um importante espaço para a discussão sobre o desenvolvimento de pesquisas na pós-graduação sobre a área de Educação no Brasil. Em 1997 professores da Pontifícia Universidade Católica de São Paulo – PUC-SP decidem propor um grupo de trabalho em Educação Matemática. Inicialmente, denominado de Grupo de Estudo sobre Educação Matemática, em fase probatória. Em 1999, na assembleia da ANPED o grupo de estudos sobre Educação Matemática passou para Grupo de trabalho - GT 19 – Educação Matemática.

2 Parâmetros Balizadores da Pesquisa em Educação Matemática no Brasil. Disponível em: <http://sites.google.com/site/eventodepesquisa/>. Acesso em: 03.07.2013

3 Associação Nacional de Pós-Graduação e Pesquisa em Educação (ANPEd). Disponível em: <http://www.anped.org.br/>. Acesso em: 03.07.2013

No âmbito internacional o *Congress European Research in Mathematics Education* – CERME, em maio de 1997, representantes de 16 países europeus se reuniram em *Osnabruek*, Alemanha, e estabeleceram uma nova sociedade com o intuito de promover colaboração na pesquisa em Educação Matemática: *European Research in Mathematics Education* – ERME. Em agosto de 1998, em Osnabruek, ocorreu a fundação do ERME no CERME 1. O CERME, congresso do ERME, é projetado para o trabalho em grupos colaborativos, em área de pesquisa comum, com o objetivo de promover a comunicação, cooperação e colaboração na pesquisa em Educação Matemática na Europa. A seguir, colocam-se as contribuições sobre as pesquisas desenvolvidas pelos pesquisadores em Educação Matemática: Dario Fiorentini, Jeremy Kilpatrick, e Hans-Georg Steiner.

Delineia-se, no segundo capítulo uma forma de compreender a Metodologia de Pesquisa levando em consideração a principal tarefa da epistemologia: uma reconstrução racional do conhecimento científico. A visão epistemológica é uma forma de estabelecer um estudo metódico e reflexivo do conhecimento matemático produzido em Educação Matemática, desde a constituição da área até a formação de pesquisadores. Para este fim, apresentam-se cinco problemas epistemológicos: o problema analítico (distinção entre crença e opinião), o problema de demarcação (problema interno e externo), o problema do método (problema da unidade, problema do benéfico, problema da razão), o problema do ceticismo, e o problema de valor.

Para discutir sobre a natureza da Educação Matemática, delineiam-se ideias sobre o conhecimento matemático, como forma de ajudar a esclarecer as ideias a respeito do caminho metodológico, uma vez que a pesquisa em Matemática não é pesquisa em Educação Matemática. Busca-se, neste sentido, reconhecer e analisar todo o processo do ponto de vista lógico, interdisciplinar, uma vez que o conhecimento jamais é acabado ou definitivo.

No terceiro capítulo, apresenta-se a tradição de pesquisa Didática da Matemática e os seus pressupostos teóricos ocupando-se com pontos importantes relativos a pesquisa e ao ensino e aprendizagem da matemática.

O quarto capítulo apresentar uma forma de pensar sobre metodologia de pesquisa diante da contínua expansão da pesquisa em Educação Matemática. Estudos sobre revisão favorecem examinar a constituição da área, e os diálogos sobre a melhoria do seu estatuto teórico e metodológico. Os estudos de revisão organizam, esclarecem e resumem a literatura existente, podem apresentar um panorama sobre o tema escolhido, contribui no diálogo entre os pares da comunidade, podendo inclusive configurar outros encaminhamentos. Existem vários tipos de estudos que realizam revisão de literatura de diferentes áreas. Possibilita

trabalhar levantamentos, balanços, mapeamentos, bem como, evidência de determinadas abordagens metodológicas, aportes teóricos, objetos de estudos, procedimentos e análises, como também, apontam para as lacunas por onde é possível caminhar suas novas pesquisas.

Na categoria revisão encontra-se a Revisão Sistemática, que se distingue no estabelecimento de estratégias e transparência nos critérios de inclusão e exclusão dos estudos coletados pelo pesquisador. A Revisão Sistemática tem origem na área de saúde e tem como condição determinar evidências e a possibilidade de encontrar padrões de ocorrência nas pesquisas realizadas. A Revisão Sistemática tem como centro de referência a *UK Cochrane Centre*⁴ que é uma “organização internacional, sem fins lucrativos, que tem por objetivo ajudar pessoas a tomar decisões baseadas em informações de boa qualidade na área da saúde” A *Campbell Collaboration*⁵ inspira-se em *UKCochrane*. A Revisão Sistemática recorre a um conjunto de perguntas que minimize viés fornecendo elevada qualidade com protocolos de pesquisa bem conduzidos.

Neste sentido, trabalha-se a Revisão Sistemática que é referência para identificar uma evidência, entendida como um conjunto de elementos utilizados para confirmar ou negar uma hipótese. Entretanto, em educação às evidências são mais amplas, a Revisão Integrativa vai possibilitar inclusão de múltiplos estudos com diferentes delineamentos de pesquisa, aumentando a abrangência das conclusões das revisões. A Revisão Integrativa é um método que sumariza a produção científica a ponto de fornecer conhecimento amplo sobre o problema, podendo constituir meio para o desenvolvimento de teorias, apontando lacunas, sínteses de estudos, particularmente, permite a tomada de decisão devido à combinação de literatura teórica e metodológica.

Portanto, com a Revisão Sistemática é possível elencar uma série de questões pertinentes e que tenha como foco determinada pesquisa e seu objeto de estudo em Educação Matemática, e, desta forma, torna-se claro os critérios de inclusão e exclusão, trabalha-se com evidência. Com a Revisão Integrativa, uma vez que a evidência foi identificada, tem-se conhecimento amplo sobre o problema pode-se apontar para inclusão de múltiplas formas de delineamento da pesquisa. Propõe-se o trabalho de pesquisa com a Revisão Sistemática Integrativa como forma de refinar o processo da análise do tratamento nas teses em Didática da Matemática.

Para este fim, o primeiro procedimento foi estabelecer limites temporais, institucionais e espaciais para o *corpus* documental coletado que são as teses que versam sobre Didática da

⁴ UK Cochrane. Disponível em: <http://ukcc.cochrane.org>. Acesso em: 14.04.2016

⁵ Disponível em: <http://www.campbellcollaboration.org>. Acesso em: 14.04.2016

Matemática. Optou-se por analisar o período compreendido entre 2005 a 2015 considerando-se que uma década de teses dos programas de pós-graduação brasileiros configura-se como uma produção significativa da área. O segundo recorte foi à opção pelo local de coleta para baixar as teses. Optou-se pela Biblioteca Digital Brasileira de Teses e Dissertações – BDTD do Instituto Brasileiro de Informação em Ciência e Tecnologia – ibict⁶. Neste banco, identificaram-se 62⁷ teses por busca avançada colocando a expressão “Didática matemática”, grau “tese”, acesso aberto, todos os assuntos e autores, no idioma português, no período 2005 a 2015.

O terceiro procedimento foi baixar no próprio banco da BDTD as 62 teses, catalogar os resumos em um arquivo, e construir uma planilha identificando Instituição: ano de defesa, autor, orientador, metodologia, e o nível de ensino. Das 62 teses, através do resumo, foram identificadas 20 de Didática da Matemática por meio de palavras que são utilizadas em Didática da Matemática.

Ao analisar o tratamento de teses leva-se em consideração o processo de elaboração dos próprios objetos de estudos, da construção sistemática e empírica dos fatos. Refletir sobre esta questão é tratar a prática de pesquisa como um espaço quadripolar metodológico composto pelos polos epistemológicos (atravessar todo o processo da prática com vigilância crítica), teórico (elaboração de hipóteses e construção de conceitos), morfológico (as regras de estruturação são anunciadas) e técnico (controle da coleta e análise dos dados) que se articulam a ponto de garantir cientificidade. Neste sentido, à Revisão Sistemática Integrativa com a Estrutura da Prática Metodológica Quadripolar, pode vir a constituir uma robustez em relação à metodologia de pesquisa, bem como, uma contribuição para instrumentalização de pesquisadores para a produção de conhecimento.

Considera-se como pertinente que toda a pesquisa tenha como objetivo atingir os critérios de qualidade e relevância propostos pela comunidade acadêmica. A qualidade, em linhas gerais, refere-se ao desenvolvimento da pesquisa dentro da própria área, sendo que o juízo, desta qualidade, é realizado pelos próprios pares da comunidade. A relevância tem relação com a aplicabilidade e importância para a sociedade. Portanto, relevância tem relação com a área externa. A discussão sobre Critérios de Qualidade e Relevância na pesquisa em Educação Matemática: Relevância, Validade, Objetividade, Originalidade, Rigor e Precisão, Prognóstico, Reprodutibilidade, e Relacionamento, pode vir a iluminar a Revisão Sistemática

6 BDTD. Ibitct. Instituto Brasileiro de Informação em Ciência e Tecnologia. Disponível em: <http://bdtd.ibict.br/vufind/>. Acesso em: 24.11.2015.

7 Atualizado no site do BDTD em <http://bdtd.ibict.br/vufind/> no dia 14.04.2016

Integrativa dialeticamente integrada a Estrutura da Prática Metodológica Quadripolar neste trabalho.

CAPÍTULO 1 **SOBRE A PESQUISA EM EDUCAÇÃO MATEMÁTICA**

Neste capítulo, discute-se sobre a pesquisa em Educação Matemática no âmbito nacional e internacional. O limite desta discussão está nas abordagens de alguns autores sobre a constituição da pesquisa na área. Considera-se pertinente uma ordem cronológica em termos de sequência lógica de fatos e ideias.

Parte-se, portanto, no âmbito nacional, da Sociedade Brasileira de Educação Matemática – SBEM, fundada para consolidar pesquisadores, professores e interessados na área com vínculos, interesses e preocupações comuns. A SBEM tem como missão desenvolver a formação matemática de todos os cidadãos de nosso país, além de promover o desenvolvimento da Educação Matemática como conhecimento científico, por meio de estímulo às atividades de pesquisa e estudo acadêmicos.

A seguir, apresenta-se, a Associação Nacional de Pós-Graduação e Pesquisa em Educação – ANPED¹ como um espaço de referência de produção em educação que desenvolve através de produção científica discussão teórica da área de Educação. Pontua-se, portanto, o trabalho do Grupo de Trabalho (GT 19) que versa sobre a produção científica na área de Educação Matemática que contempla discussões do tema Metodologia de Pesquisa.

No âmbito internacional, em 1997 representantes de 16 países europeus estabelecem uma nova sociedade a *European Research in Mathematics Education* – ERME, com a fundação desta sociedade, em 1998, aconteceu o primeiro *Congress European Research in Mathematics Education* – CERME. Esta sociedade, a ERME, apoia diferentes pesquisas na Europa, prepara os estudantes de pós-graduação como pesquisadores, e desenvolve atividades que ajudam a alcançar os três **C** que são os objetivos entre os membros do ERME: Comunicação, Cooperação e Colaboração.

O CERME promove justamente os três **C** que são objetivos do ERME como forma de assumir a necessidade de saber mais sobre a pesquisa e como tem sido feita, e, por este motivo, oferece como oportunidade a discussão sobre os três **C** entre os investigadores. Uma característica importante é que os membros dos grupos temáticos trabalham em um espaço comum de investigação. Há pelo menos um grupo temático de trabalho que discute sobre as

¹Associação Nacional de Pós-Graduação e Pesquisa em Educação. Disponível em: <http://www.anped.org.br/>. Acesso em: 25.07.2016

diferentes perspectivas teóricas na pesquisa. Neste grupo temático, há discussões cujo tema é a Metodologia de Pesquisa.

Após dialogar sobre os eventos que englobam a área, trata-se cronologicamente do trabalho pioneiro do pesquisador Dario Fiorentini que, em 1984, desenvolveu uma tese sobre o estado da arte da pesquisa brasileira em Educação Matemática sistematizando dissertações e teses, descrevendo, historicamente, a trajetória da área e as abordagens teórico-metodológicas de Resolução de Problemas e Modelagem Matemática. Depois, falar-se sobre o programa desenvolvido por Hans-Georg Steiner (1985;1987) denominado de Teoria da Educação Matemática – TME, com raiz no Instituto de Pesquisas em Didática da Matemática – IDM, cuja a preocupação era em sistematizar os fundamentos teóricos e metodológicos para a pesquisa em Educação Matemática.

Conclui-se, este capítulo, com as ideias de Jeremy Kilpatric (1996; 1996a) para a constituição da área de Educação Matemática e o trabalho de revisão bibliográfica que envolve a busca da identidade em Educação Matemática através do domínio de pesquisa com Anna Sierpinksa e Jeremy Kilpatric (1998).

1.1 Eventos Nacionais e Internacionais sobre Pesquisa em Educação Matemática

A pesquisa é delineada em uma determinada área, como um espaço, um ponto de encontro, entre as diversas obras, com possibilidade de intersecção com outras áreas, com o que o pesquisador escolhe trabalhar. Um relacionamento dinâmico e dialético é o que acontece entre o pesquisador e a pesquisa que desenvolve. O pesquisador sente-se motivado e envolvido por uma determinada teoria, e sempre questiona como aplicá-la, como interpretá-la, temperado pela comunidade de Educação Matemática na qual faz parte. Para este fim, a realização de eventos científicos possibilita o intercambio, o diálogo entre os pesquisadores da área.

Com a finalidade de trabalhar pela consolidação da Educação Matemática, enquanto área de conhecimento foi fundada em 1988 a Sociedade Brasileira de Educação Matemática – SBEM. Atualmente, a SBEM, conta com quatorze (14) grupos de trabalho – GT (conforme tabela 1 abaixo) que, de modo geral, se preocupam em compreender matemática, como interpretar matemática, e o fazer matemática, incluindo desde o estudante até o professor.

TABELA 1 - Grupo de Trabalho Sociedade Brasileira de Educação Matemática

SBEM	GT1 - Educação Matemática nas séries iniciais – objetiva discutir e divulgar pesquisas sobre o ensino-aprendizagem da Matemática nos quatro eixos: números e operações, grandezas e medidas, espaço e forma e educação estatística.
G	
R	GT2/GT3 - Educação Matemática nas séries finais do ensino fundamental e no ensino médio – pesquisas sobre vários temas: ensino-aprendizagem de aritmética, álgebra, geometria, grandezas e medidas; currículo, políticas públicas, educação profissional, a educação de jovens e adultos, a educação do campo, dentre outras.
U	
P	GT4 - Educação Matemática no ensino superior (página em construção).
O	GT5 - História da Matemática e Cultura – pesquisa na linha da História da Matemática, História da Educação Matemática e do Programa Etnomatemática.
De	GT6 - Educação Matemática: novas tecnologias e educação à distância – tema relacionados, com praticamente todos os GTs, em relação ao ensino-aprendizagem, articulado ao uso de Tecnologias da Informação e Comunicação (TIC), Educação a Distância.
T	GT7 - Formação de professores que ensinam Matemática – pesquisa sobre a formação e desenvolvimento profissional de professores que lecionam Matemática em qualquer nível de ensino, em situações formais e/ou informais.
R	GT8 - Avaliação em Educação Matemática – discutir sobre os processos avaliativos sobre: Avaliação Educacional e Educação Matemática nos diferentes níveis e modalidades de ensino, dentre outros estudos.
A	GT9 - Processos cognitivos e linguísticos em Educação Matemática (página em construção).
B	GT10 - Modelagem matemática – criado em 2001 - debate sobre pesquisas que versam sobre Modelagem Matemática na perspectiva da Educação Matemática.
A	GT11 - Filosofia da Educação Matemática - temas concernentes à Filosofia contemplados na dimensão da Educação Matemática: da matemática, de seu ensino e dos processos de educação na perspectiva da epistemologia, da ontologia e da axiologia.
L	GT12 - Ensino de probabilidade e estatística – informação não disponível no site da SBEM.
H	GT13 - Diferença. Inclusão e Educação Matemática – incluem-se as discussões sobre pessoas historicamente marginalizadas como: com deficiência e/ou transtornos; com altas habilidades; com dificuldades específicas de aprendizagem matemática; em situação de risco ou vulnerabilidade social.
O	GT14 – Didática da Matemática (página em construção).

FONTE: SBEM. Disponível em: <http://www.sbembrasil.org.br/sbembrasil/>. Acesso em: 16.04.2016

A cada três anos pesquisadores que integram os GT, acima mencionados, se reúnem no Seminário Internacional de Pesquisa em Educação Matemática² – SIPEM, como forma de divulgar para a comunidade as pesquisas organizadas pelos Institutos de Ensino Superior – IES. Neste evento, há maior intercâmbio entre pesquisadores nacionais e internacionais, formação de parcerias entre os pesquisadores em projetos, além de investir na visibilidade da produção brasileira sobre pesquisa em Educação Matemática no âmbito nacional e internacional. Não foi encontrada discussão sobre metodologia de pesquisa nos anais do SIPEM I até o IV.

Um evento que trata sobre parâmetros balizadores para a pesquisa em Educação Matemática brasileira começou a partir do I Simpósio sobre Produção Científica na Educação Matemática Paulista – SIPCEMP. Por iniciativa da SBEM – SP reuniram-se os representantes vinculados às áreas de Educação/Ensino de Ciências e Matemática/Psicologia. Aconteceu o II

² Seminário Internacional de Pesquisa em Educação Matemática. Disponível em: <http://www.sbembrasil.org.br/sbembrasil/index.php/anais/sipem>. Acesso em: 18.03.2016

SIPECEMP em 2007 na UNESP em Rio Claro para socializar a produção científica e articulações entre as linhas de pesquisas e a formação do professor matemático do Estado de São Paulo.

Preocupados com a qualidade das pesquisas, em termos teórico-metodológico, e as condições de produção das pesquisas na área, o Grupo de Estudos e Pesquisas de Formação de Professores que Ensinam Matemática – GEPPFM, da Universidade Estadual de Campinas – UNICAMP, em 2011 promove na Universidade Estadual Paulista “Júlio de Mesquita Filho” - UNESP – Rio Claro, São Paulo, junto ao o Programa de Pós Graduação em Educação Matemática – PPGEM, o “I Fórum de discussões sobre a pesquisa, denominado de Parâmetros Balizadores da Pesquisa em Educação Matemática”³.

O II fórum⁴ aconteceu em 2013 na UNICAMP com o objetivo de promover reflexão crítica sobre os pilares da pesquisa em Educação Matemática no Brasil, em seus entraves, possibilidades e limitações nas perspectivas epistemológica, histórica, sociocultural, econômica e acadêmica. Em 2015 o III fórum aconteceu na Pontifícia Universidade Católica de SP no Campus Consolação com temas que integram Programas das Áreas de Ensino e de Educação da Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior - CAPES⁵, com mapeamentos de novas pesquisas, e avaliação dos Mestrados Acadêmicos, Profissionais e a produção de conhecimento.

A Associação Nacional de Pós-Graduação e Pesquisa em Educação – ANPED, fundada em 1976, constitui-se em um importante espaço para a discussão sobre o desenvolvimento de pesquisas na pós-graduação sobre a área de Educação no Brasil. Em 1997 professores da Pontifícia Universidade Católica de São Paulo – PUC-SP decidem propor um grupo de trabalho em Educação Matemática. Inicialmente, em fase probatória, grupo de estudos sobre Educação Matemática. Em 1999, na assembleia da ANPED o grupo de estudos sobre Educação Matemática passou a ser um Grupo de trabalho - GT 19 – Educação Matemática.

Dario Fiorentini, em 1994, desenvolveu mapeamento de 48 trabalhos aprovados pelo Comitê Científico da ANPED no período de 1998-2001. O objetivo foi descrever analisar e

³ I Fórum de pesquisa. Parâmetros Balizadores da Pesquisa em Educação Matemática. <https://sites.google.com/site/eventodepesquisa/edicao-anterior>. Acesso em: 18.03.2016.

⁴ II Fórum de pesquisa. Parâmetros Balizadores da Pesquisa em Educação Matemática. <https://sites.google.com/site/eventopesquisa2/home>. Acesso em: 18.03.2016.

⁵ CAPES. Disponível em: <http://www.capes.gov.br/>. Acesso em: 06.09.2016.

discutir problemas e tendências temáticas, e teórico-metodológicas relativas ao lugar da pesquisa em Educação Matemática descrevendo e analisando tendências temáticas e metodológicas dos trabalhos produzidos pelo GT 19. De um ponto de vista do desenvolvimento de um referencial teórico-metodológico, a existência de temas ou linhas de pesquisas viáveis e exequíveis do ponto de vista da pesquisa, geralmente já consolidado por pesquisadores. (FIORENTINI, 1994).

O mapeamento, dos 80 resumos, das pesquisas qualitativas do GT 19, entre 1988 a 2014, foi escrito por Adair Mendes Nacarato, Ana Cristina Ferreira, Celi Espasandi Lopes, Dario Fiorentini e Regina Celia Grando. O trabalho escrito por estes autores é fruto de uma mesa-redonda sobre os problemas em metodologia de pesquisa na formação de professores de matemática. Destaca a incoerência entre os pressupostos teóricos e a metodologia utilizada, a dificuldade de sintetizar de forma coerente o objetivo do trabalho, bem como a insuficiência de informação nos resumos. (NACARATO, et al., 2005)

O mapeamento sobre Engenharia Didática na ANPED teve como objetivo tecer reflexões sobre as pesquisas fundamentadas na Engenharia Didática nos trabalhos apresentados no período de 1999-2005. Como resultado muito dos trabalhos mapeados não explicitaram claramente os pressupostos epistemológicos, cognitivos e didáticos da pesquisa realizada, nem a escolha das variáveis envolvidas (ALMOULOU, et al. 2008).

No âmbito internacional, como dito anteriormente na introdução, há na CERME o grupo de trabalho TWG: *Theoretical perspectives and approaches in mathematics education research* se dedica justamente a discutir as diferentes abordagens e perspectivas teóricas nas várias práticas de pesquisa, explorando as possibilidades de como lidar com esta diversidade para a constituição da área enquanto campo científico. Esta discussão levou os pesquisadores desse fórum a uma reflexão sobre a natureza, os papéis e funções das teorias em Educação Matemática, nas suas relações com as metodologias utilizadas nas pesquisas da área.

A discussão sobre trabalhos aceitos para o CERME resultou de pesquisas empíricas, com base nos seguintes procedimentos:

1. A influência de diferentes teorias na análise dos dados: considerar um determinado conjunto de dados ou fenômenos por meio de diferentes lentes teóricas e analisar as diferenças resultantes; analisar as interações de duas ou mais teorias e como elas são aplicadas à mesma pesquisa empírica;

2. A relação entre teoria e pesquisa empírica: analisar como um paradigma de pesquisa específico influencia a pesquisa empírica; exemplificar como estudos empíricos contribuem para o desenvolvimento e evolução das teorias;
3. A relação entre pesquisa e prática por meio da análise de como a pesquisa influencia na prática e vice-versa.

Observa-se, portanto, que nos espaços privilegiados de discussão delineados acima, que a comunidade de Educação Matemática, no âmbito nacional e internacional, ao longo das últimas décadas, vem se tornando uma área estabelecida de pesquisa. Uma área em crescimento procurando consolidar quadros teóricos em construção permanente, que incorpora diversos modos de construir saberes, com numerosos eventos, periódicos, série de livros, conferências e fóruns.

Nas plenárias do CERME o grupo que pesquisa sobre as “Diferentes abordagens e perspectivas teóricas na pesquisa em Educação Matemática” busca explicitar seus pressupostos teóricos, bem como compreender a relação entre as diferentes teorias. Afunila-se para a seguinte questão: *Porque os pesquisadores adotam um método (particular) teórico ao apresentar os resultados de sua pesquisa?* Dentre as respostas possíveis pode-se incluir que os pesquisadores adotam um método teórico, um modelo específico, por ser “moda” ou porque o pesquisador trabalha em uma determinada cultura onde um determinado modelo é aceito, ou pode o modelo abordar questões centrais que os pesquisadores procuram compreender.

No CERME 5 as discussões apontam para pensar sobre a importância de se ter diferentes metodologias de pesquisa em Educação Matemática a fim de possibilitar a escolha por vários métodos. O uso de métodos qualitativos e quantitativos, para a metodologia de pesquisa, denominada de multi-métodos que é um método de pesquisa que envolve coleta, análise e integração de dados quantitativos e qualitativos em um único estudo ou em vários estudos.

A vantagem da abordagem quantitativa são os testes que, geralmente, são administrados para muitos participantes e onde são produzidos muitos dados em pouco tempo com o custo baixo. Os dados são obtidos com base em uma amostra representativa, o que significa que é mais provável generalizar com base nos dados as declarações feitas pelos participantes. Todavia, a desvantagem desta abordagem é que os dados produzidos podem

carecer de profundidade sobre o tema a ser pesquisado. Então, a aplicação de multi-métodos, como por exemplo, a entrevista, pode favorecer a compreensão dos dados estatísticos, a observação pode auxiliar a leitura dos testes com múltiplas questões fornecendo informações sobre o conhecimento matemático no contexto onde está ocorrendo a investigação. (PETROU, 2007)

A utilização de abordagem de estudo de caso nas pesquisas em Educação Matemática, vem sendo adotada para explorar a relação entre dois aspectos do conhecimento matemático: conhecimento da matéria - que consiste no conhecimento centrado na organização dos principais fatos, conceitos sobre os processos pelos quais as teorias e os modelos são produzidos e estabelecidos como válidos; o conhecimento pedagógico do conteúdo – inclui as interpretações, exemplos e aplicações que os professores utilizam a fim de tornar compreensível o assunto para o estudante. (PETROU, 2007)

A escolha de uma determinada metodologia de pesquisa relaciona-se a perspectiva teórica adotada pelo pesquisador, que comumente é referida como paradigma de pesquisa. Na literatura sobre pesquisa multi-métodos, existem diferentes posições de como paradigmas de pesquisas informam o desenho de seu estudo. Ou seja, um tipo de método é mais apropriado para certo tipo de pesquisa, enquanto outro tipo é mais apropriado para outro tipo de pesquisa. (PETROU, 2007). No CERME 6 e 7, não houve discussão sobre metodologia de pesquisa.

No CERME 8 a comparação entre “Pesquisa - Baseada em Design “ (PBD)” e Engenharia Didática “ (ED), foi para identificar as suas características básicas, semelhanças, diferenças e possíveis complementaridades dos problemas, princípios teóricos e métodos”. A Pesquisa - Baseada em *Design* é da família de abordagens metodológicas que estudam a aprendizagem em contexto. Usa o *design* e análise sistemática de estratégias e ferramentas de ensino tentando garantir a independência da pesquisa. A Pesquisa-Baseada em *Design* pode auxiliar a criar e ampliar o conhecimento sobre o desenvolvimento e sustentação de aprendizagem em ambientes inovadores. (GODINO, et al. 2013)

O *design* é utilizado como método de pesquisa para diferenciar do *design* de delineamento experimental clássico: o objetivo central da concepção de ambientes de aprendizagem e desenvolvimento de *prototheories*⁶ de aprendizagem está interligado; o

⁶ *Prototheories* ou proto-ciências são ciências em curso, para o qual não há lugar no edifício ensino da ciência estabelecida, mas pode ser que o que ainda é uma teoria de fora, amanhã pode ser nos livros de ciência ou é

desenvolvimento e pesquisa têm lugar através de ciclos contínuos de *design*, promulgação, análise e redesenho; a pesquisa deve explicar e projetar cenários autênticos, com sucessos, fracassos, interações que refinam a nossa compreensão de questões cujo aprendizado esteja envolvido; os desenvolvimentos dos resultados estão baseados em métodos que se conectam com promulgação de desfechos interessantes. (GODINO, et al.,2013)

Designs de experimentos são para desenvolver teorias e sintonizar com o que funciona com o que é útil. São três fases: planejamento da experiência; experimentação para apoiar a aprendizagem; análise retrospectiva dos dados gerados ao longo do experimento. As experiências de *design* incorporam dois elementos críticos para guiar a melhoria da prática educativa: a concepção e a avaliação. Estas experiências são complementadas por métodos de estudos etnográficos, pesquisa clínica experimental ou quase experimental, para avaliar os efeitos das variáveis independentes sobre variáveis dependentes, como também representam desafios que podem ser comuns em outras pesquisas sobre educação, como por exemplo: dificuldades decorrentes da situação cotidiana e a resistência ao controle experimental; grandes quantidades de dados decorrentes da necessidade de combinar etnografia e análise quantitativa. (GODINO, et al.,2013)

A Engenharia Didática é uma metodologia de pesquisa que se baseia na concepção e avaliação de sequências teoricamente justificados de ensino da matemática, com a intenção de desencadear a emergência de alguns fenômenos educativos e desenvolver recursos de ensino cientificamente testados. A validação é essencialmente interna, com base no confronto entre a *priori* e a *posteriori*. Sugere-se que a Engenharia Didática seja mais que uma metodologia de pesquisa se destina igualmente a uma transposição didática viável no ensino, como um produto tão importante quanto o método. De acordo com o objetivo da pesquisa a engenharia pode produzir resultados de pesquisa com divulgação mais ampla de cenários utilizados, e engenharia para o desenvolvimento e formação com produção de recursos para a formação de professores. (GODINO, et al.,2013)

Para Engenharia Didática e Pesquisa-Baseada em *Design*, segundo o quadro 1 abaixo, as questões paradigmáticas são um pouco semelhante, embora orientado e especificado à luz da teoria subjacente. As situações fundamentais são modelos ou representações de caracterizações de conhecimento matemático através das questões ou problemas para os quais esse conhecimento é uma resposta. A posição epistemológica construtivista sobre o conhecimento matemático, apoio da Engenharia Didática, foi destacada pela Teoria do Antropológico do Didático (TAD) e da Abordagem Ontosemiotica (AOS). Consequentemente, pode-se ver na PBD uma extensão da ED. A PBD não tem uma estrutura teórica única ou preferida, enquanto a ED repousa sobre uma teoria a Teoria das Situações Didáticas que fornece critérios para desenvolver situações fundamentais específicas para a matemática e para conduzir o ensino-aprendizagem autonoma dos alunos. Metodologicamente, o estudo preliminar proposto pela ED tem orientação na base da teoria para a análise epistemológica do conhecimento matemático a ser ensinado. (GODINO, et al.,2013)

QUADRO 1- Comparação da Pesquisa Baseada em *Design* e Engenharia Didática (TSD)

	PESQUISA-BASEADA EM <i>DESIGN</i> (PBD)	ENGENHARIA DIDÁTICA - ED (TSD -TEORIA DAS SITUAÇÕES DIDÁTICAS)
QUESTÕES PARADIGMÁTICAS	<ul style="list-style-type: none"> - COMO MELHORAR A APRENDIZAGEM DA MATEMÁTICA EM CONTEXTOS ESCOLARES REALISTAS, BASEADAS EM RESULTADOS DE PESQUISA? - QUE RECURSOS DE INSTRUÇÃO PODEM SER USADOS PARA MELHORAR O ENSINO E APRENDIZAGEM DA MATEMÁTICA? 	<ul style="list-style-type: none"> - QUE TIPO DE SITUAÇÕES-PROBLEMA DÁ SENTIDO A UM CONHECIMENTO MATEMÁTICO ESPECÍFICO? (SITUAÇÕES FUNDAMENTAIS) - QUE CARACTERÍSTICAS DEVEM TER O MEIO PARA QUE O ALUNO POSSA ATINGIR A APRENDIZAGEM INDEPENDENTE DE UM CONHECIMENTO ESPECÍFICO? (DIALÉTICA ENTRE SITUAÇÕES A-DIDÁTICAS E DIDÁTICAS)
PRESSUPOSTOS TEÓRICOS	<ul style="list-style-type: none"> - O PROJETO É BASEADO EM VÁRIAS ESTRUTURAS INTERPRETATIVAS - TEORIAS EMERGIR A PARTIR DOS DADOS 	<ul style="list-style-type: none"> - A TSD ORIENTAR A FORMULAÇÃO DE HIPÓTESES SOBRE O PROJETO E OS RESULTADOS ESPERADOS - TESTE DE DADOS A TEORIA
METODOLOGIA	TIPO: MISTO (QUALITATIVA/ QUANTITATIVA) FASES: <ul style="list-style-type: none"> - PREPARAÇÃO DO EXPERIMENTO - EXPERIMENTAÇÃO - ANÁLISE RETROSPECTIVA 	TIPO: MISTO, COM ÊNFASE POSITIVISTA (NOMOTÉTICO) FASES: (GUIADOS PELA BASE DA TEORIA) <ul style="list-style-type: none"> - FASE PRELIMINAR - CONCEPÇÃO E ANÁLISE <i>A PRIORI</i> - EXPERIMENTAÇÃO - UMA ANÁLISE <i>POSTERIORI</i> - VALIDAÇÃO
RESULTADOS	<ul style="list-style-type: none"> - RECURSOS INSTRUCCIONAIS - TEORIAS EMERGENTES LOCAIS 	<ul style="list-style-type: none"> - TESTAR HIPÓTESES DERIVADAS DA BASE-TEORIA - SITUAÇÕES FUNDAMENTAIS - RECURSOS INSTRUCCIONAIS

FONTE: GODINO, et al., (2013, p. 2815)

O objetivo da PBD é desenvolver recursos instrucionais para melhorar o ensino e aprendizagem da matemática com base em pesquisas. A pesquisa sobre intervenções

educativas depende criticamente dos referenciais teóricos utilizados que apoiam a concepção e interpretação dos resultados. Diferente na PBD onde a pesquisa dependerá da teoria de base, ou a falta da teoria, e, portanto, uma família de metodologias ou abordagens de pesquisas educacionais. Uma vez que o objetivo é desenvolver um produto com base na pesquisa, pode ser considerada como uma forma de engenharia. A Engenharia Didática francesa, como tradição mais ampla, aborda um problema semelhante, embora apoiada por uma teoria explícita que é a Teoria das Situações Didáticas. Pode-se considerar a ED um antecedente da PBD e um exemplo particular da mesma. (GODINO, et al.,2013)

Designs de intrução com base em modelos teóricos diferentes a TSD são realizadas para produzir uma variedade de projetos baseados em pesquisas. Os tipos de engenharia didática, conforme a figura 1, compartilham problemas semelhantes. Para o pesquisador apoiar seu trabalho em uma engenharia particular e explicar os resultados obtidos em cada caso são necessárias novas análises para que esclareça detalhadamente (GODINO, et al.,2013) os limites e possibilidades de seu uso.

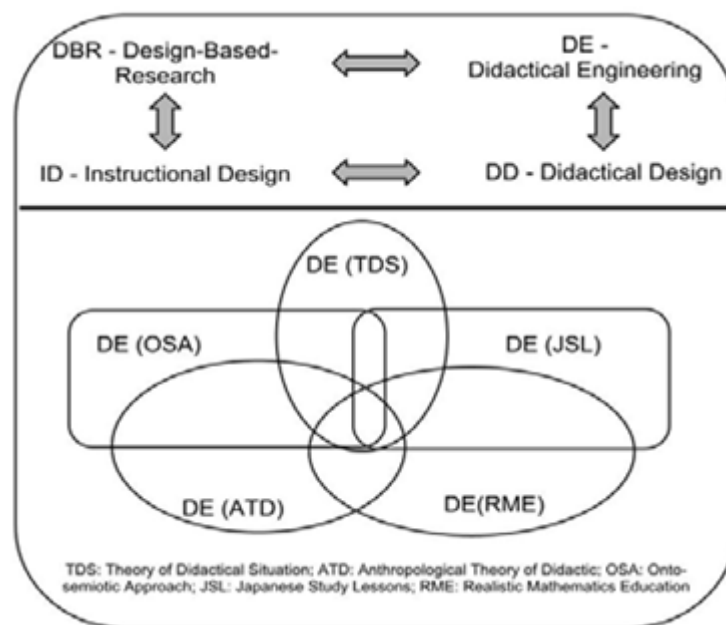


Figura 1 - Variedade de Pesquisa - Baseada em Design (PBD)

Fonte: GODINO, et al. (2013, p.2817)

O CERME 8 traz discussão sobre “rede de métodos”. Considera-se, como método entrevista com lembranças estimuladas. E, apresenta-se a caneta *Livescribe* como instrumento

importante para a pesquisa por capturar *in loco* as impressões do pesquisado. Descreve protocolos de pensar em voz alta (T-AP) e a abordagem de tarefas-baseadas em entrevista (T-BI) para capturar dados na resolução de problemas. Estas abordagens dependem de relatos verbais dos participantes que permita envolvimento em reflexão “ao vivo” no desempenho “livre” de resolução de problemas a fim de provocar raciocínio. As abordagens foram desenvolvidas em Educação Matemática no século XX é relevante para o pensamento do novo pesquisador (HICKMAN; MONAGHAN, 2013)

Lembrança estimulada é um subconjunto de um conjunto de métodos introspectivos que significa induzir dados sobre procesos de pensamentos envolvidos na realização de uma tarefa ou atividade. A lembrança estimulada por entrevista normalmente envolve utilização de um estímulo, tal como fita de áudio ou vídeos para “ativar o participante para reviver” o episódio a ponto de ser capaz de fornecer retrospecto verbalizado de processo de pensamento original. Permite que os investigadores explorem participantes, os conhecimentos, opiniões, entendimentos, interpretações, experiências, interações, compartilhando princípios ontológicos e epistemológicos. A *Livescribe* é uma caneta digital com gravador de áudio digital embutido que pode ser usada como caneta regular, mas registra em tempo real junto com os sons para ser transferido para um computador e assim reproduzido. Tem sido um estímulo para entrevista através da lembrança estimulada. (HICKMAN; MONAGHAN, 2013)

Estes métodos incidem sobre os seguintes temas: exemplos de estratégias para conectar teorias (metodologias); condições para um diálogo produtivo entre teóricos (metodologia); dificuldades e estratégias ao reunir resultados de diferentes quadros teóricos; o papel do material empírico (dados de pesquisa) na rede e *design* de teorias; a interação entre contextos e abordagens teóricas: a diversidade de abordagens em direção a diferentes culturas e contextos. De forma específica, levantou a discussão sobre a metodologia e sua relação com a teoria, que o artefato *Livescribe* juntamente com a Lembrança Estimulada por Entrevista pode permitir que as redes de teorias/metodologias, e possivelmente construir uma metodologia mais forte, pode-se também considerar estas duas posições meta-teorias em rede. (HICKMAN; MONAGHAN, 2013)

No CERME 9 a discussão sobre metodologia da pesquisa foi um estudo introdutório sobre o método *mineração de dados*⁷ em Educação Matemática. Este método é semelhante à

⁷ Educational Data Mining. Disponível em: <http://www.educationaldatamining.org>. Acesso em: 19.03.2016

obtenção de minério de areia, onde o minério é o conhecimento. Podendo assim, ser denominada de mineração de conhecimento, mas não é assim denominado porque a ideia é colocar ênfase na grande quantidade de dados que com este método pode o pesquisador trabalhar. As definições encontradas na literatura sobre mineração de dados são: metodologia utilizada para identificar padrões ocultos em grande conjunto de dados; processo que analisa os dados partindo de diferentes pontos de vista resumindo informações úteis; tecnologia usada para descrever descoberta de conhecimentos e relacionamentos significativos. (ASKSOY, et al.,2015)

As técnicas mineração deste método são: *Clustering* uma técnica que agrupa automaticamente dados de segunda ordem por semelhança; *Classificação e regressão* – na classificação a variável prevista é binária ou categórica, incluem-se dados educacionais árvores de decisão, regressão logística e máquinas de vetor suporte, são modelos preditivos que pode comparar o comportamento de estudantes de hoje com os do passado – na regressão a variável prevista é a contínua, inclui-se dados educacionais como árvores de decisão e redes *Bayesian* e pode ser usado para prever comportamento do estudante em um ambiente educacional; Regras de associação são atributos de dados, regras características de classificação e previsão para descrever uma situação futura. Em educação pode ser usada para trazer regras interessantes sobre registros dos estudantes, fatos ocultos na compreensão do comportamento do estudante em um ambiente de aprendizagem, como o estilo de aprender, o padrão utilizado, a avaliação, dentre outras questões. Estas regras podem auxiliar o professor à entender as necessidades do estudante em melhorar as habilidades de aprendizagem. (ASKSOY, et al.,2015)

Comparando aos métodos estatísticos tradicionais, a mineração de dados pode auxiliar de forma mais completa os dados encontrando padrões não vistos anteriormente, e prever modelos que permita tomar melhor decisão, e, portanto, moldar futuros eventos. Uma das funções da mineração de dados é identificar irregularidades entre os dados, e a outra função é encontrar relação entre variáveis que irá prever valores desconhecidos ou futuros das variáveis. Ao contrário da análise descritiva e inferencial que dependem de médias e desvios padrão, a mineração de dados usa a Estatística determinística, e paramétrica e não paramétricos para analisar registros de dados. (ASKSOY, et al.,2015)

Em educação, mineração de dados pode ser usada para: determinar equívocos encontrados na pesquisa qualitativa (técnicas de classificação ou regras de associação); determinar equívocos ou erros que ocorrem em conjunto (regras de associação); alguns fatores determinadamente importantes para formar grupos compatíveis na aprendizagem colaborativa (técnica de classificação para agrupamento); determinados fatores que afetam a realização matemática (classificação de técnicas); prever e tomar precauções com o desempenho do estudante no início e no final do ano (técnicas de classificação); determinar características dos estudantes com necessidades especiais (*clustering*)⁸; investigar as relações entre as diferentes perspectivas teóricas utilizadas em educação e ligá-las (regras de associação ou técnicas de classificação); descobrir relacionamentos nos padrões de comportamento dos estudantes (regras de associação). (ASKSOY, et al.,2015)

A complexidade da Educação Matemática reflete nas pesquisas da área, tanto no âmbito nacional quanto no internacional, nos significados propostos por pesquisadores, e na relação com outras áreas do conhecimento. As pesquisas têm sido produzidas, em decorrência dos programas de pós-graduação, conseqüentemente há discussão sobre a diversidade metodológica diante desta complexidade. Há também um movimento crescente de realização de eventos na área como espaço de discussão e difusão das ideias.

A pesquisa em Educação Matemática não é pesquisa em Matemática, e nem é pesquisa em Educação (BICUDO 1983) mais trata de assuntos tanto da matemática quanto da educação. Não haverá uma resposta definitiva, uma resolução final, para o que venha a ser a pesquisa em Educação Matemática. Entretanto, múltiplas respostas, várias análises, em diferentes países com diferentes culturas, e várias visões para o futuro da pesquisa em Educação Matemática.

Vê-se, portanto, que a Educação Matemática é um campo de conhecimento aberto, que incorpora diversos modos de construir saberes adequado ao seu objeto de estudo, é uma área em crescimento procurando consolidar quadros teóricos em construção permanente.

⁸ *Clustering* é uma técnica de *Data Mining* para fazer agrupamentos automáticos de dados segundo seu grau de semelhança. Disponível em: http://home.deib.polimi.it/matteucc/Clustering/tutorial_html/. Acesso em: 20.03.2016.

1.2 Teoria da Educação Matemática - TME: programa de Hans-Georg Steiner

A Teoria da Educação Matemática nasce da preocupação de Hans-Georg Steiner em sistematizar os fundamentos de teorias e metodologias para pesquisa em Educação Matemática. Bem como, da necessidade de compreender o que é a área Educação Matemática, de problematizar os seus fenômenos, de compreender para onde a área poderia evoluir, e das relações que podem ser estabelecidas. O trabalho de Hans-Georg Steiner tem raiz no Instituto de Pesquisas em Didática Matemática – IDM, onde trabalhou com a fundamentação teórica Didática da Matemática.

No V *International Congress on Mathematical Education* – ICME, Hans-Georg Steiner apresentou a TME e os três componentes inter-relacionados que serão discutidos ao longo desta seção (STEINER, 1987, p.46):

1. A identificação e a elaboração de problemas básicos na orientação, na fundamentação, na metodologia, e na organização da Educação Matemática como disciplina;
2. O desenvolvimento de uma abordagem abrangente para a Educação Matemática em sua totalidade quando visto como um sistema interativo compreendendo a pesquisa, o seu desenvolvimento e a prática;
3. Investigação auto-referente e a meta-investigação relacionada com a Educação Matemática fornecem informações sobre o estado da arte, sobre situações problemas, e as necessidades da disciplina em respeito às diferenças regionais e nacionais. (Tradução nossa)⁹

Hans-George Steiner delineou a TME em *nove ideias*. A *primeira ideia* é sobre a Complexidade, as inter-relações, e uma visão sistêmica para a Educação Matemática. A área da Educação Matemática é caracterizada por extrema complexidade. Explicar a Educação Matemática como área complexa, perpassa, por certo, ao oposto do significado do que vem a ser linear, ou do significado de determinismo. Seria admitir a Educação Matemática como disciplina científica e um sistema social que compreende teoria, desenvolvimento e prática. (STEINER, 1985)

Pode-se dizer que, observado o fenômeno e as circunstâncias, entender a sua complexidade significa perceber que existe a área Educação Matemática que é o todo,

⁹ 1. The identification and preparation of basic problems in orientation, rationale, methodology, and organization of mathematics education as a discipline; 2. The development of a comprehensive approach to mathematics education in its entirety when viewed as an interactive system comprising research, development and practice; 3. Research self-referential and meta-research related to mathematics education provide information about the state of the art of problem situations, and the discipline of requirements with respect to regional and national differences.

compreendido aqui como um sistema, e que esta área tem partes que a constituem que são os subsistemas e suas inter-relações. Pensar sobre uma visão sistêmica para a área possibilitaria olhar este sistema, ou seja, à área como um todo, e seus subsistemas. Neste caso, seria preciso levar em consideração a sua complexidade. Os subsistemas nem sempre atuam bem, falta interconexão e cooperação mútua entre eles.

Portanto, devem-se levar em consideração na pesquisa os vários contextos em que acontece a aprendizagem matemática e o pensamento matemático. Ambos estão incorporados no sistema cognitivo do estudante, do tema a ser estudado, e do contexto em questão. Geralmente, o pesquisador concentra sua pesquisa ou na aprendizagem do estudante ou no pensamento do estudante e negligencia as interações entre a aprendizagem e o pensamento do estudante. A Educação Matemática admite uma interpretação dialética como disciplina científica e como sistema social interativo que compreende o desenvolvimento da teoria e prática. (STEINER, 1985)

Uma abordagem sistêmica com as suas tarefas auto-referentes pode ser compreendida como um meta-paradigma organizativo para a Educação Matemática. Parece ser uma necessidade a fim, não só de lidar com a complexidade geral, mas também porque o caráter sistêmico se revela em todos os problemas particulares do campo [...] (STEINER, 1985, p.11. Tradução nossa).¹⁰

Alguns pesquisadores tratam as interações trabalhando as relações e apresentando em forma de esquemas, para discutir o lugar que cada subsistema ocupa e quais as contribuições na constituição destes saberes.

No modelo desenvolvido por Hans-George Steiner a disciplina científica Educação Matemática (EM) se insere em um Sistema de Ensino da Matemática (SEM) – Formação do Professor de Matemática, desenvolvimento curricular em matemática, materiais didáticos, avaliação, etc. - que se insere em um sistema social complexo denominado de Educação Matemática e Ensino (GODINO, 2010).

No diagrama são identificados os subsistemas: formação de professor, desenvolvimento curricular, materiais didáticos, avaliação, etc., e a própria Educação

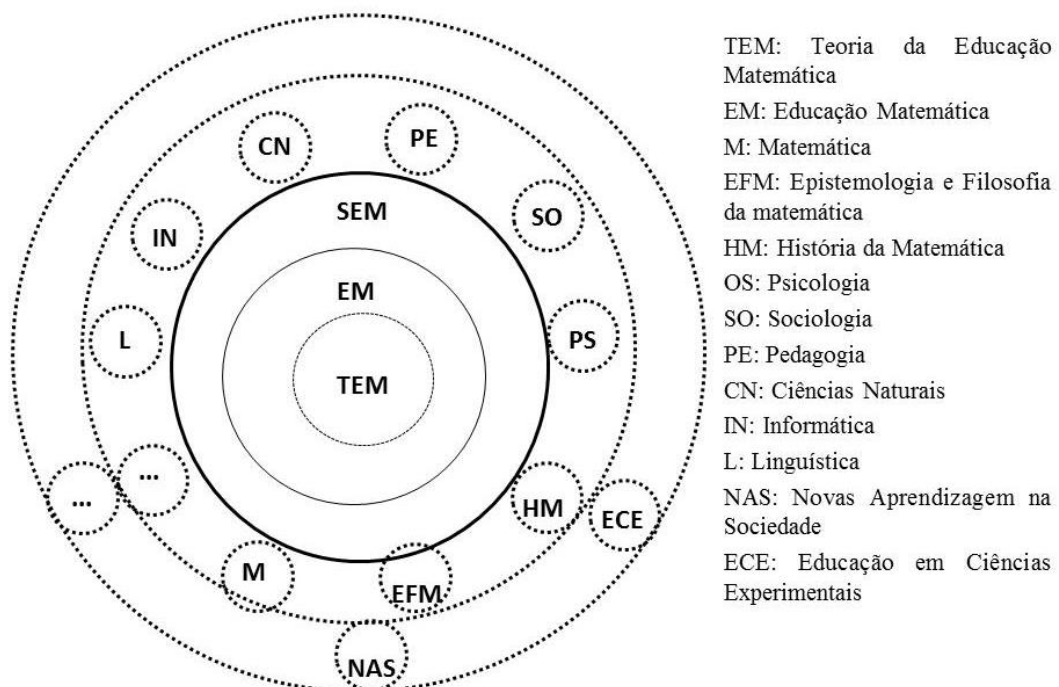
¹⁰ A systemic approach to their self-related tasks can be understood as an organizational meta-paradigm for mathematics education. It seems to be a necessity in order not only to deal with the overall complexity, but also because the systemic character reveals itself in every particular field problems. (STEINER, 1985, p.11)

Matemática que faz parte do SEM. Também faz parte do diagrama as ciências referenciais: Matemática (M), Epistemologia e Filosofia da Matemática (EFM), História da Matemática (HM), Psicologia (P), Linguística (L), Sociologia (S).

Na parte do entorno Hans-George Steiner relaciona todo o sistema da Educação Matemática com as Novas Aprendizagens na Sociedade (NAS), para representar o ensino de ideias fora do contexto escolar, e as inter-relações com Educação em Ciências Experimentais (ECE). A Teoria em Educação Matemática (TEM) situa-se em um plano interior que contempla e analisa em sua totalidade um rico sistema global. A TEM seria então, como um componente da Educação Matemática, que está inserido em um sistema mais amplo denominado de Sistema de Ensino da Matemática (SEM) que o constitui. (GODINO, 2010)

A visão sistêmica tem relação com a noção interdisciplinar de sistema adotada pelas ciências sociais. Niklas Luhmann um importante teórico alemão da contemporaneidade, renova a ideia sobre teoria dos sistemas baseado em uma mudança fundamental quando na distinção do todo e das partes, para a distinção de sistema e entornos tendo como referência o conceito de complexidade. (NEVES, 2006)

GRÁFICO 1- Relações da Didática de Matemática com outras disciplinas e sistemas



FONTE: STEINER (1990 *apud* Godino, 2010, p.3)

O tema complexidade ganha referência teórica no século XX, construído a partir das transformações nas ciências naturais e da matemática, operada no início deste século que colocaram em dúvida o estatuto epistemológico da física newtoniana que se ligavam as ideias de universo determinista, de reduções a causas últimas, do mecanismo e reversibilidade. Estas expressões são úteis para entender o conceito anterior de complexidade e o porquê do fascínio que as matemáticas exerciam naquela época. (NEVES, 2006)

Contribuições recentes à teoria geral dos sistemas enfocam a relação do sistema/entorno. Os sistemas se definem, criam identidade partindo das suas próprias operações. Estas operações são dependentes do sistema no qual são produzidos, que por sua vez, produzem o próprio sistema. Começa com um processo circular de autoprodução de componentes capaz de dar sentido e informações do entorno, e por isso se distingue do mesmo. Assim, a ideia de Niklas Luhmann não parte da noção de unidade, mas de diferença, buscando na complexidade a superação da causa e efeito (NEVES, 2006).

Complexidade significa a totalidade dos acontecimentos e circunstâncias. Quanto maior a possibilidade de acontecimentos cresce a relação entre os elementos que compõe estas circunstâncias. A capacidade humana não dá conta de apreender esta complexidade, neste ponto assumem os sistemas. A visão sistemática intervém entre a complexidade e a capacidade humana em trabalhar a complexidade. A função da visão sistemática é de reduzir a complexidade excluindo determinadas possibilidades e selecionando outras. (NEVES, 2006)

O sistema é, portanto, definido por sua diferença em relação ao entorno. Ou seja, o sistema que contém sua diferença é em si auto-poiético (capaz de se autoproduzir), autorreferente (que se refere a si mesmo) e operacionalmente fechado por se constitui reduzido à complexidade do entorno. Se por um lado o sistema reduz a complexidade, por outro lado constroem a própria complexidade. Precisa fechar produzindo a construção de sua própria complexidade com seu autopoiesis (criação de seu próprio elemento). O entorno é mais complexo que o sistema por englobar todas as relações, acontecimentos e situações possíveis (NEVES, 2006).

O sistema se decompõe em subsistemas, elementos e relações. Não existem elementos sem conexões relacionais nem relações sem elementos. Os elementos são para o sistema que o utiliza como unidade. Niklas Luhmann define complexidade quando um conjunto inter-relacionado de elementos já não tem como se relacionar com outros devido a suas limitações e

para que ocorra a seleção, é necessária a obrigação da seleção que significa contingência e contingência significa risco. (NEVES, 2006)

A ideia delineada acima sobre complexidade é necessária sempre que for explicado o funcionamento de um conjunto de elementos tal como pensou Hans-Georg Steiner na TME:

No que diz respeito a determinadas tarefas e aspectos a Educação Matemática como disciplina e campo profissional é um subsistema. É um único campo científico que estuda todo o sistema. Uma aproximação sistêmica com suas tarefas de auto – referência deve considerar-se como meta-paradigma organizativo para Educação Matemática. Parece ser uma necessidade de gerir a complexidade da totalidade, mesmo porque o caráter sistêmico se apresenta em cada problema particular do campo (STEINER, 1985, p.11. “Tradução nossa”)¹¹

Para completar a explicação sobre complexidade Niklas Luhmann introduz a figura do observador. O observador é aquele que é capaz de decompor a unidade de uma multiplicidade em elementos e relações. Um observado pode descrever a complexidade de outro observador. Ou seja, um observador de segundo plano. Para este autor, toda observação é uma visão sistêmica, mas nem toda visão sistêmica é uma observação. A complexidade é captada justamente pela observação. (NEVES, 2006).

A observação parece dar o tom de que é possível refutar ideias prontas que supostamente poderiam dar conta de resolver determinadas questões dentro de um determinado sistema advindas do fenômeno pesquisado, possibilitando a exploração de aqueles outros fenômenos subjacentes.

A segunda ideia versa sobre as *Diferentes visões da Educação Matemática como ciência. Diante da complexidade da área de Educação Matemática seria impossível atacar os problemas cientificamente.* A reação para esta pergunta seria ver a Educação Matemática como um campo subjetivo, pragmático limitado a uma interpretação do ensino da matemática como arte, e neste sentido, nunca se tornaria uma ciência. Outra reação seria reduzir de forma sistemática a complexidade da área selecionando um determinado aspecto, como análise de conteúdo, currículo, métodos de ensino, desenvolvimento de capacidades nas crianças, como especificidades determinantes da área. Isto acontece, quando as várias disciplinas de referência tal como matemática, epistemologia, pedagogia, psicologia, sociologia, ou teorias e

¹¹ With regard to Certain tasks and aspects of mathematics education as a discipline and professional field is a subsystem. It is a unique scientific field studies que the entire system. The systemic approach to self Their tasks - reference shouldnt be Regarded meta-organizational paradigm for mathematics education. It seems to be a need to manage the complexity of all, even the the systemic nature presents itself in each particular field problem

métodos em uma destas disciplinas, buscam um papel preferido e dominante para estabilizar orientações básicas e métodos de pesquisa em Educação Matemática. (STEINER, 1985)

[...] a Educação Matemática como ciência é possível e existe, em uma variedade de definições diferentes, por exemplo, o estudo das relações entre a Matemática, o indivíduo e a sociedade; a reconstrução da Matemática atual a um nível elementar; o desenvolvimento e avaliação de cursos matemáticos; o estudo do conhecimento matemático [...]. (STEINER, 1985, p.13, “tradução nossa”).

Educação Matemática, neste sentido, é diferentemente classificada: como um campo especial da matemática, como um ramo especial da epistemologia, como uma engenharia da ciência, como um subdomínio da pedagogia ou didática geral, como uma ciência social, como uma ciência incerta, como uma ciência aplicada, como uma ciência de fundação, dentre outras ideias. Há uma necessidade de uma base teórica que permita melhor compreensão e identificação em suas diferentes posições, em seus aspectos e intenções que subjazem as diferentes definições em uso, para analisá-la. A solução seria além de uma visão sistêmica, discutida acima, propor conceitos da complementaridade somada à Teoria da Atividade (STEINER, 1985) desenvolvida por Alexei Leontiev.

[...] cada peça relevante de conhecimentos teóricos, sendo parte de alguma idéia ou modelo do mundo real, irá de alguma forma ou de outra ter que levar em conta que a pessoa que tem esse conhecimento é parte do sistema representada pelo conhecimento. Todo o conhecimento pressupõe um sujeito, um objeto e as relações entre eles (que são estabelecidas por meio de atividade do sujeito). Portanto, todo o conhecimento tem uma estrutura incoerente com conexões metafóricas e estritamente operacionais. (STEINER, 1987, p. 49. “Tradução nossa”).

Diante as várias visões da Educação Matemática existem determinados problemas cujas características requerem um nível de análise teórica e apropriada. Diante da extrema complexidade da área, observa-se uma busca constante de esclarecimento. Hans-Georg Steiner volta a trabalhar com as ideias de Niklas Luhmann ao propor a ideia de complementaridade para resolver as diversas visões da Educação Matemática como ciência. O fenômeno da complementaridade é conhecido, mas não é bem compreendido. Esta ideia causa movimentos de curta duração, uma falsa dicotomia: habilidade contra compreensão; estrutura contra resolução de problemas; axiomática contra construção; puro contra aplicado. Tenta-se endireitar estes paradoxos de uma forma reducionista, ou em uma abordagem de multi-aspecto onde se diz “fazer as duas coisas”. (STEINER, 1985)

Um conceito matemático, por exemplo, é parte de uma teoria e por certo existe uma complementariedade entre o conceito como um objeto e o conceito como ferramenta. Ou seja, um processo cíclico durante o qual o conceito pode tomar o papel ora como ferramenta para resolver um problema, ora como um objeto dentro de um determinado saber. Um exemplo de complementariedade é encontrado na Dialética Ferramenta-Objeto trabalhada por Régine Douady onde o conceito assume o papel como uma ferramenta para resolver um determinado problema e depois funciona para discutir sobre o conceito como objeto de estudo.

O outro domínio é a Teoria da Atividade desenvolvida por Alexei Leontiev psicólogo russo que está cada vez mais sendo usada como ferramenta conceitual na investigação em Educação Matemática. A teoria da atividade é um *framework* destinado a transcender a dicotomia das ideias sobre macro e micro, mental e material, observação e intervenção em análise e *design* de trabalho. O conceito central da teoria da atividade é a atividade. Atividades são os processos que na relação do homem com o mundo satisfazem uma necessidade especial correspondente a ele cujo objetivo é estimular o sujeito a executar esta atividade. (ENGESTROM, 2000)

A aprendizagem é uma atividade humana que acontece em um meio social na relação entre sujeitos, e entre o sujeito e o objeto de aprendizagem. Ou seja, há um motivo para aprender, bem como onde o estudante deve chegar com este aprendizado. Atividades específicas potencializam a internalização dos conceitos e por consequência o desenvolvimento da aprendizagem. Portanto, através da atividade haverá a interação de conteúdos matemáticos com outras disciplinas, e o contexto social. (ENGESTROM, 2000)

Cada diferente visão Educação Matemática como ciência tem sua defesa em uma escola, e estas geralmente possuem as seguintes dimensões: a visão de ciência; a relação entre o sujeito e o objeto; o critério de verdade; a regularidade da realidade; a neutralidade e a objetividade; e a construção da ciência. É preciso, portanto, *entender se as diferentes características de diferentes abordagens filosóficas são complementares? Se a pesquisa é a atividade principal na produção do conhecimento científico no debate sobre metodologia de pesquisa em Educação Matemática? A ideia da complementariedade das diferentes visões e a Teoria da Atividade pode enriquecer o debate explorando os possíveis caminhos para a área?*

A terceira ideia apresenta a *Educação Matemática no caminho para “ciência normal”*. Para entender as ideias de Hans-George Steiner sobre o status da Educação Matemática que se aproxima da ciência normal tal como Thomas Kuhn apresenta é preciso compreender a relação entre teoria e a prática, e o problema da interdisciplinaridade em que um cientista geralmente não distingue ciência de arte.

A impressão com a extensão de desacordos entre os cientistas sociais no que tange a natureza dos métodos e problemas científicos legítimos dividiu os cientistas naturais que possuíam respostas mais firmes ou permanentes. A pesquisa eficaz raramente começa antes que uma comunidade científica pese ter adquirido respostas seguras. Na tentativa de entender esta diferença levou o reconhecimento da pesquisa científica ao que denominou de paradigma que são [...] as realizações científicas universalmente reconhecidas que, por um tempo, fornecem problemas e soluções modelo para uma determinada comunidade praticante de uma ciência. (KUHN, 1998, p.24). Ou seja, o paradigma é aceito a ponto de que se o cientista não consegue chegar aos resultados esperados, o erro está no cientista e não no paradigma. Portanto, a vantagem do paradigma é dar eixo a pesquisa, dar sentido aos encaminhamentos, e progredir de forma consistente.

E, por revoluções científicas, são os episódios extraordinários onde ocorre a alteração de compromissos profissionais. Ou pode ser compreendida como complementos desintegradores da tradição à qual a ciência normal está ligada. A ciência normal, atividade na qual a maioria dos cientistas emprega inevitavelmente quase todo o seu tempo, é baseado no pressuposto de que a comunidade científica sabe como é o mundo. A posição da ciência normal significa que a pesquisa está [...] “firmemente baseada em uma ou mais realizações científicas passadas. Essas realizações são reconhecidas durante algum tempo por alguma comunidade científica específica proporcionando os fundamentos para sua prática posterior” (STEINER, 1985, p.15, *apud* KUHN, 1998, p.24)

Em termos do desenvolvimento do conceito da teoria isto significa dizer que a Educação Matemática é um campo de pesquisa para ser mensurado por meio de uma escala que se estende pela (STEINER, 1985):

- atividade pré-paradigmática que representa a pré-história da ciência, onde reina divergência entre pesquisadores ou um grupo de pesquisadores que trabalha sobre fenômenos e buscam compreender o que deve ser explicado sobre estes fenômenos, os

princípios teóricos contidos nestes fenômenos, as regras, os métodos e os valores que pode direcionar o desenvolvimento de novas teorias dentro do fenômeno estudado;

- atividade multiparadigmática há possibilidade de dialogo entre os paradigmas trabalhados na comunidade para que o pesquisador tenha a oportunidade de compreender os diferentes aspectos da realidade social complexa que envolve o fenômeno estudado;
- ciência madura que possui um único paradigma tal como na atividade monoparadigmática.

Parece equivocado a exigência para que exista uma comunidade de especialistas que compartilhem com uma rede de ideias sobre problemas e métodos de resolução com um único paradigma no sentido de Thomas Kuhn. A coexistência de escolas competitivas de pensamento favorece uma variedade de estratégias de pesquisa. A complexidade dos fenômenos pode precisar da coexistência de programas de pesquisa distintos, sustentados por diferentes paradigmas, mesclado com ideias de outras disciplinas. Precisa-se refletir sobre a possibilidade de construir uma área de conhecimento que explique e sirva de fundamento aos conteúdos matemáticos. (GODINO, 2010)

A teoria proposta por Thomas Kuhn para explicar o desenvolvimento das ciências da natureza aplicada à Educação Matemática é controvertida e contestável. Por certo, esta forma de pensar deve-se ao fato de que, entendendo paradigma como um artefato para solução de enigmas ou quebra-cabeças seria um manual de instrução para que a resolução do problema tenha êxito. Neste sentido, a Educação Matemática precisaria seguir determinadas regras, e padrões advindos de outras áreas, correndo o risco de ser reduzida. Entretanto, isso não significa dizer que não devam existir diálogos entre as áreas. Mas, para os fenômenos próprios da área seria preciso constituir um esforço com a pretensa oposição entre a aproximação entre os métodos da ciência social e das ciências naturais mostrando que as metodologias de pesquisas não são excludentes ou antagônicas. (MIGUEL, 2003)

A quarta ideia trabalha as *tarefas de integração da Educação Matemática: seu papel como ciência na universidade*. Comparar a Educação Matemática com ciência estabilizada e com desenvolvimento em direção “ciência normal” levantou questionamento quanto ao papel da educação como ciência dentro da universidade.

O argumento, por um lado, para o papel da Educação Matemática dentro na universidade, em geral, é a proposta de uma universidade que providencia tipos de pesquisas especializadas. Uma importante tarefa da universidade tem sido ensino, que tem sido altamente especializada, e cujo objetivo tem sido integrar o conhecimento de diferentes disciplinas e a compreensão da realidade. A universidade é um lugar de múltiplas funções da ciência como cultura, formação e reflexão. Portanto, o papel da ciência na sociedade e dentro da universidade não seria adequadamente descrita somente como campo de pesquisa. (STEINER, 1985)

Pode-se dizer que, por outro lado, que a Educação Matemática tem desenvolvido uma sensibilidade considerável com respeito aos objetivos sociais subjacentes. Todavia seria errado se a Educação Matemática tentasse manter-se como uma ciência estabilizada apenas em uma perspectiva de pesquisa especializada em vez de provar a sua capacidade sendo um exemplo e adotando uma função de ligação entre matemática e sociedade. Isto é possível e necessário especialmente pelo significado desta contribuição para elaboração e atualização de muitas dimensões negligenciadas da matemática: a filosófica, a histórica, a humana, o social e a didática. Implica que, a Educação Matemática não deve ser exclusivamente determinada pelo papel da formação do professor, mas tem uma tarefa didática mais ampla como uma orientação para ambos: pesquisa e ensino. (STEINER, 1985)

Reconhecendo que a formação do professor é um fenômeno complexo e diverso, seria impossível o professor acompanhar a evolução da sua especialização, da sua prática, sem pesquisa. Entretanto, o grande desafio, é determinar como traduzir a matemática para o ensino em sala de aula. Pois, geralmente a matemática é vista como disciplina estática e sem espaço para criatividade. Neste sentido, elaborar e atualizar as dimensões negligenciadas, descritas no paragrafo anterior, pode dar otom para explorar a gênese do conhecimento matemático. (D'AMBRÓSIO, 1996) E, para este fim, incorporar o estudo e aprofundamento de metodologias de pesquisas é uma forma de auxiliar na construção deste conhecimento.

A quinta ideia são os *Micro e Macro-modelos*. A crítica em relação à orientação predominante da Educação Matemática em direção a “ciência normal” favorece a necessidade de uma compreensão abrangente de inter-relação entre os vários aspectos e contextos, e como consequência, a necessidade de um quadro teórico ou de um meta-paradigma que combine seletividade e unidade. (STEINER, 1985)

A ideia de unidade é trabalhada por Hans-Georg Steiner inspirado em Niklas Luhmann. Educação Matemática é um sistema que se decompõe em subsistemas, elementos e relações. Não existem elementos sem conexões relacionais nem relações sem elementos. Os elementos são para o sistema que o utiliza como unidade. O observador é aquele que é capaz de decompor a unidade de uma multiplicidade em elementos e relações. (NEVES, 2006). Por seletividade, compreende-se evitar que partes não faltosas do sistema sejam esquecidas indevidamente. A ideia de unidade e seletividade liga-se a ideia de micro e macro-modelos inspirada no educador matemático Richard Skemp. (SKEMP, 1989)

Richard Skemp considerou que para resolver a dificuldade de aprendizagem matemática do estudante são necessárias investigações que conduzam à micro-modelos que possam trabalhar pormenores (unidade) da aprendizagem matemática, e macro-modelos onde os micro-modelos se ajustam e em algum ponto garanta interioridade (seletividade). (SKEMP, 1989)

Neste sentido, pesquisadores devem investigar quais exemplos de macro-modelos que existem em Educação Matemática, quais os seus propósitos, se existem tipos análogos, se objetivos similares são condições necessárias quando se opõem as formas dialéticas e complementarísticas de lidar com modelos aparentemente contraditórios e com posição controversa, e se os diálogos entre os pesquisadores apontam para uma perspectiva sistêmica. (STEINER, 1985)

A sexta ideia trabalha *As Teorias familiares versus a interdisciplinaridade*. Hans Georg Steiner inspira-se na fala de Jeremy Kilpatrick na conferência do *Psychology of Mathematics Education* em 1981 sobre a falta de atenção a teoria nas investigações desenvolvidas nos EUA, como apropriação de teorias de outras disciplinas, e a falta de teorias internas.

[...] haverá um perigo de restrições inadequadas, se se insistir no uso de teorias internas na Educação Matemática. A natureza do assunto e os seus problemas exigem abordagens interdisciplinares, e seria errado não fazer uma utilização significativa do conhecimento que outras disciplinas já produziram sobre aspectos específicos desses problemas, ou da sua contribuição numa cooperação interdisciplinar. Na realidade, interdisciplinaridade não significa pedir de empréstimo teorias á feitas exteriormente e adaptá-las às condições da matemática escolar. Existem inter-relações muito mais profundas entre as disciplinas (STEINER, 1985, p.15)

Ao trabalhar a ideia sobre a Epistemologia das Relações Interdisciplinares baseada na filosofia estruturalista de Jean Piaget, a interdisciplinaridade é como pré-requisito do progresso de investigação, uma vez que a ciência não se desenvolve em um nível apenas, mais cedo ou mais tarde irá desenvolver sua própria epistemologia. Em Educação Matemática existem várias disciplinas referenciais que são ou deveriam estar inter-relacionadas. Para identificar o problema do trabalho interdisciplinar a Educação Matemática possui uma função reguladora e organizacional essencial denominada por Jean Piaget de transdisciplinaridade. (STEINER, 1985)

[...] observar um estágio mais elevado que se segue ao estágio das relações interdisciplinaridade. Este seria a transdisciplinaridade o qual não trataria apenas das interações ou reciprocidades entre os projetos especializados de investigação, mas também colocaria estas relações dentro de um sistema global sem qualquer fronteira rígida entre as disciplinas [...] (STEINER, 1985, p. 15 *apud* PIAGET, 1972)

Aparentemente, a Educação Matemática não reflete sobre a relação entre as disciplinas. Neste sentido, a Educação Matemática poderia ao invés de restringir a sua base teórica própria e interna formularia exigência interna às disciplinas cooperantes. Isso significa dizer que, a Educação Matemática teria uma função reguladora transdisciplinar uma meta-competência na relação com estas disciplinas cooperantes. (STEINER, 1985)

A sétima ideia trabalha a Abordagem sistêmica, os valores, e o “*management philosophy of science*”. As ideias de Jean Piaget sobre transdisciplinaridade retornam na adoção por Erich Jantsch que tenta elaborar uma “perspectiva sistêmica integrada da ciência, educação e inovação”. Utiliza a noção de “criar um mundo antropomórfico” como um valor, objetivo e base para este sistema dinâmico. Para estes valores e objetivos possam ser instaurados as ciências e suas relações internas e externas devem ser compreendidas de forma não independente dos processos sociais de transmissão e decisão.

Esta ideia refere-se a *management philosophy of Charles West Churchman* como verdadeiro fundamento da ciência:

Uma abordagem sistêmica [...] teria em consideração a ciência, a educação e a inovação, acima de tudo como exemplos gerais de atividade humana deliberada, cujas interações dinâmicas têm vindo a exercer uma influência dominante no desenvolvimento da sociedade e do seu ambiente. O conhecimento seria visto aqui como uma forma de proceder, certo modo de gerir as atividades. (STEINER, 1985 *apud* JANTSCH, 1972, p.16)

O pensamento de Erich Jantsch propõe orientação por valores e objetivos e por este motivo é um fator importante para uma perspectiva sistêmica da Educação Matemática, partindo do pressuposto que Matemática, como outras ciências, não é uma atividade humana independente de valores. O debate sobre valores e objetivos, em particular, os aspectos éticos, sociais e políticos da Educação Matemática tem sido negligenciado e separado de outros problemas de pesquisa, como se argumentos racionais não fossem possíveis sobre estes assuntos. (STEINER, 1985)

A outra questão, é que a *management philosophy of science de Charles West Churchman* se aplica a Didática da Matemática como disciplina auto reflexiva que desempenha função reguladora na pesquisa interdisciplinar e na interação entre a teoria e a prática. (STEINER, 1985) Charles West Churchman é um pioneiro na área de pesquisa operacional. Trabalha a ideia de sistema como um todo organizado complexo, um conjunto de partes para realizar uma determinada finalidade. Enxergar a organização como sendo processos é trabalhar com o enfoque sistêmico. (OLIVEIRA, 2013)

Charles West Churchman trabalha sistema contando a história de cegos tocam o elefante em diferentes partes para tentar descrever. Cada cego ao tocar um elefante coloca o tom das diferentes reflexões e compreensões que se pode ter de captar a realidade (OLIVEIRA, 2013). Ou seja, das varias reflexões que surgiram dos cegos ao descrever o elefante, cabe enfatizar que cada um descreve uma parte e por percorrer apenas parte do elefante sua reflexão é limitada. A sensatez obrigaria a levar em consideração a experiência do outro.

A obtenção de uma visão integral admite enxergar o sistema como um todo. Então, pontuada por esta analogia o sistema é eficiente quando os meios investidos produzem resultados máximos. Indica a importância de se considerar grandes sistemas, e a natureza da autorreflexão e como isso se relaciona. Autorreflexão só é possível quando alguém regressa a si mesmo após a mais longa viagem e tem condições de externar com clareza o todo. (STEINER, 1985)

A oitava ideia diz respeito à Complementariedade, atividade humana, meta-conhecimento: o papel da prática. Hans-Georg Steiner chega a conclusão que ao contrário do que espera é trabalhoso a busca de uma síntese integrativa devido aos fenômenos

epistemológicos próprios da área. Na segunda ideia acima delineada, a ideia de complementariedade e teoria de atividade já começaram a ser delineada.

O princípio de complementariedade é inspirado em Niels Henrik David Bohr (1885-1962) um físico que buscou explicar que um fenômeno é a descrição daquilo que deve ser observado e do equipamento usado para obter a observação. Ou seja, a essência da ideia de Niels Bohr é que não é possível acomodar as dicotomias, mas descobrir as complementariedades das representações dos eventos em linguagens tão diferentes. Complementariedade seria, então, uma estratégia metodológica para [...] enfatizar o conflito conceptual, como uma preparação necessária para sua resolução. Niels Bohr queria entender a unidade do conhecimento baseada na complementariedade vista como a realização de descoberta da inter-relação entre todas as áreas do conhecimento. (HOLTON, 1984, p.21)

A maioria das falsas dicotomias tais como: técnica e compreensão, desenvolvimento de estruturas e resolução de problemas, axiomática e construtivismo, matemática pura e aplicada, representam pares de posições aparentemente opostos que podem ser seguidas ao longo da história da Matemática e da Educação Matemática. A teoria e a prática têm sido tratadas de forma reducionista, ou atribui-se domínio absoluto para um ou para o outro polo, ou é adotada uma posição multipolar, sem compreensão da operacionalização das relações antagônicas subjacentes relacionadas com o problema epistemológico na relação entre conhecimento e atividade que é o cerne das complementariedades. (STEINER, 1985)

Complementariedade acaba por ser uma adequada ferramenta, que compreende as diferentes relações entre os diferentes tipos e níveis de conhecimento e atividade, como aparece na contraposição: “teoria científica vs. conhecimento cotidiano”, “meta-conhecimento vs. conhecimento primário”, “empírica vs. formal”, “o pessoal vs. o social”, “percepção vs. cognição”, etc., e também como eles regulam e controlam problemas do sistema de teorias. O conceito de complementariedade tem papel nos fundamentos da Psicologia Cognitiva.

[...]. Não é de forma alguma, um conceito claro e distinto, mas é rico e sugestivo. O princípio da complementariedade não promove resoluções das oposições binárias centrais da Psicologia: mente e corpo, estrutura e processo, sujeito e objeto, determinismo e livre-arbítrio, leis e controles, etc. Pelo contrário... o princípio da complementariedade requer um uso simultâneo de modos descritivos que são formalmente incompatíveis. Em vez de tentar resolver aparentes contradições, a estratégia é aceitá-las como um aspecto irreduzível da realidade. (STEINER, 1985 p.30)

A ideia de complementariedade se associa a teoria da atividade por buscar reconstruir uma forma de compreender a cognição a partir de um conceito de atividade humana do que do conhecimento. A atividade humana relacionada com o objeto, com a sabedoria prática, características habituais e a realidade sócio histórica, desempenharia papel estruturante.

Apenas na teoria da atividade a necessidade epistemológica de complementariedade pode ser produtivamente desenvolvida e aplicada. Por outro lado, um ponto de vista complementarista evitará que a teoria da atividade caia no reducionismo prejudicial e, ao mesmo tempo, oferecerá possibilidades para o reducionismo relativo, necessário e inevitável. No que diz respeito ao problema da cognição, temos que aceitar que não podemos saber, sem saber que sabemos. Não podemos aprender um conceito teórico particular, sem adquirir conhecimento sobre conceitos teóricos.

[...]. Não podemos adquirir conhecimento sem adquirir meta-conhecimento. Mas o meta-conhecimento é, por um lado, o produto da evolução e, por outro, a sua condição indispensável. Logo, conhecimento e meta-conhecimento não podem ser completamente expressos ou representados como um sistema coerente e fechado e numa descrição uniforme. (STEINER, 1985 p.15)

Posições filosóficas e teorias epistemológicas relacionadas com matemática, como o logicismo, formalismo, construtivismo, estruturalismo, empirismo dentre outras sempre influenciaram e influenciarão as ideias principais em Educação Matemática. Esta questão se refere para todo o desenvolvimento da área de Educação Matemática relacionada ao processo de ensino e aprendizagem matemática.

Na nona ideia propõe a *Theory of Mathematics Education* - TME como um programa em desenvolvimento, com três componentes inter-relacionados:

[...] meta-pesquisa e desenvolvimento do meta-conhecimento no que respeita a Educação Matemática como disciplina. [...] desenvolvimento de uma visão compreensiva da Educação Matemática envolvendo pesquisa, desenvolvimento e a prática por meio de abordagem sistêmica. [...] desenvolvimento do um papel regulador dinâmico da Educação Matemática como disciplina com respeito interação teoria-prática e cooperação interdisciplinar. (STEINER, 1985, p.16)

A meta-pesquisa como componente da TME não foi delineada explicitamente. A meta-pesquisa seria, portanto, a reflexão sobre a própria pesquisa, ou pode ser entendida como componente da TEM pode se estender para um contexto que ajude a identificar

objetivos, estabelecer prioridades e desenvolver estratégias. A proposta as nove ideias acima delineada sendo a décima a meta-pesquisa. A proposta é discutir no âmbito nacional e internacional os dez pontos acima delineados. O objetivo primordial da TME seria proporcionar a Educação Matemática auto-reflexão e auto-afirmação a fim de promover outra forma de pensar seus problemas e suas inter-relações. (STEINER, 1985).

O artigo de Hans-George Steiner intitulado *“Theory of Mathematics Education (TME): An introduction”* é considerado como a chave para o desenvolvimento de teorias sobre a aprendizagem da matemática. A abordagem axiomática neste texto, por um lado, pode significar que Hans-George Steiner subestimou a necessidade de estudos empíricos e crenças. Entretanto, o texto aponta para o interesse em filosofia. Porém, uma nova filosofia da matemática, inclui a matemática como atividade. Discute uma perspectiva sistêmica, uma filosofia complementarística em conjunto com a teoria da atividade como forma de oferecer para Educação Matemática instrumentos para enfrentar os problemas da área. (TORNER; SHRIRMAN, 2007)

Essencialmente, Hans-Georg Steiner se dedicou ao desenvolvimento de uma meta-teoria que considera aspectos filosóficos e epistemológicos da Educação Matemática. E o papel da epistemologia, como ramo da filosofia, é preocupar-se com o conhecimento científico, buscando respostas para: Qual é a origem do conhecimento científico? (empírico? racional?); Quais são os critérios de validade do conhecimento científico? (capaz de prever eventos? consistência lógica?); Quais as características do processo do conhecimento científico? (acumulação e continuidade? período da ciência normal, revolução científica, e descontinuidade? mudanças e aperfeiçoamentos em programas científicos?) (SIERPINSKA; LERMAN, 1996).

A questão que se apresenta é: *como, levando em consideração o ensino-aprendizagem da matemática haveria desenvolvimento da filosofia da matemática, e, por conseguinte, compatibilidade com Educação Matemática?* A resposta é delineada através de cinco teses (STEINER, 1985):

Na Tese 1 apresenta a ideia cuja a maioria dos pesquisadores elaboram concepções, epistemologias, metodologias da filosofia da matemática, mesmo que implicitamente para o ensino e aprendizagem da matemática. Aponta para filosofia e a epistemologia imbricada a ponto de ser difícil separá-las. Na Tese 2 discute sobre as metas e objetivos de programas de

estudos, teorias da aprendizagem, concepções dos professores de matemática e ensino de matemática como também percepção dos estudantes de matemática carregam frequentemente de forma explícita determinados pontos de vista filosóficos e epistemológicos da matemática. (STEINER, 1985)

A não filosofia é também uma posição filosófica. Não existe neutralidade em uma visão filosófica e epistemológica sobre matemática. Esta ideia está relacionada com a reação da nova matemática, bem como a crítica a visão formalista para a matemática. Atualmente, discute-se sobre crença dos professores e a sua visão da matemática nas diferentes associações filosóficas e/ou epistemológicas. (STEINER, 1987)

A Tese 3 avalia a fecundidade das filosofias da matemática para determinados objetivos e propósitos e desenvolvimento de critérios de avaliação utilizados. Esta tese baseia-se no aumento relativo da validade da filosofia da matemática como observado na base epistemológica e filosófica da matemática, assim como, na sociologia do conhecimento e na sociologia da ciência. (STEINER, 1987)

A Tese 4 para uma Educação Matemática que prefere e elabora uma filosofia da matemática. A intenção desta tese é possibilitar o pensamento que a Educação Matemática, especialmente o conhecimento e a prática do professor, deve por um lado ser guiada por uma adequada filosofia da matemática e por outro lado ser livre de ideias supérfluas. É difícil interpretar esta tese diretamente, por este motivo pode-se tomar como foco o como ocorre à aprendizagem e como pode se desenvolver uma filosofia mais oportuna para a Educação Matemática. Mais ainda, esta tese demonstra que não estava diretamente preocupada com a Educação Matemática, mas com uma filosofia da matemática que deveria ser provida por uma meta-teoria. (STEINER, 1987)

Entre 1980 e 1990, o construtivismo radical e o construtivismo social estavam em alta propondo uma visão instrumental da matemática. Entretanto, cada um destes domínios filosóficos tinha problemas. O construtivismo radical derrubou o behaviorismo, enalteceu o estudo qualitativo sobre o processo individual do raciocínio do estudante e discutiu sobre o processo cognitivo. (TORNER; SHRIRMAN, 2007)

É inoportuno que a “validade objetiva” possa ser reivindicada nas conclusões da pesquisa. No construtivismo social o contexto social e cultural, os processos em matemática e Educação Matemática, no pós-modernismo as funções da linguagem e a questão do poder e

controle nas instituições sociais são importantes. Porém, a ênfase na sua própria ideia central, exclui outros fenômenos e outras construções centrais da matemática e outras ciências. (OLLAIK; ZILLER, 2012)

A Tese 5 propõe a filosofia da matemática como ingrediente indispensável para refletir o ensino-aprendizagem da matemática a ponto de contribuir para construção de um adequado meta-conhecimento para professores e estudantes. A Tese 6 reitera que a Educação Matemática precisa de meta-teorias construídas em um sistema de abordagens baseadas em atividades humanas e interações sociais. Sendo assim, para este autor, uma adequada filosofia da matemática deveria ver a própria matemática, como um sistema de atividade. (STEINER, 1987)

A relevância do artigo de Hans-George Steiner “*Philosophical and epistemological aspects of mathematics and their interaction with theory and practice in mathematics education*” é que o foco da pesquisa não deveria se limitar à qualidade acadêmica, mas aos tópicos e orientações epistemológicas que desempenham papel importante no cotidiano do ensino e aprendizagem. As seis teses desenvolvidas por Hans-Georg Steiner são uma tentativa de remediar o mundo matemático trabalhando com o aluno e o professor de matemática (TORNER; SHRIRMAN, 2007).

A Educação Matemática ainda não conseguiu chegar a qualquer filosofia que se encaixa bem com o ensino e os processos de aprendizagem. Enquanto campo científico, os resultados das pesquisas da área sobre como se ensina e se aprende matemática, apontam para a necessidade de dominar teorias específicas e métodos de pesquisa como forma, inclusive de aprofundar o conhecimento matemático. O desenvolvimento da Educação Matemática, como campo de pesquisa ou como disciplina acadêmica, está intimamente ligado à existência de projetos, pesquisas, publicação de jornais, revistas, periódicos, eventos, dentre outros. Para este desenvolvimento é preciso formar futuros pesquisadores (STEINER, 1987; MATOS, 2010).

Discutir de forma ampla e aprofundada sobre a metodologia de pesquisa em Educação Matemática é relevante porque contribui para a forma como a pesquisa é conduzida, como também para a qualidade dos resultados obtidos. Aponta a relevância da discussão sobre o modo como os pesquisadores refletem, individual e coletivamente, sobre as formas como o

conhecimento é produzido, para que se torne aceitável, seja na comunidade de educadores matemáticos, seja quando circula para outras comunidades.

Considerando-se que uma metodologia pressupõe a utilização coerente de uma série de elementos conceituais e procedimentais, é preciso buscar critérios e parâmetros que evidenciem esta coerência de modo minimamente consensual entre os pesquisadores que a utilizam. Consenso e coerência são bases para a credibilidade do trabalho de pesquisa e dos seus resultados. (MATOS, 2010)

1. Inquirir representa a busca pelo conhecimento, de compreensão, e dinamismo para a atividade. A pesquisa deve ser inquérito intencional;
2. Evidência é necessária para manter a pesquisa relacionada com a realidade da situação da Educação Matemática em estudada;
3. Teoria é o produto essencial da atividade de pesquisa. (MATOS, 2010, p.38)

Há três tradições: a tradição pedagógica; a tradição do cientista empírico; a tradição do filósofo escolástico, conforme tabela abaixo. E três componentes para o processo de pesquisa. Cada uma destas tradições possui preocupações centrais e de certo modo destacam uma visão de conjunto. A ideia central da tradição pedagógica representada por Emma Castelnuovo¹², Max Beberman ¹³está na intervenção exemplar sobre o processo educativo, valoriza o professor reflexivo. Na tradição cientista empírico representado por Ed Begle a ideia central está no rigor metodológico como forma de obter conhecimento seguro, fiável e reproduzível, adotando processos semelhantes aos usados nas ciências, físicas e naturais tornando a Educação Matemática em uma ciência empírica. Por último, na tradição do filósofo escolástico, seguida por Willy Serais e Hans-Georg Steiner, a ideia central é a ideologia, o modo rigoroso como suas posições teóricas são argumentadas. (BISHOP, 1987)

¹² ICMI. Disponível em: <http://www.mathunion.org/icmi/activities/awards/emma-castelnuovo-award/>. Acesso em: 03.10.2016

¹³ ICTM. Disponível em: http://www.ictm.org/assets/docs/Awards/ictm_posters_beberman.pdf. Acesso em: 03.10.2016

TABELA 2 - Tradição de Pesquisa

TRADIÇÃO	PROPÓSITO DA INQUIRIRÃO	FUNÇÃO DA EVIDÊNCIA	FUNÇÃO DA TEORIA
TRADIÇÃO PEDAGÓGICA	MELHORAMENTO DIRETO DO ENSINO	FORNECER COMPORTAMENTO DE ALUNOS SELETIVOS E EXEMPLARES	SABER ACUMULADO E PARTILHADO DE PROFESSORES PERITOS
TRADIÇÃO DO CIENTISTA EMPÍRICO	EXPLICAÇÃO DA REALIDADE EDUCATIVA	DADOS OBJETIVOS OFERENCENDO FATOS A SEREM EXPLICADOS	EXPLICATIVA TESTADA EM CONFRONTO COM OS DADOS
TRADIÇÃO DO FILOSOFO ESCOLÁSTICO	ESTABELECEER UMA POSIÇÃO TEÓRICA RIGOROSAMENTE ARGUMENTADA	SUPOSTAMENTE CONHECIDA OU A SER DESENVOLVIDA	SITUAÇÃO IDEALIZADA PARA QUAL A REALIDADE EDUCATIVA DEVERÁ TENDER

FONTE: Matos (2010, p.38)

Algumas mudanças alteraram o quadro original de Allan Bishop. Percebe-se a mudança da tradição pedagógica, com a incorporação da metodologia pesquisa-ação. Esta metodologia procura as alterações nos processos de ensino, não mais se baseando na abordagem exemplar do professor, mas através da reflexão sobre sua prática de forma intencional. Na tradição cientista empírico, houve “cisma” entre as abordagens qualitativas e quantitativas. Mais do que separar o numérico do descritivo, esta mudança centra-se na distinção entre as opções filosóficas e éticas. Outra mudança ocorrida foi o surgimento da perspectiva crítica perante o ato educativo, problematizando as intenções dos trabalhos produzidos pela tradição pedagógica e questionando, sobretudo a tradição do filósofo escolástico. (MATOS, 2010). Nesta tese, o termo tradição será compreendido como transmissão de elementos que fazem parte de uma comunidade que permite a continuidade de um determinado sistema de pesquisa.

Nas últimas décadas as discussões avançaram em relação à pesquisa, ampliando a perspectiva metodológica. Entretanto, diante da diversidade da área várias questões precisam de revisão, como por exemplo: os diversos objetos de pesquisa que se desenvolvem na

medida em que a área tenta responder novas perguntas; a fundamentação teórica presente na comunidade, o *framework* utilizado na medida em que a área cresce e diversificando o problema de pesquisa; a metodologia de pesquisa e os conhecimentos trazidos da Antropologia, Sociologia, Psicologia, História e Filosofia das Ciências, as abordagens utilizadas, qualitativas, quantitativas, quali-quantitativas, as técnicas utilizadas, e como são empregadas.

Educação Matemática é uma área jovem em relação às outras áreas. Como uma disciplina bastante jovem, o seu sistema de objetos, metodologias e critérios para o conhecimento válido apresenta maior variabilidade e menos consenso.

1.3 O mapeamento de Dario Fiorentini e o delineamento Histórico de Jeremy Kilpatrick para a pesquisa em Educação Matemática

As pesquisas em Educação Matemática, como área de saber, de modo sistemático e consistente, investigam ou respondem sobre problemas relativos ao ensino e aprendizagem de matemática, bem como sobre prática pedagógica na formação de professores. A Educação Matemática é uma área multifacetada cuja região de inquérito envolve a dimensão didático-metodológica, histórico-filosófica, sociológica, psicológica, e teleológico-axiológica, concernente à matemática e aos processos educativos. (BALDINO, 1991)

Pesquisar, portanto, em Educação Matemática, teria como principal função transformação qualitativa, ainda que não imediata, do ensino da matemática (FIORENTINI, 1994). Dario Fiorentini é um pioneiro ao discutir sobre a pesquisa brasileira delineada através do estado da arte em mais de 200 teses e dissertações produzidas antes da década de 70, e década de 80, em duas linhas de pesquisas: Resolução de Problemas e Modelagem Matemática.

Dario Fiorentini privilegiou analisar as abordagens metodológicas, com o propósito de construir um inventário que melhor descrevesse a trajetória da Educação Matemática enquanto estudo/pesquisa situando-a historicamente. Uma tarefa complexa, visto que, naquela época, internacionalmente a pesquisa em Educação Matemática era ignorada, e no Brasil, não existia um estudo da área sobre o estado da arte.

Para Dario Fiorentini a finalidade da pesquisa em Educação Matemática é a melhoria da prática pedagógica. Para este fim, a teoria não deve engessar a prática. Assim, deve ser possível a pesquisa em Educação Matemática, a relação entre a dimensão específica e não

específica. A dimensão específica diz respeito ao processo de ensino-aprendizagem da matemática compreendendo o conteúdo, o professor, o aluno, o programa, o contexto, os recursos e suas relações. A dimensão não específica seria a teoria que auxiliaria a elucidar questões importantes sobre a dimensão específica. E, neste sentido o objeto de estudo/pesquisa é interdisciplinar cuja compreensão perpassa pelo auxílio de outras áreas do conhecimento. (FIORENTINI, 1994)

O período anterior à década de 70, final dos anos 60, é considerado como a gestação da Educação Matemática, enquanto campo profissional. Nesta época, não era diferenciado o estudo de pesquisa, e o olhar era para as tarefas da prática de sala de aula e a produção de materiais didáticos. A Educação Matemática não possuía uma existência configurada. O nascimento da Educação Matemática, marcado do início da década de 70, com o Movimento da Matemática Moderna, aos primeiros anos da década de 80, época que surgem os programas de Pós-graduação *stricto sensu* em Educação. No início da década de 80 já existiam especialistas em Educação Matemática, mas não havia uma comunidade nacional organizada. (FIORENTINI, 1994)

A década de 90 marca o surgimento de uma comunidade científica de pesquisadores da área com novas linhas temáticas de pesquisa: Didática da Matemática, história, filosofia, epistemologia, psicologia da Educação Matemática, programa escolar, resolução de problemas, ensino de geometria, álgebra e pensamento algébrico, Etnomatemática, dentre outros. A Sociedade Brasileira de Educação Matemática tem sua fundação entre os anos de 1987 a 1988, aumento de pesquisadores da área, ampliação da pós-graduação, difusão dos encontros da área. Entretanto, as produções eram isoladas e pouco socializadas. (FIORENTINI, 1994)

Destacam-se, na década de 90, as pesquisas com o uso do método da experimentação, o método etnográfico a as abordagens quantitativa como participante ou a pesquisa-ação. Esta época marca nas pesquisas, as amplas discussões políticas, sociais, e ideológicas, com as abordagens epistemológicas a fenomenológica-hermenêutica e a histórico-crítica, ou dialética. Outras linhas temáticas e as relações entre contexto e cognição matemática, Etnomatemática, programa escolar de matemática, a prática pedagógica e o cotidiano da sala de aula, estudos analíticos e históricos do ensino de matemática, políticas oficiais sobre o ensino de

matemática. As principais áreas temáticas da pesquisa eram estas a seguir: (FIORENTINI, 1994)

- Metodologia/didática do ensino da matemática (Resolução de problemas e Modelagem Matemática e modelos matemáticos);
- Programa escolar do ensino da matemática;
- Materiais didáticos e meios de ensino;
- Prática pedagógica e/ou escolar;
- Formação do professor de matemática;
- Psicologia, cognição e aprendizagem matemática;
- Etnomatemática;
- Educação de adultos;
- Fundamentos teóricos da Educação Matemática;
- Ideologia e/ou concepções e significados;
- História do ensino da matemática;
- Políticas oficiais sobre o ensino de matemática.

Com relação às tendências teóricas metodológicas identifica a formalista clássica, socioetnocultural, tecnicista e suas variações, empírico-ativista, formalista moderna, construtivista, que apontam para modos de ver e conceber o ensino de matemática no Brasil na década de 70 e 80. Havia pouco aprofundamento teórico-metodológico, nas teses e dissertações compreendidas nas décadas de 70 e 80. Segundo Dario Fiorentini, estas tendências influenciam até hoje os currículos de escola básica no Brasil, e cada uma destas tendências é preciso identificar: a concepção matemática, a concepção do modo como se processa a produção do conhecimento matemático, as concepções de ensino-aprendizagem, os fins e os valores atribuídos ao ensino de matemática, a cosmovisão (visão de mundo) subjacente, relação professor-aluno, perspectiva de estudo/pesquisa para a melhoria do ensino de matemática.

A marca é dos educadores e matemáticos que tomaram como foco de sua atenção à matemática que se ensina e a que se aprende na escola, bem como a matemática que deve ser ensinada e aprendida e como estes processos são realizados. Enquanto campo de pesquisa, a Educação Matemática começou a se desenvolver no final do século 19, a respeito da psicologia comportamental, nas universidades, tendo como base uma linha positivista, com o

intuito de melhorar a preparar mais professores, e assim ampliar seus programas de formação de professores. (KILPATRICK, 1996a)

Algumas abordagens contribuíram para a formação da área de Educação Matemática, nos encontros educacionais. Na abordagem comportamental, mesmo que tomando como posição epistemológica o positivismo lógico, o pesquisador assumiria uma posição neutra. Na abordagem interpretativa, o pesquisador se introduz em um encontro educativo com o propósito de compreender sem julgar. Na abordagem crítica, o pesquisador se introduz não apenas para compreender as mudanças de direção do encontro, mas para ter maior liberdade de trabalhar. (KILPATRICK, 1996a) .

Na América do Norte, até os anos 70, o propósito para realização da pesquisa em Educação Matemática era o de descrever o ensino-aprendizagem da matemática como um sistema de variáveis, para descobrir suas inter-relações, e manipulá-la para conseguir outras relações.

Na Europa e Austrália, utilizavam-se das abordagens fenomenológicas quando se assemelhava ao trabalho do antropólogo na medida em que busca capturar e compartilhar a relação entre os professores e alunos têm no seu encontro educacional. Nos Estados Unidos esta abordagem é conhecida como visão interpretativa. Na abordagem sociológica crítica o pesquisador em Educação Matemática assumia um papel ativo, possibilitando que o professor e o aluno alcançassem tanto no colégio como na sociedade, a compreensão do significado do processo educativo, na Austrália a Nova Zelândia essa abordagem era conhecida como pesquisa-ação. (KILPATRICK, 1996a)

É razoável que o pesquisador em Educação Matemática discuta como se existisse apenas um único caminho, mas que uma área utilize apenas um paradigma de pesquisa não é razoável. É necessário, portanto, a área assegurar a diversidade na maneira como a pesquisa é feita para mantê-la ativa e em crescimento, para garantir múltiplas perspectivas e diferentes abordagens teórico-metodológicas. Neste sentido, o choque de diferentes abordagens teóricas e metodológicas começou a estabelecer o lugar para o debate sobre o qualitativo e o quantitativo. (KILPATRICK, 1996a)

[...] pesquisadores em Educação Matemática nunca deveriam tornar-se devotados a uma abordagem epistemologia, paradigma, meios de representação ou métodos únicos. Todos são parciais e provisórios; nenhum pode contar a história toda. Em particular, nenhum método único de pesquisa pode tratar da vasta variedade de questões do interesse de educadores

matemáticos. Embora um pesquisador possa individualmente aderir a um único método, o campo como um todo necessita encorajar métodos múltiplos. (KILPATRICK, 1996a, p.3)

Como as abordagens metodológicas, epistemológicas, e os paradigmas ao longo da história são provisórios, parciais, um pesquisador em Educação Matemática, não deve ter domínio ou compreensão apenas em um meio de representação ou um método em particular. A área de Educação Matemática, como um todo, necessita de multiplicidade de métodos, deve olhar para além do valor explícito da pesquisa e perguntar se lograram cumprir com outros critérios de qualidade investigativa. A multiplicidade de métodos produzirá um corpo de pesquisa com uma alta qualidade coletiva, mesmo que os estudos individuais sejam deficientes. (KILPATRICK, 1996a)

A pesquisa individual e de grupo começa a se destacar em alguns países. A tecnologia computacional se converteu em uma ciência mais empírica, que permitiria os estudantes trabalhar mais facilmente com grande quantidade de informações relacionadas com problemas. A ênfase na maioria dos países era o desenvolvimento de habilidades de raciocínio de resolução de problemas, sobre a memorização de fatos e procedimentos. E, aos poucos, estes currículos foram atentando para a modelagem matemática. O ponto central da pesquisa e da teoria em Educação Matemática era o problema epistemológico do ensino de matemática, a comparação de métodos de ensino, a crença dos professores sobre o seu conhecimento, e a aprendizagem dos estudantes. (KILPATRICK, 1996a)

A pesquisa sobre o emprego de tecnologia voltava-se para o desenvolvimento de tecnologia computacional centrado no desenvolvimento de programas de computador para o ensino, para professores e alunos, mas todos manuseados por um professor e não por um técnico. Esta pesquisa abriria a oportunidade de utilizar a ferramenta de ensino, computador, permitindo que os alunos pesquisassem temas tradicionais de outra forma. Havia a ideia também que o uso de computadores pelo professor melhoraria sua prática. Pouco se pesquisava sobre o uso de calculadoras para explorar as ideias matemáticas em sala de aula e seus efeitos sobre a aprendizagem. Poderia ser de interesse do pesquisador em Educação Matemática examinar como a utilização da tecnologia interagia com a crença e capacidade do professor. (KILPATRICK, 1996a)

Com relação aos efeitos da avaliação na prática docente, os esforços para a mudança do currículo e do ensino fracassaram porque os caminhos propostos entravam em conflito

com delineamento das avaliações externas. Alcançar a frequência da avaliação externa aumentava devido o interesse do governo pela educação. Alguns países introduziam novos métodos como projetos, pesquisa em grupo e portfólios. Na avaliação as mudanças eram adotadas, adaptadas ou rejeitadas de acordo com a crença e, por conseguinte, com a forma como o professor poderia lidar com a situação em sala de aula. Não havia pesquisa que enfatizasse a avaliação do ponto de vista da perspectiva do estudante e do professor. (KILPATRICK, 1996a)

A pesquisa sobre o professor, sobre seu conhecimento matemático, como ele compreende matemática, bem como, como combina o conhecimento matemático que tem com o conhecimento pedagógico na forma como ensina, precisava ser aprofundada, para não ficar na superficialidade do ato de ensinar apenas. Vale dizer que é preciso atentar para as pesquisas que intentam relacionar ações específicas do professor:

- (a) o contraste entre professor novato e professor experiente;
- (b) tentativas para melhorar a eficiência do professor;
- (c) descrições de como o professor constrói significados e percebe sua vida profissional..

Alguns estudos sobre programas específicos da formação inicial e permanente dos professores de matemática, mas poucos destes estudos analisavam transversalmente estes programas e o que estes professores faziam depois que terminavam o programa e entravam em sua vida profissional (KILPATRICK, 1996a).

Nos anos 70 a pesquisa começou a incorporar os estudos sobre aprendizagem individual dos alunos levando em conta seu contexto social, e uma matemática determinada socialmente. O ponto fomenta a discussão sobre o tema construção social do conhecimento durante o ensino de matemática. Os pesquisadores estavam sendo exortados a perceber a matemática como fenômeno social. (KILPATRICK, 1996a)

Com relação às pesquisas sobre como a matemática poderia ser utilizada fora da sala de aula, foram úteis por revelar como a matemática é construída socialmente, e como é a matemática que é ensinada na escola e determinada pela sociedade. Nos estudos etnográficos era visível a discrepância de como a matemática era utilizada em várias culturas das aquelas que se utilizavam na escola e aqueles que se utilizam para resolver problemas quantitativos e cotidianos. Isso em relação, tanto na praça do mercado como no trabalho quanto em casa. Na

literatura, esta questão de pesquisa estaria preocupada com a relação entre cultura da matemática escolar e a cultura que o menino traz para a escola e a cultura em que o adulto esta fazendo matemática. (KILPATRICK, 1996a)

Congruente com as ideias acima delineadas, a ênfase na pesquisa em Educação Matemática é sempre ter claro que a Educação Matemática nasceu da Matemática. Portanto, torna-se improdutivo para a Educação Matemática distanciar-se da Matemática. Não é um problema que matemáticos e educadores matemáticos tenham diferentes orientações para pesquisa. Pelo contrário, pode ser enriquecedor.

A Educação Matemática vem ao longo de mais de cinco décadas fortalecendo-se enquanto comunidade e tradições de pesquisa, com sua própria agenda de pesquisa, seus próprios esquemas teóricos. Um número crescente de pesquisadores em Educação Matemática, em um número crescente de países, cada vez mais se envolve nas pesquisas sobre o ensino-aprendizagem de matemática com o propósito tanto de compreender o fenômeno tanto a sua preocupação central que é o modo como se aprende e ensina matemática.

Entretanto, pode ser que educadores matemáticos, ao incorporar em suas pesquisas o conhecimento de outras áreas, passem a pensar que é impossível tornar o conhecimento desenvolvido pela sua área fiável, aceitando o próprio objeto de estudo com o caráter estático. Neste sentido, a discussão sobre metodologia de pesquisa pode constitui, precisamente, uma maneira de buscar reflexões sobre como o conhecimento matemático tem sido e pode ser construído.

1.4 A busca de identidade através do domínio de pesquisa

A pesquisa em Educação Matemática é multidisciplinar, neste sentido, pesquisadores de diferentes comunidades - psicologia, sociologia, antropologia, matemática, linguística, e epistemologia - contribuem para as construções teóricas desenvolvidas inicialmente fora do campo. Como consequência, não é fácil para os pesquisadores em Educação Matemática delimitar o objeto das suas pesquisas, mesmo que eles próprios o restrinjam no âmbito do ensino e aprendizagem da matemática, depois de considerar a diversidade dos seus determinantes.

A escolha de uma metodologia de pesquisa compreende uma série de pressupostos norteadores, passíveis de reformulação e achados. Portanto, a escolha por uma determinada

teoria marca uma afinidade que em larga medida é definida pelo avanço do conhecimento na área, em que está situada uma dada tradição de pesquisa. Portanto, o pesquisador não inventa um revestimento teórico ao escolher um determinado objeto de pesquisa, mas já se encontra impregnado de vestígios de alguma tradição, formatado por olhares precedentes.

A maioria dos trabalhos apresentados acima segue a abordagem qualitativa. Entretanto, não é possível afirmar que a área como um todo tem este comportamento. Para este fim, seria preciso analisar os vários eventos, e as diversas produções acadêmicas das diferentes tradições de pesquisa da área, que versem sobre o tema metodologia de pesquisa. As ideias delineadas neste capítulo coadunam com a proposta do CERME - Comunicação, Cooperação e Colaboração - quando trata sobre a importância de delinear e identificar diferentes pesquisadores em diferentes tradições de pesquisa sobre Metodologia de Pesquisa, Epistemologia, Teoria e Prática.

O que é pesquisa em Educação Matemática e quais são os seus resultados? Em 19 de agosto de 1992 no VII *International Congress on Mathematical Education* em Quebec membros do comitê discutem na forma de cinco questões: qual o objeto de estudo em Educação Matemática? Quais são os objetivos da pesquisa em Educação Matemática? Quais são as questões específicas ou problemáticas de pesquisa em Educação Matemática? Quais são os resultados de pesquisa em Educação Matemática? E, quais os critérios que são usados para avaliar os resultados de pesquisa em Educação Matemática? A plenária discutiu: definição de domínio, problemas de relacionamento entre teoria e prática na pesquisa, o lugar do ensino no *design* da pesquisa em Educação Matemática, o treinamento de pesquisadores, e a visão da pesquisa em Educação Matemática pelos matemáticos. Não houve um veredicto final, uma resolução do tipo de pesquisa em Educação Matemática, se pode ser deste ou daquele tipo. Ao invés disso, que existem diferenças que divide teoricamente abordagens, teorias, visões, filosofias da matemática, e ainda assim constitui uma comunidade e é necessária pesquisa para que constitua sua identidade. (SIERPINKSA; KILPATRICK, 1998)

Educação Matemática tem se tornado um domínio de pesquisa científica e seus resultados estão se tornando menos claros, e isso demonstra a necessidade de chegar a um consenso. Apesar desta falta de consenso existe um leque de publicações que descreve o estado da arte na pesquisa em Educação Matemática. Este trabalho não é um estado da arte no sentido de apresentar a Metodologia da Pesquisa em Educação Matemática em abordagens

qualitativa, quantitativa ou quali-quantitativa, mas é um estado da arte ou do conhecimento por buscar uma compreensão do que já foi construído e produzido, em determinado período, de 2005 até 2015 computando 10 anos, com uma tradição de pesquisa a Didática da Matemática, sobre o que ainda não foi feito. Propõe-se uma opção metodológica de levantamento e de análise do conhecimento sobre o tema Metodologia de Pesquisa em Educação Matemática.

CAPÍTULO 2 **DIDÁTICA DA MATEMÁTICA**

Porque os pesquisadores adotam um método (particular) um quadro teórico ao apresentar os resultados de sua pesquisa? Dentre as respostas possíveis pode-se incluir que os pesquisadores podem adotar um método teórico, ou um modelo específico, por ser “moda”¹ ou porque o pesquisador trabalha em uma determinada cultura, comunidade onde um determinado modelo é aceito, ou pode o modelo abordar questões centrais que os pesquisadores procuram compreender, dentre outras questões.

A didática de um determinado conhecimento, objeto, fato, disciplina, pode ser redefinida como um projeto onde é possível adquirir esse conhecimento por meio de condições nas quais se evidencia determinadas peculiaridades. Bruno D’Amore inspirado em Guy Brousseau, considera a Didática da Matemática como a arte de conceber e conduzir condições que possam determinar a aprendizagem de um conhecimento matemático por parte de um sujeito. Neste sentido, aprendizagem é um conjunto de modificações, comportamentos, e de realização de tarefas solicitadas, que assinalam conhecimento ou uma competência de um sujeito, que impõe a gestão de diversas condições, usa diferentes linguagens, de diferentes experiência e justificativas, colocadas em ação intencionalmente, como é o caso de práticas didáticas.

As práticas didáticas são a própria condição e objeto de estudo. A didática apresenta-se como estudo de tais condições na forma de projetos e de realizações efetivas. Por sua vez, a Teoria das Situações Didáticas tem como objeto de estudo dizer o que estuda a didática. Ou seja, entre os diversos objetos de estudos o Ambiente tem papel fundamental para fazer compreender o funcionamento das Situações A-didáticas que tem como objeto de estudo a definição das condições nas quais o sujeito é levado a “fazer” matemática sem as condições determinadas pelo professor. A ideia de Bruno D’Amore com inspiração em Guy Brousseau se aproxima da discussão de Hans George Steiner tratada no Capítulo 1 em relação ao sistema de interação.

As Situações A-didáticas visa à criação, organização e utilização de problemas que conduzem à construção de conceitos e teorias matemáticas por parte de um sujeito com alguma propriedade para desenvolver conhecimento determinado pela situação. Situação compreendida como *sistema de interação* entre sujeitos e o ambiente, e o conhecimento que

¹O termo moda designa uma tendência composta por diversos estilos. A moda é abordada como um fenômeno sociocultural que expressa os valores da sociedade - usos, hábitos e costumes - em um determinado momento.

estes sujeitos necessitam para agir. Seguindo este raciocínio, neste capítulo, pretende-se fornecer uma visão unitária para vários conceitos da Didática da Matemática buscando inserções acerca do tema Metodologia de Pesquisa nessa comunidade.

2.1 Tradição de pesquisa em Didática da Matemática

A escola francesa, conhecida como Didática da Matemática, é composta por várias teorias: A Teoria da “Transposição Didática” de Yves Chevallard; A Teoria dos “Campos Conceituais” de Gérard Vergnaud; A Teoria da “Situação Didática” de Guy Brousseau; A Teoria da “Dialética-Ferramenta-Objeto” de Regine Douady. Todavia, no âmbito da metodologia de pesquisa, destaca-se a “Engenharia Didática” desenvolvida por Michele Artigüe, e é utilizada para analisar as situações didáticas, isto é, as relações que acontecem simultaneamente entre alunos, o professor e o saber em sala de aula. (PAIS, 2002; ALMOULOU, 2008)

Em 1968 Guy Brousseau desenvolveu um projeto para a criação do *Institut de Recherche sur l'Enseignement des Mathématiques* – IREM. O projeto foi estudado em uma perspectiva sistêmica, criaram-se instrumentos para integração e coordenação dos aspectos teóricos e experimentais. A pesquisa acadêmica passou a se chamar de Didática da Matemática. Era necessário propor modelos teóricos consistentes, métodos de pesquisa, criar um grupo inicial de pesquisadores, criar grupo de discussão. Um ponto delicado na discussão era o relacionamento entre o pesquisador e o seu objeto de estudo e ensino. (BROUSSEAU, 2002).

Por este motivo, Guy Brousseau, considerado um dos pioneiros da Didática da Matemática, desenvolveu uma teoria que emergiu da condição do ensino francês para compreender as relações que acontecem entre alunos, professor e saber em sala de aula, e ao mesmo tempo, situações para analisa-las cientificamente. *Teoria Didática da Situação ou Teoria da Situação Didática* foi o seu primeiro trabalho, que se baseia na ideia de que cada conhecimento ou saber pode ser determinado por uma situação, como uma ação entre duas ou mais pessoas. (BROUSSEAU, 2002).

Quando o aluno ou um grupo de alunos se deparam com um conjunto de relações estabelecidas de forma explícita ou implícita, em certo meio, que possibilite construir ou em vias de construir um determinado saber, ele pode, pelo menos em parte reproduzir características do trabalho científico, a fim de garantir a construção do conhecimento, estamos diante de uma *Situação Didática*. Entretanto, para ser posto em prática este plano teórico é necessário o estudo de regras e condições de funcionamento da educação. Neste sentido, a

noção de *Contrato Didático*, é um conjunto de regras, de comportamentos esperados na relação aluno e professor, de como agir perante o outro. Assim, a *Teoria do Contrato Didático* é um estudo dedicado a compreender as regras de funcionamento e comportamentos e suas aplicações em relação ao trinômio aluno, saber e conhecimento (PAIS, 2002).

Resumidamente, a Transposição Didática, desenvolvida por Yves Chevallard, é uma teoria que estuda o processo seletivo de como o saber a ensinar sofre quando em um conjunto de transformações que vão se adaptando para tornar apto o objeto de saber a ensinar (conhecimento científico) em um objeto de ensino (conhecimento escolar). (PAIS, 2002)

Em relação a Teoria dos Campos Conceituais, desenvolvida por Gérard Vergnaud toma como premissa que o conhecimento está organizado em *campos conceituais*. Campos conceituais é um conjunto informal e heterogêneo de problemas, conectados e entrelaçados durante o processo de aquisição do conhecimento. Esta teoria não é ensino de conceitos, mas, sobretudo, uma teoria psicológica com processo de conceitualização, de um conteúdo específico que não pode ser reduzido às operações lógicas gerais, nem as operações puramente linguísticas, nem as reproduções sociais. (MOREIRA, 2002)

A Teoria da “Dialética-Ferramenta-Objeto” foi desenvolvida por Regine Douady como instrumento de análise para leitura da evolução de noções matemáticas. Uma noção, um conceito tem estatuto de ferramenta e intervém na resolução de problemas, e tem estatuto de objeto quando se trata de aprendizagem. Nesse sentido, esta teoria engloba os elementos da Didática da Matemática para realização da Engenharia Didática que como metodologia de pesquisa tem a finalidade de analisar as situações didáticas. É uma forma particular de organizar procedimentos metodológicos na pesquisa em Educação Matemática, interligando o plano teórico da racionalidade à experimentação da prática educativa.

Em 2009, Yves Chevallard, recebeu o prêmio Hans Freudenthal no *International Commission on Mathematical Instruction* - ICMI em reconhecimento ao desenvolvimento de um programa de investigação em Didática da Matemática qualificando a Teoria Antropológica do Didático – TAD - como programa original, frutífero e influente. Constitui-se, desta forma, uma nova evidência do processo de consolidação dos pesquisadores que trabalham com o enfoque antropológico. Um dos princípios teóricos do TAD na visão comum do ensino é o estudo dos fatos educacionais sobre uma teoria da ciência que procura descrever, explicar e entender a realidade. Estudar o que é real é o estudo do efeito de nossas ações, onde estão os fenômenos didáticos, mas simples efeitos de nossas intervenções. Esta ideia é similar ao que acontece na medicina, como na Educação Baseada em Evidência – EBE – cuja política educativa é evidenciar o que funciona. Nas Ciências Sociais, de forma mais

ampla, tem a estrutura imposta no formato de artigo científico – Introdução, Métodos, Resultados e Discussão, e a Teoria é praticamente inexistente. (BOSCH, 2012)

A noção de praxeologia foi criada a subsumir a variedade de noções pelo qual a capacidade de pensamento e ação de uma pessoa ou instituição, fornece visibilidade didática para as áreas de qualquer atividade. A pesquisa didática deve explorar domínio praxeológicos até então ignorado, na "prática profissional" e, mais amplamente, de práticas esquecidas pela escola, no campo das práticas de trabalho mais familiares para os educadores. Considera-se o conceito de "praxeologia de pesquisa" como um modelo epistemológico geral para abordar as atividades em rede entre as teorias. (BOSCH, 2012)

O fenómeno didático tem uma posição central na maioria das abordagens em Educação Matemática, e desempenha um papel crucial no nascimento da Teoria das Situações Didáticas – TSD. Apesar das diferentes formulações, de acordo com os textos de Guy Brousseau, desde o início, a Educação Matemática é definida como uma ciência que tem como principal objetivo o conhecimento dos fenómenos educativos que, em seguida, tornam-se tanto o desenvolvimento quanto o objeto de estudo. (BOSCH, 2012) As ideias acima, sobre Didática da Matemática, delineiam a sua complexidade no âmbito nacional e internacional, em relação a esta tradição de pesquisa, seus debates epistemológicos próprios, restrições institucionais, questões de pesquisa, métodos, resultados e critérios. *Didática da Matemática tem fundamentos próprios?*

2.2 Modelando os elementos da Didática da Matemática

Didática da Matemática tem sistema de objetos próprios, bem como metodologia de ensino e pesquisa, e critérios para validar o conhecimento. Apresenta-se um panorama da Didática da Matemática para identificar uma visão geral da estrutura do campo de pesquisa.

O conhecimento estabelecido aparece de várias formas, como por exemplo, na forma de perguntas e respostas. Para os matemáticos, a forma clássica é a axiomática que é adaptada às necessidades de ensino, e pode ajudar a definir os objetos de estudos em termos de noções previamente introduzidas permitindo a organização e aquisição de novos itens. Mas, esta forma de apresentação remove todo o traço de história deste conhecimento que é de sucessão de dificuldades e problemas que provocaram o aparecimento de conceitos fundamentais, seu uso no levantamento de novos problemas, apropriação de novas técnicas, resultado do progresso de outros setores, a rejeição de pontos de vista encontrados para ser falso ou grosseiro, e muitas outras discussões sobre esta questão. (BROUSSEAU, 2002)

Quando se trata do trabalho do matemático, antes que o estudante comunique o que descobriu, o matemático deve identificá-lo. Esta ideia não é fácil, partindo do pressuposto que dentro de um labirinto de pensamentos possa ser possível distinguir de forma apropriada um novo conhecimento interessante para outros – as provas obtidas são raramente aquelas das conjecturas originais. É preciso ocultar às razões, as orientações, as influências pessoais que orientaram o sucesso. É preciso contextualizar com habilidade observações mesmo comuns, evitando trivialidades. É preciso olhar para a teoria geral em que os resultados continuam válidos. (BRITO, 2011)

Desta forma o produtor do conhecimento despersonaliza, descontextualiza e destemporaliza os resultados. Este trabalho é essencial para o matemático que quer obter conhecimento desse resultado e convencer a si mesmo de sua validade sem ter que passar pelo mesmo procedimento a fim de descobrir e ao mesmo tempo se beneficiar das possibilidades oferecidas pela sua utilização. (BRITO, 2011)

O trabalho intelectual do estudante deve ser similar à atividade científica. Saber matemática não é simplesmente aprender definições e teoremas reconhecendo quando usar e aplicar, mas lidar com problemas, sendo que resolver o problema é apenas parte do trabalho. A reprodução fiel da atividade científica pelo estudante exigiria produzir, formular, provar, e construir modelos, linguagens, conceitos e teorias que ele troca com outras pessoas; que reconhece os que estão em conformidade com a cultura; que empresta o que está em conformidade e assim em diante. Para fazer tais atividades o professor deve imaginar e apresentar ao estudante situações que possam vivenciar em que o conhecimento vai aparecer como solução visível para o problema colocado. (BROUSSEAU, 2002)

O trabalho do professor, em certa medida, é oposto ao trabalho do pesquisador. O professor deve produzir uma recontextualização e uma repersonalização do conhecimento. Tornar o conhecimento natural que faça sentido ao estudante. Cada item do conhecimento deve originar de adaptação para uma situação específica. Não pode ser criada uma teoria da probabilidade no mesmo tipo de contexto e relação com o meio quanto à criação da aritmética e álgebra. (BROUSSEAU, 2002)

O professor simula uma microsociedade científica e pode utilizar o conhecimento para um caminho para fazer boas perguntas e resoluções de questões, uma ferramenta para dominar situações de formulações e provas para convencer os colegas. Dentro da história que os estudantes estão revivendo o professor fornece os meios de descobrir o conhecimento cultural e comunicável, ensinável. Os estudantes devem redescontextualizar,

redespersonalizar o conhecimento a ponto de identificar o que eles produzem com o conhecimento que é o usual na comunidade científica e cultural. (BROUSSEAU, 2002)

Na abordagem clássica, a atividade do sujeito cognitivo é central. Além disso, assume de forma menos implícita que conhecimento sobre conhecimento necessário para ensinar deve ser primeiro estabilizado de uma maneira independente, pelos matemáticos e epistemologistas. O mesmo deve ser para o conhecimento sobre os aspectos sociais específicos para educação. Então, a abordagem clássica consiste de deduções e consequências para ensinar deste conhecimento preliminar, feito diretamente, por vezes com reflexões ingênuas. (BROUSSEAU, 2002)

Duas questões se apresentam: o conhecimento importado de disciplinas fundamentais de forma independentemente e sem modificações, a explicação dos fenômenos de ensino e a produção de uma forma controlada das modificações desejadas? Deve-se, ao contrário, criar novos conceitos, um campo de conhecimentos e métodos relacionados, a fim de estudar as situações didáticas? (BROUSSEAU, 2002)

Uma hipótese fundamental da didática consiste de reivindicar que apenas o estudo global presida sobre a manifestação do conhecimento permitindo que se possa escolher e conectar conhecimento de diferentes origens. Outra hipótese, é que sobre o estudo de situações didáticas deve sempre no final obter a derivação ou modificação de conceitos necessários, que hoje são importados de outros campos científicos. (BROUSSEAU, 2002)

Mesmo aceitando que o conhecimento sobre situações para adaptação e ensino do conhecimento pode desempenhar certo papel técnico em termos de meios para o ensino, determinadas questões permanecem: uma vez elevado ao posto de objeto cultural, não será este conhecimento distúrbio profundo da comunicação e talvez a construção do conhecimento? Por que não é a posse do próprio conhecimento, como o conhecimento geral das ciências sociais, senso comum, algumas habilidades pedagógicas suficientes para treinar todos os estudantes? Pode-se questionar o grau de referência para o funcionamento necessário da pesquisa, e a relevância para o estudo e aprendizado, e especialmente o estudo de ensino. Em que extensão existe uma similaridade e sob que condições? (BROUSSEAU, 2002)

Parece que uma boa teoria epistemológica é acompanhada de uma boa engenharia didática e isso é essencial para responder estas questões acima descritas. Estudos didáticos, a comunicação do conhecimento, e teorizar estes objetos de estudo, são possíveis nas seguintes condições:

- que evidenciam fenômenos específicos que aparecem para ser explanados por conceitos originais que se propõe

- que indiquem métodos específicos que prove o uso desta proposta.

Estas duas condições são essências para a Didática da Matemática capacidade de controlar o objeto de estudo de maneira científica, e, portanto, controlar ações no ensino. (BROUSSEAU, 2002)

Quando uma atividade de ensino falha o professor se sente compelido a justificar-se a fim de continuar a sua atividade e tomar suas próprias formulações e significados. Esta questão remete ao método utilizado por George Papy renomado conferencista Belga que enfatizou a importância da teoria dos conjuntos e da escolha adequada de situações didáticas para aprendizagem. Este autor defendia o trabalho em diferentes idades e níveis através do “método psicológico do choque”, ou seja, “conflito cognitivo”. A reinvenção da matemática pelo estudante em que situações de inconsistência e confusão inicial do senso comum cotidiano fossem mediadas e sistematizadas pelo professor, elemento fundamental para o aluno desenvolver sua singular experiência matemática. (PINTO, 2005)

Por exemplo, no final dos anos 30 a teoria dos conjuntos foi afastada de sua função científica inicial tomando um caminho de ensino cuja satisfação da necessidade do professor era para uma matemática formal. O professor convidava o estudante para um controle semântico da teoria (chamado de forma ingênua) para evitar erros, mas isso não era o suficiente para aplicar axiomas. Entretanto, o estudante precisava saber o que falava e os paradoxos envolvidos em certos usos da teoria a fim de evitá-los.

Esta forma de ensinar em torno objeto de ensino é denominada de Controle Semântico baseado no modelo que remonta a Leonard Euler (1707-1783), cuja referência remonta às várias representações gráficas. Atualmente, não é considerado o modelo correto, por que ensinar tornou-se um objeto sobrecarregado de convenções linguagens específicas onde os estudantes ao mesmo tempo ensinavam e aprendiam. Com este processo os estudantes produziam atividades de ensino comentadas e convencionais e menos os eles podiam controlar as situações postas para eles. (PINTO, 2006)

Essa questão, é denominada de efeito didático. A força do efeito didático é incontrolável e tão longa quanto o professor não pode fugir da obrigação de ensinar. Então, o senso comum, não pode desempenhar um papel na vida social sem mediação adequada. Este tipo de “erro” não é bobagem nem, na maioria dos casos, ignorância da disciplina matemática. Mas, na justa medida erros de comportamentos onde é permitido uso de metáforas inadequadas (BROUSSEAU, 2002).

Analogia tem um excelente significado heurístico quando usada com responsabilidade. O uso na relação didática é uma forma formidável de reproduzir o efeito, se for uma prática

natural. Caso alguns estudantes não aprendam deve ser dada outra chance com o mesmo assunto. Mesmo que o professor não fale das similaridades, os estudantes olham para as similaridades – esta é uma atividade legítima – de modo que eles podem avançar para a solução indicadas. A resposta não indica que eles tenham achado a solução que se encaixa na questão, mas que reconhecem a indicação de origem externa e não controlada, que o professor queria que eles produzissem. A solução é encontrada através da leitura das indicações didáticas e não pelo envolvimento do problema. O professor confia nas analogias para afrontar os estudantes em sua obstinada resistência. (BROUSSEAU, 2002)

Quando o professor acha difícil à reprodução da mesma lição, mesmo com estudantes novos, os resultados não são bons. A consequência é certa resistência para esta reprodução. O professor sente uma forte necessidade de formular sua explanação ou sua heurística, o exemplo, o exercício, e a possibilidade de estruturar a lição. Este efeito aumenta com o numero de reproduções e são tão fortes quanto às interações entre o professor e o estudante. Lições que incluem uma explanação seguida de exercício ou simples instrução seguida por situação de aprendizagem não requer intervenções rápidas e diretas do professor. (BROUSSEAU, 2002)

O professor que reproduz a mesma história, a mesma sequência da mesma atividade e a mesma afirmação de sua parte ou da parte do estudante que reproduz o mesmo evento didático produzindo o mesmo efeito de um ponto de vista de significado, não pode ser ingênuo em fazer diferença entre uma boa reprodução, de uma lição para quais as mesmas condições dá um desenvolvimento idêntico e também o mesmo significado para conhecimento adquirido pelo estudante de uma má reprodução, mas um significado diferente para os conhecimentos adquiridos. A similaridade do desenvolvimento da lição é obtida pela discreta repetição de intervenção feita pelo professor que transforma toda a situação, sem aparentemente, modificar a história. O objeto que é reproduzido na situação de ensino é precisamente o objeto da didática. Isto não é resultado de observação, mas de análise baseada no conhecimento do fenômeno que define o que deve ficar inalterado, (BROUSSEAU, 2002).

Estes diferentes fenômenos, acima delineados, são relações particulares entre duas pessoas. *É possível um “modelo” de sistema educacional por meio de um “ensinamento” um sistema definido com um sistema de relações que por si só representa centenas de estudantes cuja diversidade parece ser precisamente a principal fonte de dificuldade dos professores?* Esta é uma aposta inevitável no processo de teorização. A forma descrita acima fornece elementos para modelagem da Didática da Matemática: situações didáticas e a-didáticas, o contrato didático, a epistemologia do professor, heurística e didática.

Na maioria das concepções de ensino o conhecimento é uma correspondência entre boas questões e boas respostas. O professor passa uma série de questões e o estudante resolve. Se o estudante responde demonstra que conhece, caso contrário ele precisa tornar o conhecimento aparente. A *priori* qualquer método que permite a memorização de associações favoráveis é aceitável. A maiêutica Socrática² restringe esta associação para o que o estudante pode vir a fazer. O objetivo da restrição é garantir a compreensão do estudante uma vez que ele produz conhecimento, tanto pela memória do que produziu, quanto que está construindo de sua própria atividade isolada. É aceitável o comportamento do professor que não dá a resposta como meio de trazer o conhecimento do estudante. (BROUSSEAU, 2002).

As ideias do método Socrático podem melhorar se assumir que o estudante é capaz e desenhar seu conhecimento de suas próprias experiências, pela sua própria interação com seu ambiente, e que frequentemente este ambiente não é organizado com aprendizagem em mente. O estudante aprende olhando o mundo ou por construir hipóteses ou pelo tipo de experiência que ela escolheu ou na complexa interação que consiste de assimilação e acomodação tal como descrita por Jean Piaget. (BROUSSEAU, 2002)

O estudante que aprende adaptando gera contradições, dificuldades e desequilíbrios o conhecimento é o resultado dessa adaptação que provem da evidência de sua aprendizagem. Este processo psicogenético piagetiano é oposto ao dogmatismo escolástico. Aquele deve nada a intenção didática e o outro deve tudo. Atribuindo para aprendizagem “natural” que é atribuída para a arte de ensinar acordando para o dogmatismo, a teoria Piagetiana assume o risco de aliviar toda responsabilidade didática do professor, que constitui um retorno paradoxal a um curto empirismo. Mas, um ambiente sem intenções didáticas é manifestado insuficientemente para induzir no estudante todo o conhecimento cultural que pode desejar adquirir. (BROUSSEAU, 2002)

A concepção moderna de ensino requer que o professor provoque adaptação esperada pelos estudantes por uma escolha judiciosa dos problemas que coloca diante deles. O problema escolhido em tal caminho possibilita o ato do estudante falar, pensar e evoluir por conta de sua própria motivação. No momento em que o estudante aceita ficar entre o problema como se fosse seu próprio e o momento quando produz sua resposta, o professor interfere e sugere o conhecimento que ele quer que apareça. Não só pode fazê-lo, porque vai ter realmente adquirido este conhecimento como é capaz de colocá-lo para usar sozinho em

² Método desenvolvido por Sócrates para análise filosófica (maiêutica-parto das ideias) sobre o conhecimento de si mesmo. Consiste em fazer perguntas e analisar as respostas de maneira sucessiva até chegar à verdade ou contradição do enunciado

situações que vai deparar fora de qualquer contexto de ensino e na ausência de qualquer direção intencional. Esta situação é chamada de *situação a-didática*. (BROUSSEAU, 2002)

Cada item de conhecimento pode ser caracterizado por uma, ou algumas situações didáticas que preservam o significado; chama-se a esta questão de situação fundamental. Mas o estudante não pode resolver qualquer situação a-didática imediatamente, o professor inventa o que o estudante pode manipular. Esta situação a-didática arranjada com a finalidade didática determina o conhecimento ensinado e o significado particular que esse conhecimento vai ter para situação fundamental. (BROUSSEAU, 2002)

Esta situação ou problema escolhido pelo professor é uma parte essencial de uma situação mais ampla em que o professor procura devolver para o estudante uma situação a-didática que prover sua independência e a interação mais fértil possível. Para esta proposta, de acordo com o caso, o professor quer comunicar ou abstém de comunicar informações, perguntas, métodos de ensino heurísticos, etc. Envolvidos em um jogo com o sistema de interação do estudante com problemas. Este jogo em uma situação mais ampla é chamado de *situações didáticas*. (BROUSSEAU, 2002)

Dentro de uma situação o estudante não distingue o que é essencialmente a-didático de que é de uma origem didática. A situação final a-didática de referência o que caracteriza o conhecimento pode ser estudada em um caminho teórico, mas em uma situação didática, para o professor bem como o estudante, e um ideal curto em direção é uma espécie de ideal para o qual eles estão tentando convergir. O professor deve ajudar o estudante a tirar da situação didática todos os artifícios o mais rapidamente quanto possível, de modo a deixá-lo pessoal e como conhecimento objetivo. (BROUSSEAU, 2002)

O *contrato didático* é a regra do jogo e a estratégia da situação didática. É a justificativa que o professor tem para apresentar a situação. Mas a evolução desta situação modifica o contrato, que por sua vez permite que novas situações ocorram. Ao mesmo tempo, conhecimento que é expresso por regras de *situações a-didáticas* e pelas estratégias. A evolução destas estratégias requer produção de conhecimento, em sua vez de permite o desenho da nova situação a-didática. O contrato didático não é um contrato pedagógico geral, mas depende do conhecimento específico que esta em jogo. Na didática moderna, ensino é a devolução para o estudante de uma situação a-didática apropriada e aprendizagem é a adaptação do estudante para esta situação. (BROUSSEAU, 2002)

Em toda situação didática, o professor tenta dizer para o estudante o que tem a fazer. Teoricamente a transição da informação e a instrução para a resposta esperada e deve exigir que o estudante traga para o conhecimento o que é alvo do jogo, se está atualmente a ser

aprendido ou se já é conhecido. Fazer matemática pode ser investigar e resolver certos problemas específicos e de forma oportuna levantar novas questões. Cabe ao professor não providenciar a comunicação do conhecimento, mas a *devolução* de um bom problema. Se esta devolução acontece os estudantes entram no jogo e se ganhar a aprendizagem acontece. Mas, se o estudante recusar, evitar ou não resolver o problema, o professor tem a obrigação social de socorrê-lo e, por vezes, justificar-se por ter dado uma questão difícil. (BROUSSEAU, 2002)

Então, é formado um relacionamento que determina explicitamente, em certa medida, principalmente, implicitamente que tanto o professor quanto o estudante têm responsabilidade da gestão da atividade. Este sistema de obrigação recíproca se assemelha ao contrato didático que é a parte específica para o conteúdo, cujo alvo é o conhecimento matemático. Na verdade, a quebra do contrato didático é importante. Abaixo algumas consequências imediatas:

- o professor supõe criar condições suficientes para apropriação do conhecimento e deve reconhecer esta apropriação quando ocorre;
- o estudante supõe ser capaz de satisfazer esta condição;
- o relacionamento didático deve continuar a todo custo;
- o professor assume cedo a aprendizagem e a nova condição prover o estudante com a possibilidade de nova aprendizagem

Se esta aprendizagem não ocorre, o estudante é colocado em julgamento pelo professor por não ter conseguido o esperado implicitamente. (BROUSSEAU, 2002)

Afirmar que o resultado da ação docente não pode ser completamente explícita, não há uma forma conhecida, reconhecida o suficiente ou que assegure a construção de novos conhecimentos, contra resistência do estudante de apropriação do conhecimento. E se o contrato repousar apenas nas regras do professor ou no comportamento do estudante a relação didática pode fracassar. O professor deve, todavia, aceitar a responsabilidade pelo o resultado e garantir os meios mais eficazes para o estudante garantir o conhecimento. “Ter certeza” é falacioso, mas, essencial se for para autorizar a responsabilidade do estudante. O estudante deve aceitar a responsabilidade para resolver problemas que não foi ensinado, mesmo que não veja escolhas *a priori*. (BROUSSEAU, 2002)

Neste sentido, está fadado ao fracasso, um contrato didático totalmente explícito. Em particular as cláusulas do contrato relativo à quebra e participação não pode ser descrita com antecedência. O conhecimento é exatamente o que vai resolver a crise causada por tais avarias, e não pode ser definido precipitadamente. Entretanto, no momento do colapso tudo acontece como se fosse um contrato implícito ligando o professor e o estudante. O estudante

por não saber resolver o problema se rebela contra o professor que por sua vez não pode lhe oferecer habilidade para fazer – surpresa para o professor, - e volta à negociação, a busca para um novo contrato que depende de um novo “estado” adquirido e desejado. (BROUSSEAU, 2002)

O conceito teórico não é, portanto, o contrato (bom, mal, verdadeiro ou o falso contrato), mas o *processo de encontrar um contrato* hipoteticamente. É este o processo que representa a observação e deve modelar e explicá-los. (BROUSSEAU, 2002)

Então, quando o professor tem um método formulado para tornar a resposta explícita para o estudante: como responder com o socorro do conhecimento prévio, como compreender e construir novo conhecimento, como “aplicar” lição prévia, como reconhecer questões, como aprender, adivinhar, resolver, etc. Então, refere-se ao funcionamento implícito da matemática ou para o modelo (como geometria elementar) construído para o uso, ou para resolver conflitos do contrato didático. A *epistemologia do professor* (para o uso profissional) deve também ser a *epistemologia do estudante* e de seus pais. Deve ser presente na cultura para ser justificada e aceita. O professor não é livre para mudar esta organização, esta importância relativa, esta apresentação, e esta gênese, seguindo a necessidade do contrato didático. Esta transformação é denominada de *transposição didática* (BROUSSEAU, 2002).

A prática empírica do ensino de matemática, *a priori* não trata como importante a qualidade científica dos professores, pois não leva a uma simulação correta da gênese de noções. Pelo contrário, duplica o trabalho de recontextualizar e redecontextualizar para que os estudantes aprendam um conhecimento diretamente. Para respeitar as outras obrigações do contrato, os problemas são dados para os estudantes, mas as suas soluções podem ser encontradas por meio de procedimento que tornam a economia do conhecimento específico para a noção estudada (BROUSSEAU, 2002).

Como solução, esconde-se sob uma didática científica conhecida pelo estudante que serve de negociação no momento. Uma vez que, o professor deve “provar” para o estudante que pode responder e aprender o conhecimento que tem como alvo deve pelo menos ser capaz de dizer como deve ser feito *a priori*. Se a solução é articulada como seria num texto matemático que inclui uma justificação correta dos resultados, mas muitos estudantes obtêm a resposta não por meio de raciocínio matemático, mas pela decodificação didática. (BROUSSEAU, 2002).

Neste sentido, é claro que não é sabida a condição mínima que dará o significado máximo para a atividade do estudante, e nunca é o suficiente para satisfazer seu contrato. Não é sabido sobre uma epistemologia genética eficaz que permita uma boa gestão destas

negociações, de modo que o professor e o aluno são muitas vezes reduzidos (inconscientemente, é claro) para medidas de curto prazo tal como: substituição do problema; uso inapropriado da analogia, mudança meta-cognitiva, etc. (BROUSSEAU, 2002).

O professor deve prover caminhos para resolver problemas (conhecimento teórico, por exemplo) e deve levar em consideração o fato de que os métodos bem ensinados permitem a construção da solução. O professor deve agir como se conhecesse a solução do novo problema construído, a partir do conhecimento ensinado. Depois o professor pode falar sobre o método, como recuperá-los, como reconhecê-los, e assim por diante. *Esta ação pressupõe epistemologia? É obrigado produzi-lo, revelá-lo! Por que o estudante comete erros? Como o estudante pode evitar ansiedade subsequente? Como o estudante pode encontrar a solução?* (BROUSSEAU, 2002)

Por exemplo, “O algoritmo³” constitui uma ferramenta para clarear um bloqueio e a solução didática de conflitos no sentido que momentaneamente permite clarear a divisão de responsabilidade. O professor mostra o algoritmo, o estudante aprende corretamente e aplica, caso contrário deve praticar, mas sua incerteza é quase zero. Existe uma classe de *diferentes* situações que o algoritmo da à solução (o conflito aparece novamente quando é necessário escolher um algoritmo para um determinado problema). O algoritmo, portanto, serve como um modelo exclusivo ou quase exclusivo para qualquer abordagem cultural ao ensino. (BROUSSEAU, 2002)

Espera-se, portanto, que o estudante receba todas as indicações do professor do mesmo modo os métodos eficazes para resolver problemas (tal como algoritmo). Igualmente, se o professor escolhe as indicações em tal caminho para reacender o estudante a pesquisa, incentivá-lo e ajudá-lo a se intrometer com o essencial do que deve permanecer sob seu controle. Assim, as informações do tipo heurísticas serão solicitadas, dadas e recebidas e mal-entendidas: como uma vaga sugestão, como conhecimento comparável com algoritmos ou teoremas, como conhecimento comparável para o outro. Com esta arte de resolver problemas baseado em introspecção, o professor espera que o estudante aprenda como encontrar soluções, enquanto o estudante espera algoritmos. (BROUSSEAU, 2002)

Assim, o professor pode apresentar as oportunidades típica da investigação, apenas como uma coleção de objetos culturais, uma coleção de problemas cuja solução é conhecida e discriminada por heurística. O estudante recebe um conjunto de problemas como se fosse

³ Conjunto das regras e procedimentos lógicos perfeitamente definidos que levam à solução de um problema em um número finito de etapas.

conhecimento. Heurística, portanto, não pode ser ensinada desde que o seu conteúdo faça parte imprevista e criativa de todos os processos de resolução de problemas. Permite-se que os estudantes sejam treinados para heurística para familiarizá-los com situações de investigação. (GLAESER, 1987). O processo continua bloqueado quando o professor convida o estudante a fazer uso dos processos de pensamento por ele listado porque que o estudante já reconhece como tendo utilizado no momento de seu sucesso como um matemático. (POLYA, 1957)

Por sua vez, o professor é levado a esclarecer esses métodos, para classificar, para identificar, para definir, para ter em conta a sua eficiência. Escolher quais os problemas é os melhores exemplos para permitir ilustração dos métodos, a aplicá-los, e fazê-los funcionar. Não pode restringir problemas matemáticos para os quais uma aplicação quase automática de um procedimento dado com antecedência fornece a solução. O estudante então procura a sugestão que é a correta. O círculo está fechado. "Heurística" foi substituída ou tomada como se fosse um lugar ao lado dos teoremas e teorias, entre os quais, os meios de resolver um problema devem ser escolhidos, mas o problema permanece, assim como o contrato didático. *Então, por que não, olhar para heurísticas de segunda ordem? (!)* (BROUSSEAU, 2002)

Este caminho incentiva um tipo de repetição (heurística) comparável à mudança meta-cognitiva. É também possível identificar um *deslocamento meta-matemático* que consiste da substituição para um problema matemático uma discussão sobre a sua lógica de solução atribuindo todas as fontes de erro a ele. O processo que descreve é uma tendência resultante natural de uma necessidade de contrato didático. (BROUSSEAU, 2002)

O processo que acabamos de descrever é, portanto, uma tendência que resulta naturalmente das necessidades do contrato didático. É fácil encontrar exemplos repetidos na história do ensino. É claro, também, que não há nada de inevitável, reticente, em seguida, resistência, torna-se gradualmente mais forte como a mudança se torna grande. Parece que, como para o efeito da mudança meta-cognitiva, a única força antagônica é a vigilância epistemológica. (BROUSSEAU, 2002)

Como no caso de analogias, a utilização - ingênuas ou sistemáticas - de heurísticas é um excelente meio de procura de soluções para os problemas (heurístico sendo o meio por definição e por excelência), desde que seja posta em prática sob a responsabilidade do utilizador. Qualquer crédito dado *a priori* para um determinado método é uma fonte de decepção, muitas vezes amargo, o que o torna inadequado para um contrato didático. Ensinar não parece ter a missão explícita de inculcar estas receitas, e prefere-se assumir que o faça sob a pressão do contrato didático. (BROUSSEAU, 2002)

Diante das questões acima delineadas, discute-se o *status* do conhecimento matemático. Na produção e o ensino do conhecimento matemático exige um esforço para transformar este conhecimento em conhecimento institucionalizado, despersonalizado e descontextualizado que tende a apagar a situação histórica (os jogos) que preside sua aparição. Todavia, esta transformação não leva a perda completa de sua característica fundamental que é responder perguntas. Questões, que são motivações, mudanças, a maioria deles desaparece de um corpo de teoria, mas permanece em forma de problema. É claro que, para a maioria dos matemáticos apenas a resolução de problemas pode demonstrar que o estudante adquiriu o conhecimento matemático. A gama de conhecimento conectado com um pedaço de conhecimento continua a mudar com a evolução da teoria. (BROUSSEAU, 2002)

Esta estabilizada um tipo de dialética entre a capacidade da teoria matemática em resolver um estoque de problemas muito fácil, e um estoque de problemas não triviais. Esta dialética repousa sobre um necessário equilíbrio entre a atividade científica, o que tende a colocar novas questões a serem resolvidos e, portanto, aumenta o campo de problemas e conhecimento, bem como a comunicação deste conhecimento que leva a uma melhor organização teórica que reduz a complexidade do campo. Esta reorganização faz com que os velhos problemas triviais reduzam o campo de problemas necessários para a compreensão do conhecimento teórico que pode, então, levantar novas perguntas. (BROUSSEAU, 2002)

Este sistema de ações e retroações não garante um desenvolvimento "regular" de matemática porque, neste domínio, um equilíbrio só pode quebrar e causar diferentes tipos de atividades. Em qualquer caso, a correspondência entre problemas e conhecimento evolui, e não é intrínseca. Somente sob o controle de uma teoria sobre essas relações que situações didáticas podem ser propostas para o ensino. (BROUSSEAU, 2002)

Considerando a evolução do conhecimento matemático e conceitos, é comum notar que muitas vezes está em conformidade com um padrão que tende a ser justificada pelo funcionamento apresentado. O passo final, o que coloca o conceito sob o controle de uma teoria matemática, permite a sua definição exata em termos de estruturas em que intervém e da propriedade que o satisfaz. Só este passo dá o seu estatuto como um *conceito matemático* e protegê-lo de ambiguidades e "erros", mas não a partir de retrabalho ou sendo deixado de lado. (BROUSSEAU, 2002)

Em um ponto de vista mais formal e sistemático na ausência de um estatuto matemático reconhecido, os termos mais usados de uma determinada teoria são ferramentas que respondem uma necessidade de identificação, formulação e comunicação e seu uso é baseado em um controle semântico. Esta é a questão, coerência do ponto de vista, de métodos,

de escolhas, de perguntas, que se articulam de forma muito clara como um conceito hoje, mas que não era antes.

2.3 Obstáculos Epistemológicos e Problemas

Um estudante não está realmente fazendo a matemática, a menos que esteja perguntando e resolvendo problemas? As dificuldades começam quando as perguntas surgem sobre um saber? E o que deve ser perguntado deste problema? Que lhes é pedido? E como são convidados?

De modo a simplificar, estas questões acima delineadas, em Didática da Matemática projetar um conjunto de problemas imaginários definindo cinco componentes:

1. As intenções metodológicas do professor: problemas de pesquisa, problemas de formação, problemas de apresentação, etc.
 2. As intenções e objetivos didáticos: aquisição de conhecimento, melhor compreensão, análise, e por aí em diante.
 3. Conteúdo matemático: a questão consiste em pedir ao estudante a estabelecer uma verdadeira fórmula em uma teoria a ser estudada
 4. Componente matemático: todas as tentativas de descrição racional, formal da matemática são usadas para tentar construir variáveis intermediárias, que, sem constituir o conteúdo em si, vai permitir que fosse generalizada.
 5. Componente heurístico: imaginar que a prova matemática é impulsionado por "intuições", que em certa medida, desempenhar o papel de algoritmos.
- (BROUSSEAU, 2002)

A validade desta forma de pensar é questionada, uma vez que conduz a aceitação de elementos que funcionam em conjunto. O estudante – sujeito – é ausente desta concepção. Aparece como receptor, o conhecimento adquirido não produz alterações significativas. Da mesma forma, e em consequência, o significado da matemática desaparece. O significado de um pedaço do conhecimento matemático é definido, não somente por um conjunto de situações em que este conhecimento é realizado como uma teoria matemática, não somente por um conjunto de concepções, de prévias escolhas que são rejeitadas, de erros que são evitados, de economias de procedimentos, as formulações que reutilizar, dentre outras.

(BROUSSEAU, 2002)

A construção axiomática sugere uma aprendizagem encantada em que o volume de conhecimento – imediatamente obtido, estruturado, usado e transferido - incha em um espaço vazio. Todavia, uma noção aprendida é utilizável apenas na medida em que suas ligações

constituem seu significado. Como também, aprender apenas na medida em que é utilizável se for à solução do problema. Esse problema, um conjunto de restrições a que responde constitui o seu significado. Bem como, a noção recebe certas particularizações, limitações, deformações da linguagem e significado, se forem bem-sucedido o suficiente. Para as aquisições posteriores torna-se um obstáculo. Tudo isso demonstra que: aprendizagem não pode ser alcançada por meio de esquema clássico de continua aquisição progressiva. E consequentemente, a confusão entre o algoritmo para o estabelecimento de uma fórmula e o algoritmo para a aquisição de um pedaço de conhecimento é desprovida de uma base. (BROUSSEAU, 2002)

Erros e falhas não possuem a função simplificada que gostaríamos para trabalhar. Erro é apenas o efeito da ignorância, da incerteza, do acaso, como defendido por empirista behaviorista ou teorias de aprendizagem, mas o efeito de uma parte anterior de conhecimento que foi interessante e bem-sucedida, mas que agora é revelado como falso ou simplesmente não adaptadas. Erros deste tipo não são erráticos e inesperados, eles constituem obstáculos. Tanto em funcionamento do professor como na do estudante, o erro é um componente do significado da parte de conhecimento adquirido. (BROUSSEAU, 2002)

Desta forma, a construção do significado implica em uma constante interação entre os estudantes e a situação-problema, numa inter-relação dialética (porque o sujeito antecipa e direciona suas ações) em que engata seu conhecimento prévio, submete a revisão, modifica completa ou rejeita para forma nova concepção. O principal objeto da didática é precisamente estudar as condições que a situação ou problema coloca para o estudante deve cumprir em a fim de fomentar o aparecimento, o trabalho e a rejeição destas sucessivas concepções. (BROUSSEAU, 2002)

O interesse didático de um problema depende do caminho no qual o estudante está engajado, e o quanto pode ser colocado em teste, que ele pode investir. Depende da importância da rejeição que vai ser levado, as consequências previsíveis dessas rejeições, o risco de cometer esses erros e sua importância. Desta forma, os problemas mais importantes são aqueles que permitam a superação de um verdadeiro obstáculo. Examina-se a noção de obstáculo. (BROUSSEAU, 2002)

O mecanismo de aquisição de conhecimentos pode ser aplicado tão bem para a epistemologia ou para a história da ciência como para a aprendizagem ou para o ensino. Em ambos os casos, a noção de obstáculo parece fundamental para a consideração do problema do conhecimento científico. Um obstáculo é, assim, resulta de erros, mas esses erros não são devidos ao acaso. Efêmero, errático, são reprodutíveis, persistentes. Além disso, os erros

feitos pelo mesmo assunto são interligados por uma fonte comum: uma forma de conhecer, uma característica, uma concepção coerente se não for correta, um antigo "saber" que tenha sido bem-sucedido em toda a ação - domínio. Esses erros não são necessariamente explicáveis. (BROUSSEAU, 2002)

O obstáculo é da mesma natureza que o conhecimento, com objetos, relacionamentos, métodos de compreensão, previsões, com evidência, consequências esquecidas, ramificações inesperadas, etc. Os estudantes observam os erros, como uma prática histórica e identificam que a concepção é a maior dificuldade da didática. Os obstáculos também devem ser considerados em conjunto, do ponto de vista das suas inter-relações. Muitos deles podem coexistir, contradizendo mutuamente e, sucessivamente, substituindo uns aos outros. Rejeição de um leva ao outro até a solução.

Sejam quais forem as suas origens e a sua importância, a existência de obstáculos representa certo número de problemas para engenharia didática. *Como evitar os obstáculos? Os obstáculos podem ser evitados? Todos os obstáculos podem ser evitados? Como são aqueles que não podem ser evitados e superados? Como identificar os obstáculos e negociar com eles?* Não é possível falar sobre seu desaparecimento, nem que não existe uma solução padrão, mas o que já foi discutido certamente mostra a necessidade de estabelecer, simultaneamente, situações didáticas e situações a-didáticas.

A necessidade de situações de validação surge a partir da definição de obstáculos, são os únicos que permitem a integração pessoal na teoria que está sendo gerenciado. As situações sociocognitivas de conflito são deste tipo. Desde o levantamento do obstáculo é essencial à situação de formulação pode ser útil. Mas, uma vez que os obstáculos aparecem com frequência no nível de modelos implícitos e apesar de um item de adequado de conhecimentos em nível de consciência, situações a-didáticas de ação são úteis também. Evidencia-se na Didática da Matemática a Engenharia Didática como metodologia de pesquisa.

2.4 A Metodologia de Pesquisa Engenharia Didática

A pesquisa em Didática da Matemática prepara os estudantes para duas direções dependentes, entretanto campos teóricos distintos: a teoria da transposição didática, desenvolvida por Yves Chevallard e a teoria da situação didática iniciada por Guy Brousseau e desenvolvida por diferentes pesquisadores. As duas abordagens possuem diferentes níveis de análise didática (ARTIGUE, 2002):

1. A teoria da transposição didática concentra a análise dos processos que são baseados no conhecimento referência produzido por uma instituição matemática

legitimada (conhecimento escolar) que negocia os objetos de ensino (conhecimento para ser ensinado) que são encontrados na vida diária da classe (conhecimento ensinado). Destacam-se certas leis de regularidade nos processos complexos de transposição.

2. A teoria de situações didáticas situa-se em um nível local. Destina-se á situações de ensino modelada a ponto de ser desenvolvida e gerida de forma controlada. (ARTIGUE, 2002)

Estas duas teorias ligam a necessidade de prever estudos de fenômenos didáticos dentro de uma abordagem sistêmica didática de análise onde a preparação dos estudantes não pode ser entendida como um simples processo de elementarização do conhecimento de matemática estabelecido para um conteúdo adaptado para o conhecimento prévio e habilidades cognitivas dos estudantes. (ARTIGUE, 2002)

Uma abordagem sistêmica via transposição didática introduz um sistema aberto para análise que inclui a fonte do conhecimento com objetivo de ensinar para questionar a possível viabilidade do conteúdo que se pretende promover ao mesmo tempo em que considera as leis que regem o funcionamento do sistema de ensino. A abordagem via teoria da situação didática é sistêmica por concentrar sistemas didáticos construídos em torno de seu professor e seus estudantes. É um sistema com vida útil limitada mergulhada no sistema aberto de ensino mundial. (ARTIGUE, 2002)

A teoria de situação didática se baseia em uma abordagem construtivista no princípio que o conhecimento é construído através da adaptação a um ambiente que parece problemático para o estudante. Uma teoria para controlar uma situação de ensino em sua relação com a produção do conhecimento matemático. O sistema didático é composto por três componentes que interagem mutuamente: o professor, o estudante, e o conhecimento. O objetivo é desenvolver os meios conceituais e metodológicos para controlar os fenômenos interagindo a sua relação com a construção e funcionamento do conhecimento matemático do estudante. (ARTIGUE, 2002)

A expressão "engenharia didática" surgiu na França no início dos anos de 1980, a fim de identificar uma forma de trabalho didático que é comparável ao trabalho de um engenheiro. Enquanto engenheiros baseiam seu trabalho no conhecimento científico de seu campo e aceitam o controle da teoria, eles são obrigados a trabalhar com objetos mais complexos do que os objetos refinados da ciência e, portanto, para gerir os problemas que a ciência não está disposta ou não ainda é capaz de enfrentar. (ARTIGUE, 2002)

Esta rotulagem era visto como um meio para abordar duas questões que foram cruciais no momento:

1. A questão da relação entre investigação e ação sobre o sistema de ensino;
2. A questão do lugar atribuído dentro de metodologias de pesquisa para as "performances" didáticas em sala de aula.

Esta dupla função determina a rota que a engenharia didática levará para o estabelecimento didático. Na verdade, a expressão tornou-se polissêmica, designando ambas as produções para o ensino derivado ou baseado em pesquisa e uma metodologia de pesquisa específica com base em experimentações de sala de aula. (ARTIGUE, 2002)

Engenharia Didática é uma abordagem sistêmica conectada com ideias teóricas que introduz muitos elementos da área Engenharia. Estes elementos decisórios e práticos são baseados em pesquisa científica e teorias, mas necessariamente tem que estender a objetos concretos, mais complexos do que os objetos simplificados destas teorias. A abordagem sistêmica consiste em uma análise cuidadosa da situação de ensino a ser postas em prática, a epistemologia, o cognitivo e os obstáculos didáticos contra a mudança, e as possibilidades de escolhas macro didáticas, ou escolhas globais que guiam o papel do engenheiro as variáveis micro didáticas ou escolhas locais que conduz o local de organização da engenharia que é a organização da sessão ou uma fase.

A complexidade do objeto requer aplicação e repetição do desenho - ensino experimental - redesenhar ciclo em níveis cada vez mais elevados, e também a consideração dos obstáculos quando o produto da engenharia é para ser distribuído - os obstáculos não são apenas para os estudantes, mas também para os professores, que tendem para adaptar para as novas ideias para seus estilos de ensino antigos assim, a destruí-los. (ARTIGUE, 2002)

A questão a ser tratada aqui diz respeito à reforma da unidade de ensino. O didata, seja um pesquisador ou um engenheiro, é, portanto, confrontado com um objeto de ensino que já foi realizado. *Por que deveria ser alterada? Os que objetivos que devem ser incluídos nesta reforma? Quais as dificuldades esperadas, e como eles podem ser superados? Como pode ser determinado o campo de validade para as soluções propostas devem ser determinados?* Este conjunto de perguntas deve ser respondido. O trabalho será composto por diversas fases. (ARTIGUE, 2002)

A primeira fase consiste em analisar o objeto de ensino, uma vez que já existe, na determinação da sua inadequação. A segunda fase é análise das limitações: limitações de natureza epistemológica ligada ao conhecimento matemático em jogo; limitações de natureza cognitiva associada à população-alvo através do ensino; limitações de natureza didática

ligadas ao funcionamento institucional do ensino. Necessário distinguir também dois tipos de engenharia didática: engenharia didática de pesquisa e engenharia didática de produção. (ARTIGUE, 2002)

O primeiro tipo constitui uma metodologia de pesquisa. Deve, portanto, permitir a validação em conformidade com regras explícitas. Aqui, a validação é uma validação interna a partir do confronto entre a análise a priori das situações construídas e a análise a posteriori das mesmas situações. Tendo em mente que a teoria de situações didáticas baseia-se no princípio que o significado, em termos de conhecimento, do comportamento de um estudante só pode ser entendida se este comportamento está intimamente relacionado com a situação em que se observa, esta situação e o seu potencial cognitivo têm de ser caracterizado antes de comparar esta análise a priori com os observados na realidade. É claro que tal posição sobre a validação só é defensável se as situações envolvidas na engenharia são estritamente controladas sobre o conteúdo tratado, a sua encenação, o papel do professor, a gestão do tempo, e assim por diante. O segundo tipo de engenharia está mais preocupado com a satisfação das condições clássicas impostas aos trabalhos de engenharia: eficácia, poder, adaptabilidade a diferentes contextos, e assim por diante. (ARTIGUE, 2002)

Acredita-se que, compreender problemas relacionados com a preparação de conteúdos de ensino, é importante identificar pontos onde os esforços devem ser concentrados, bem como permitir a criação de um conjunto de compreensões a cerca da tradição de pesquisa Didática da Matemática e Metodologia de Pesquisa compatível com as estruturas teóricas da Educação Matemática.

2.5 Sobre a evolução da pesquisa em Didática da Matemática

A pesquisa em Didática da Matemática requer desenvolvimento teórico tanto com relação aos fundamentos de desenvolvimento cognitivo quanto em relação às diferentes definições de estudo acima. As diversas teorias acima se distinguem também pelos tipos de problemas formulados e suas resoluções. Assim como, para os pesquisadores que tratam a Educação Matemática como ciência, tal como Hans-George Steiner propôs no capítulo 1, e as diferentes definições de estudo nas relações entre matemática e sociedade, avaliação, estudos sobre o conhecimento, professores e estudantes dentre outras questões.

Na Didática da Matemática é fundamental na concepção de matemática que se revela sem reducionismo. Por este motivo, constrói teorias próprias, específicas que explique o funcionamento do sistema teórico e técnico. Levando em consideração a complexidade do sistema global de ensino, tal como proposto por Hans-George Steiner, admite-se a

decomposição da teoria como forma de aperfeiçoar o funcionamento em conjunto das distintas e perspectivas de pesquisa. Uma colaboração estreita entre pesquisadores e professores, por vir a favorecer, como pensado por Jeremy Kilpatrick no capítulo 1, o funcionamento deste sistema em seu conjunto.

Como um domínio específico a Didática da Matemática é caracterizada pelas questões abordadas em suas pesquisas. A questão delineada na maioria das pesquisas em Didática da Matemática é como usar progressivamente a formalização no ensino de determinado conteúdo matemático. Esta, como outras questões, são geralmente tratadas à luz de métodos transportados da psicologia ou da sociologia. É dada maior importância aos aspectos qualitativos mais do que os quantitativos. A busca por compreender se Educação Matemática é ciência pode provocar nos educadores matemáticos a tentação do cientificismo. Algumas razões históricas podem produzir uma orientação específica de pesquisa durante um determinado período, mas a construção de uma ciência deve perpassar pela discussão do pensamento na comunidade onde está inserida.

Alguns pesquisadores consideram que a Educação Matemática é “fácil” tal como as ciências da educação. Entretanto, esta questão pode se configurar em equivoco, uma vez que Educação Matemática tem especificidades. Por certo, configura-se como “fácil” ou “dura” devido à compreensão do objeto matemático pelo ser humano. A relação entre outras tradições de pesquisa e suas interfaces pode vir a oferecer ferramentas e apresentar novos caminhos de resoluções para as questões abordadas na pesquisa. Por exemplo, a linguística pode vir a favorecer compreensão a cerca do problema de comunicação e interpretação na sala de aula, a sociologia analisar a condição de aprendizagem, a Ciência da Computação e a ferramenta Inteligência Artificial para a pesquisa pode vir a apontar as possibilidades de ensino e aprendizagem feita pela mente humana.

Neste sentido, o objetivo científico na construção da teoria, é um importante aspecto da pesquisa em qualquer tradição. No objetivo pragmático, ou seja, da melhoria do ensino e aprendizagem da matemática em qualquer nível, está implícito a hermenêutica. A despeito da tensão entre estes dois objetivos – científico e pragmático - um sem o outro tornaria qualquer tradição de pesquisa em Educação Matemática estéril.

A validade dos resultados das investigações se relaciona com o paradigma de pesquisa do pesquisador. No enfoque positivista o pesquisador trata de encontrar leis e de confirmar hipóteses acerca de condutas e procedimentos relativos à pesquisa. No enfoque interpretativo o pesquisador trata de busca alcançar o significado pessoal dos estudos, interações, pensamentos, atitudes, percepções dos participantes da pesquisa. O trabalho de Guy

Brousseau, Regine Douady e Michelle Artigüe são exemplos de integração entre estes paradigmas. O importante é a interação entre dois subsistemas – saber e estudante e a gestão da situação problema por parte do professor

Considerar do ponto de vista sistêmico a tradição de pesquisa Didática da Matemática é superar os possíveis antagonismos e dirigir esforços para integrar teorias, desenvolvimento e prática entre os diversos paradigmas e distintas concepções do ponto de vista complementar. Volta-se este ponto para o conceito de complementariedade que se apresenta como adequado para compreender os diferentes níveis de compreensão entre as diferentes relações entre conhecimento e atividade desenvolvida. Por este motivo, discute-se sobre epistemologia, como forma de trabalhar sobre o processo de construção do conhecimento científico que abarca os problemas de demarcação quando na análise dos objetos e métodos da Didática da Matemática e possíveis demarcações com outros campos do conhecimento.

CAPÍTULO 3 **METODOLOGIA DE PESQUISA: REVISÃO SISTEMÁTICA INTEGRATIVA**

O objetivo geral desta tese é analisar abordagem metodológica nas teses da tradição de pesquisa Didática da Matemática. Optou-se por trabalhar com apenas uma tradição de pesquisa e espera-se inspirar futuros trabalhos com outras tradições de pesquisas da área. Para este fim, primeiramente, os dados foram coletados na Biblioteca Digital Brasileira de Teses e Dissertações – BDTD do Instituto Brasileiro de Informação em Ciência e Tecnologia – IBICT¹.

É um banco de base nacional criado um comitê técnico-consultivo (CTC), constituído por representantes do IBICT, Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico (CNPq), Ministério da Educação (MEC) - representado pela Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior (CAPES) e Secretaria de Educação Superior (SESu), FINEP e das três universidades que participaram do grupo de trabalho e do projeto-piloto (Universidade de São Paulo (USP), Pontifícia Universidade Católica do Rio de Janeiro (PUC-RIO) e a Universidade Federal de Santa Catarina (UFSC)

Identificou-se no BDTD por busca simples a expressão “Didática Matemática”, nível “doutorado”, idioma português, no período compreendido entre 2005 a 2015. A exclusão e inclusão das teses aconteceram quando colocada às palavras “didática matemática” sem o “da”. Cabem explicações quanto à dificuldade do pesquisador para coletar as teses em portal de busca. A opção pelo IBICT ocorreu por ser um banco de onde é possível baixar do próprio banco as teses. Foram identificadas 105 teses nos parâmetros estabelecidos.

Para identificar as teses de Didática da Matemática foi feita uma primeira leitura dos títulos e resumos das 105 teses (quadro 4) e foram encontrados 74 teses dentro dos parâmetros estabelecidos. Das 74 teses, através da leitura rigorosa do resumo, foram identificadas 20 teses da tradição de pesquisa Didática da Matemática através de termos já estabelecidos nesta tradição. As teses foram lidas na íntegra e para cada tese um protocolo desenvolvido. O protocolo foi delineado a partir do que está posto na tese. O que não foi possível identificar ou não aplicação consta como “não identificado” e “não se aplica”.

¹ibict.Instituto Brasileiro de Informação em Ciência e Tecnologia. Disponível em: <http://bdtd.ibict.br/vufind/>. Acesso em: 24.11.2015.

Quadro 4 – Banco de Teses IBICT

Quantidade	Assuntos
15	Educação
10	CNPQ: Educação
7	Matemática
4	Aprendizagem
4	Estudo e ensino
4	Sequência Fedathi
3	Didática
3	Educação
3	Educação científica e tecnológica
3	Educação Matemática
3	Fedathi Sequência
3	Matemática - Estudo e ensino
3	Matemática - história
3	Mathematics
3	Mathematics education
3	Professores - formação
3	Study and teaching
3	formação de professores
3	Algebra
2	Aprendizagem por atividades - Fortaleza (CE)
2	Concept formation
2	Didatics transposition
2	Didactics of mathematics eng
2	Digital Technologies
2	Engenharia de produção
2	Etnomatemática
2	formação de professores
2	Geogebra
2	Impressos oficiais
2	Licenciatura
105	Total

Fonte: Elaborado pela autora

Para analisar teses em Didática da Matemática trabalha-se a Revisão Sistemática Integrativa como forma de coletar os dados para análise e os Polos da Prática de Pesquisa indicará como foi feito o tratamento. Para cada tese analisada foi construído um protocolo de

pesquisa, mas a análise do tratamento metodológico foi feita na totalidade das teses coletadas. Esta escolha não se estabeleceu por moda ou por inovação, mas para oferecer a comunidade outro olhar, outra possibilidade, de tratamento metodológico de pesquisa em Educação Matemática. Esperam-se, discussões profícuas a este respeito.

3.1 O modo como o saber é construído: critérios de qualidade

Reflexões sobre o método, suas variedades e seus efeitos são denominados de metodologia. Refletir sobre metodologia deve ser acompanhado de considerações epistemológicas. A grande discussão epistemológica é se a Educação Matemática possui um conjunto de discursos que possibilite ampliar o seu campo de investigação, e se estes discursos são divergentes, em função da especificidade do seu objeto de estudo.

Em uma visão global, epistemologia é um ramo da filosofia que levanta questões fundamentais sobre a origem, desenvolvimento, critérios de validade, refinamento de programas científicos, natureza do conhecimento. Estas questões discriminam atitudes em relação à epistemologia dos que se interessam nos fundamentos da matemática e Educação Matemática. Educadores matemáticos são menos interessados em estudar fundamentos da validade da teoria matemática, seus mecanismos, condições, contextos, descobertas passadas, períodos de estagnação, dentre outros. Educadores matemáticos estão mais interessados em observar e explicar maneiras de como se ensina e aprende matemática (SIERPINSKA; LERMAN, 1996).

Um conjunto de critérios para examinar e avaliar a qualidade da pesquisa revela que apropriadamente emprestados os critérios das ciências naturais e sociais são relevantes para a Educação Matemática: relevância, validade, objetividade, originalidade, rigor e precisão, prognóstico, reprodutibilidade, e relacionamento. Entretanto, *quais são os critérios que dominam a pesquisa em Educação Matemática?* Falta na pesquisa em Educação Matemática um critério de verdade, cujo resultado para prática ou para futuras pesquisas ganham poder por fazer pensar, fornecendo conceitos, técnicas, mas, não receitas. A pesquisa é relevante quando consegue reunir critérios que podem ser usados por outros. (KILPATRICK, 1996)

Qualidade na pesquisa tem sua manifestação em três questões na pesquisa: no delineamento da pesquisa, nos métodos adotados e nos resultados obtidos. Os aspectos principais da qualidade de uma questão de pesquisa são clareza e precisão. *A questão de pesquisa toca o núcleo da área ou características marginais? Responder esta pergunta acrescenta o corpo de conhecimento acumulado da área?* Perguntas do tipo: *o que podemos fazer para melhorar a aprendizagem dos estudantes em matemática no Brasil?* O que

podemos fazer para melhorar o aprendizado do estudante? Estas questões são demasiadamente geral, vaga, aberta e imprecisa. (NISS, 2010)

A validade está relacionada com a questão do uso. Uma pesquisa não tem validade quando resulta de reivindicações ilegítimas. Ou seja, não esta relacionada com a conclusão extraída do estudo. Para ser válido o pesquisador pode antecipar aos leitores a interpretação começando o diálogo prevendo consequências de várias interpretações de uso. A objetividade é um dos mais controversos critérios, por ser inatingível. Todo o conhecimento é relativo, restrito a consciência aos sentidos, a objetividade serviria para examinar conclusões e visões subjetivas. A originalidade é um critério muito aplicado aos programas nas teses e dissertações. (KILPATRICK, 1996). A validade refere-se à verificação dos resultados como verdadeiros e confiáveis. Os resultados refletem com precisão a situação analisada. A pesquisa é válida se as evidências fornecem o apoio necessário às conclusões. A validade assegura a objetividade da pesquisa (NISS, 2010).

Rigor e Precisão são critérios que devem ser interpretados não de forma absoluta. Rigor é um critério relacionado com a objetividade porque o pesquisador tenta refinar os seus métodos de pesquisa a fim de ver os fenômenos de interesse com extremo cuidado. Precisão deve ser interpretada como precisão de significado e não como precisão de medida. Prognóstico é um critério valioso quando entendido como a busca de regularidades e modelos de comportamentos e pode descobrir predisposições e concepções comuns que guiam o que pode acontecer em uma determinada situação em circunstâncias similares àquelas estudadas na pesquisa. Prognóstico não é estipular o que vai acontecer em determinada situação, mas compreender os eventos que podem vir a ocorrer em circunstâncias similares às estudadas na pesquisa. (KILPATRICK;SIERPINSKA, 1996).

Relacionamento está ligado ao critério de relevância, como forma de significar o estudo e iluminar a matemática que esta sendo ensinada e aprendida. Relevância é o mais importante dos critérios para a pesquisa. Este critério está interligado com a utilidade e a qualidade da pesquisa. Uma pesquisa relevante reúne critérios que outros pesquisadores podem usar, além de auxiliar a refletir e expressar o saber que não se sabe. (KILPATRICK;SIERPINSKA, 1996).

Objetividade é o mais controvertido dos critérios. Pesquisadores em Educação Matemática questionam a objetividade em termos de levantar uma bandeira falsa, se todo o conhecimento é restrito para a consciência e para o sentido, e se a validade daquele conhecimento é relativa para quem tem o conhecimento. Interpretar a objetividade é necessário para qualquer visão de conhecimento porque esclarece o preconceito e efeitos da

prática do pesquisador, bem como o esforço para refutar suas conclusões e examinar a visão subjetiva destas conclusões. (KILPATRICK;SIERPINSKA, 1996). Por princípio, não existe oposição entre objetividade e subjetividade, uma vez que, a subjetividade permite alcançar a graus diferentes de objetividade. (NISS, 2010)

Originalidade é o critério onde fica claro que há novas perspectivas sobre o que vale a pena conhecer. Quaisquer que sejam as fontes estudos originais têm um elemento surpresa que faz ver o objeto de estudo sob um novo prisma. Este critério tem relação com reprodução, mas vale dizer que uma interpretação apropriada de originalidade permite reprodução. Reprodutibilidade é um critério que aparece quando a pesquisa é compartilhada. O pesquisador quando tira consequências válidas deve reproduzir conforme ela foi conduzida. Pode ser compreendida como uma chamada para a responsabilidade. (KILPATRICK;SIERPINSKA, 1996). A tabela 3 resume a discussão a cerca dos critérios de relevância e qualidade.

Tabela 3 – Questões para critérios de qualidade

Relevância

A questão de pesquisa toca um saber acumulado da área ou um saber marginal?

Validade

Quais são as reivindicações da pesquisa?

Objetividade/ Subjetividade

Quais as marcas de objetividade e subjetividade da pesquisa?

Originalidade

Qual o novo prisma abordado pela pesquisa?

Rigor e precisão

Como aconteceu o refinamento dos métodos?

Prognóstico

Como foi a busca de regularidades e modelos de comportamento?

Reprodutibilidade

Como foi conduzida a reprodutibilidade da pesquisa?

Relacionamento

Quais as ideias fora da matemática iluminaram esta pesquisa?

Fonte: Elaborada pela autora

As questões acima delineadas partem de um esforço a perseguir diante da variedade de temas, enfoques, abordagens e contextos, e diferentes pressupostos epistemológicos.

Reflexões são necessárias para a pesquisa em Educação Matemática. Por exemplo, a característica da produção de conhecimento na área, em relação à finalidade da pesquisa e natureza do conhecimento. A forma de julgar a qualidade da pesquisa, os critérios de avaliação de qualidade. Em relação ao tratamento da metodologia de pesquisa, a reflexão tem relação as etapas a seguir a ponto de conduzir para o rigor na coleta dos dados.

Estes critérios necessitam ser interpretados apropriadamente. As questões acima, não são uma receita nem tão pouco como moda. A presença destes critérios já favorece a existência de um julgamento, então que julgar a qualidade da pesquisa não se torne algo pejorativo, que não afronte ética e moralmente o pesquisador. Neste caso, analisar a produção científica e propor critérios para a pesquisa deveria ser parte permanente do discurso científico na área de Educação Matemática. Como proposta, refletir sobre os aspectos metodológicos pode vir a levar o pesquisador a retomar a questão dos aspectos que constitui a sua prática, bem como a sua formação enquanto educador matemático.

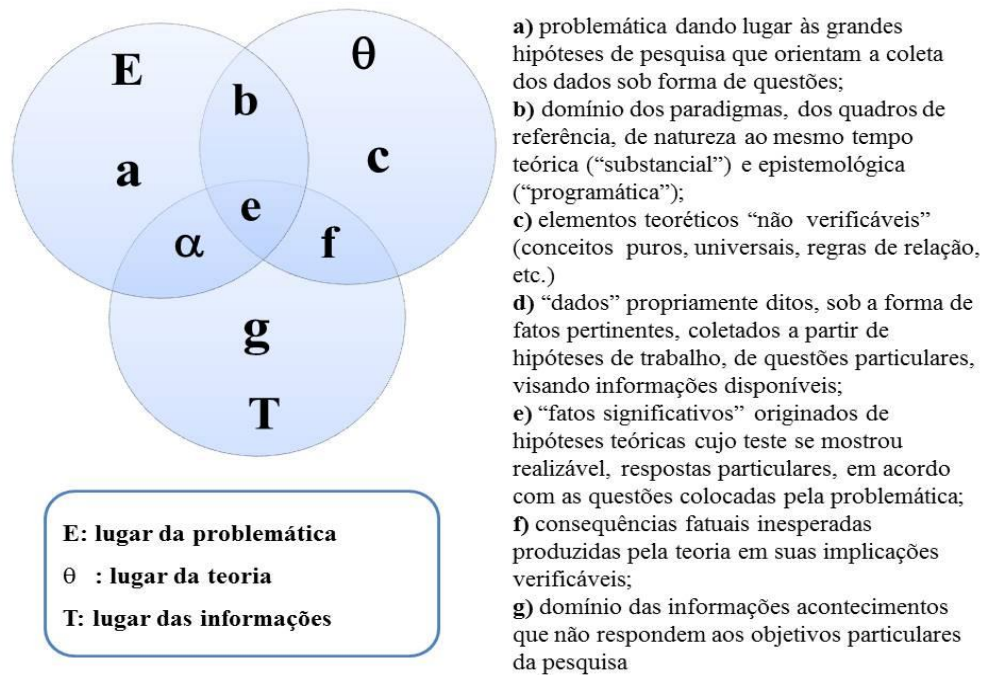
Cada abordagem tem uma preferência metodológica, instrumentos próprios, suposições e valores. Igualmente, cada abordagem impõe diferentes limitações e construções de tópicos consideradas adequadas para a pesquisa é desenhado a partir dos resultados obtidos.

3.2 Revisão Sistemática Integrativa

A Revisão Sistemática dispõe de estratégias científicas que permite limitar a seleção de produção científica, avaliar e sintetizar os resultados relevantes. Combina com a incorporação de métodos de pesquisa fornecendo compreensão abrangente do fenômeno, análise do conhecimento construído em pesquisas anteriores, geração de conhecimento, e inclusão de diversos métodos. (WHITEMORE, 2005)

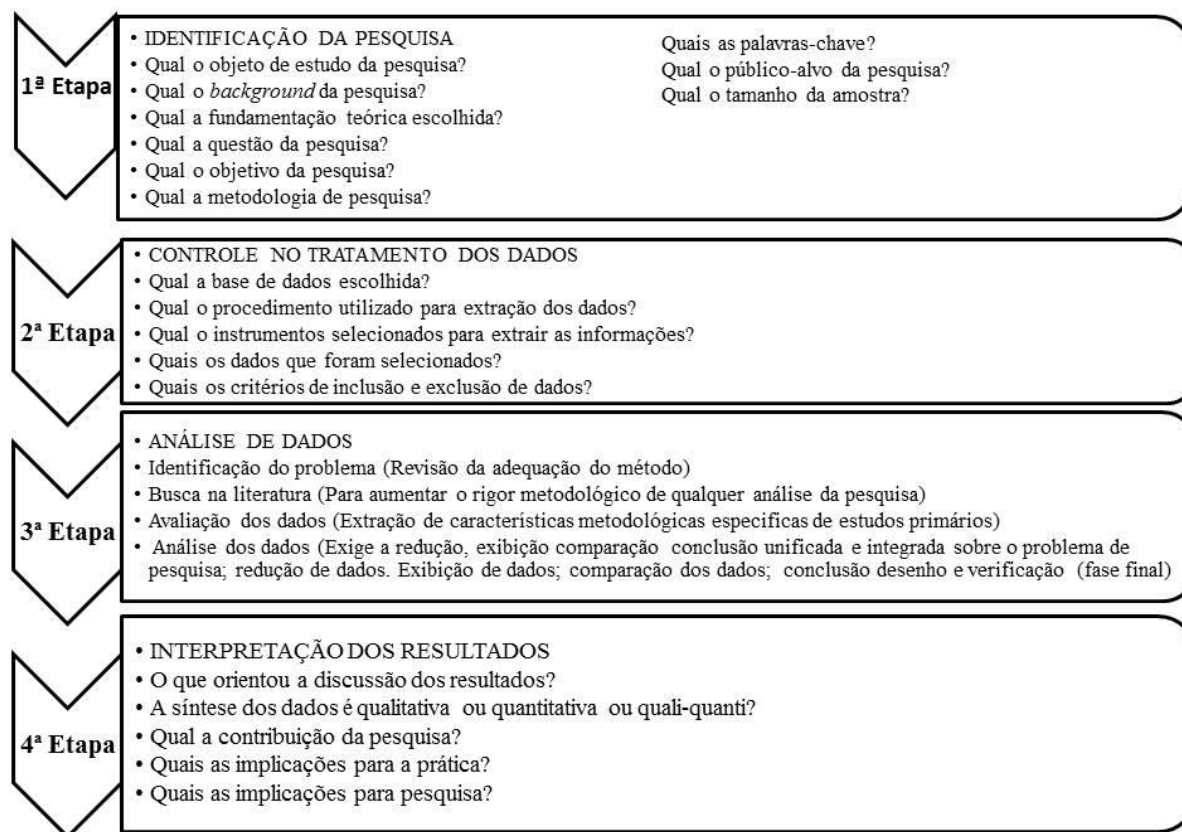
Trata-se, portanto, de uma revisão que inclui toda produção científica que pode dar suporte para tomada de decisão e melhoria da prática, possibilitando a síntese do conhecimento de um determinado assunto, apontando lacunas deste conhecimento que precisa ser preenchida com a realização de novos estudos. A elaboração da revisão começa com a identificação e coleta de dados (gráfico 2) dentro do critério de inclusão e exclusão previamente estabelecido. Os dados são organizados sistematicamente, permite generalização precisa sobre o fenômeno, produzindo saber fundamentado, reduzindo obstáculos, permitindo agilidade na divulgação do conhecimento. (WHITEMORE, 2005)

Gráfico 2- Contexto geral da coleta de dados



Fonte: BRUYNE (1997, p. 205)

A Revisão Sistemática Integrativa contribui para apresentação de perspectivas variadas sobre um fenômeno de preocupação do pesquisador. As revisões de pesquisa cumprem as normas de pesquisa primária em rigor metodológico para delinear o processo da formulação do problema, uma fase de avaliação de dados, uma fase de análise dos dados, e uma fase de apresentação. O processo de Revisão Sistemática Integrativa é um método em um quadro ou matriz adequado onde o pesquisador realiza uma revisão de primeiro grau com fases distintas, apresentadas a seguir.

Figura 2: Protocolo de análise de teses²

Fonte: Elaborado pela autora.

Na fase de identificação dos problemas revisão da adequação do método. Subsequentemente, as variáveis de interesse do pesquisador, que são os conceitos envolvidos, o público alvo, o problema de pesquisa, em um quadro ou matriz de amostra adequada, para definição dos tipos de estudos e inclusão da teoria. A extração dos dados primários da pesquisa pode ser complexa devido a uma vasta gama de variáveis. A clareza da finalidade da revisão facilitará a capacidade de operacionalizar as variáveis com precisão e assim extrair os dados apropriados fornecerá o limite da Revisão Sistemática Integrativa. (WHITEMORE, 2005; HALL;ROUSELL, 2012)

A fase da busca de literatura é fundamental para aumentar o rigor metodológico de qualquer análise ou comentário da pesquisa. Uma pesquisa incompleta é tendenciosa e pode gerar resultado que se transforma em dados inadequados e com potencial impreciso. Qualquer amostra deve ser fundamentada, explicitada e documentada incluindo termos de pesquisa, os

² Inspirado em WHITEMORE, (2005); HALL;ROUSELL, (2012); HIGGINS;GREEN, (2008).

bancos de dados utilizados, as estratégias de pesquisas, os critérios de inclusão e exclusão. (HALL;ROUSELL, 2012)

Na fase de avaliação dos dados a extração de características metodológicas específica de estudos primários é recomendada a fim de avaliar os dados incorporados. Uma revisão com um quadro ou matriz de amostra diversificada incluindo fontes teóricas e empíricas pode ser apropriado. A autenticidade da qualidade metodológica, o valor informativo, e representatividade de fontes primárias disponíveis são consideradas e discutidas na fase final. A avaliação da qualidade da fonte primária é complexa. Uma possibilidade de resolução é uma avaliação que abrange fonte empírica e teórica usando dois instrumentos desenvolvidos para cada tipo de fonte como critérios de inclusão e exclusão ou como uma variável nos dados. (WHITEMORE, 2005; HALL;ROUSELL, 2012)

Na fase de análise de dados exige a ordenação, codificação, categorização e conclusão unificada e integrada sobre o problema de pesquisa. Este é um aspecto complexo que exige atenção, porque os dados extraídos são comparados item por item, para que os dados semelhantes sejam categorizados ou agrupados. Subsequentemente, estas categorias codificadas são comparadas com o processo de análise e síntese. No método de avaliação integrativa, esta abordagem de análise de dados é compatível com a utilização de dados que vieram de diversas metodologias. O método consiste na redução de dados, visualização de dados, comparação de dados, desenho conclusão, e verificação. (WHITEMORE, 2005;HALL;ROUSELL, 2012)

A redução de dados envolve a determinação de um sistema global de classificação de dados. As fontes primárias são divididas em subgrupos de acordo com algum sistema lógico para facilitar a análise. Pode ser um conceito, uma experiência, etc. e deve ser analisada por tópico. A redução pode envolver uma técnica de extração e codificação de dados a partir de fontes primárias para simplificar e organizar dados em uma matriz gerenciável. Procedimentos de codificação válidos e confiáveis são essenciais para garantir o rigor metodológico. Cada fonte primária é reduzida a uma única página com os dados extraídos, classificação de cada subgrupo. Esta abordagem fornece organização sucinta da literatura que facilita a capacidade de comparar sistematicamente fontes primárias em questões específicas, variáveis ou características da amostra. (WHITEMORE, 2005; HALL;ROUSELL, 2012)

O passo seguinte na análise dos dados é de exibição de dados na forma de matrizes, gráficos, quadros ou redes e definir o cenário para a comparação entre todas as fontes primárias. Esses monitores realçam a visualização de padrões e relações dentro e entre as

fontes de dados primários e servem como um ponto de partida para interpretação. (WHITEMORE, 2005; HALL;ROUSELL, 2012)

O próximo passo na análise de dados é a comparação de dados que envolve um processo iterativo de examinar os dados de fonte primária, a fim de identificar padrões, temas ou relacionamentos. Uma vez que os padrões começam a ser discernido um mapa conceitual pode ser desenhado que inclui a maioria das variáveis ou temas identificados. Vários recursos estão disponíveis que oferecem excelentes exemplos das variações de exibição de dados que podem melhorar a comparação e interpretação dos dados variáveis semelhantes são agrupadas perto uma da outra e uma ordem temporal pode ser exibida (se for apropriado). (WHITEMORE, 2005; HALL;ROUSELL, 2012)

Conclusão desenho e verificação é a fase final de análise dos dados que move o esforço de interpretação a partir da descrição de padrões e relações de níveis mais elevados de abstração, subsumindo as indicações para o geral. Padrões e processos são isolados, comuns e as diferenças são identificadas com uma elaboração gradual de um pequeno conjunto de generalizações que abrangem cada banco de dados subgrupo da revisão integrativa na sua totalidade. Conclusões ou modelos conceituais que são desenvolvidos estão continuamente revisto, a fim de ser inclusiva nos dados, tanto quanto possível. (WHITEMORE, 2005; HALL;ROUSELL, 2012)

Após a análise de cada subgrupo, a etapa final da análise de dados em uma Revisão Sistemática Integrativa é a síntese de elementos importantes ou conclusões de cada subgrupo em um somatório de forma integrada do tema ou fenômeno. Uma nova conceituação das fontes primárias integra todos os subgrupos em um retrato abrangente do tema central, completando assim o processo de revisão.

Acredita-se que a Revisão Sistemática Integrativa possui o potencial de apresentar uma compreensão abrangente dos problemas de pesquisa em Educação Matemática. Inclui diversas fontes de dados que melhoram a compreensão do tema de interesse do pesquisador. Nas produções acadêmicas concluídas inclui uma abordagem sistemática e rigorosa para o processo, em particular a análise de dados, e pode ser ponto de partida de produções científicas que começam a ser produzidas apresentando possibilidades de emprego de técnicas de métodos misto ou pesquisa qualitativa, quantitativa para este processo, e tem o potencial para reduzir viés e erro. Posteriormente, desempenhará um papel importante na prática inicial baseadas em evidências, que retrata a complexidade inerente a pesquisa em Educação Matemática.

Metodologia, neste trabalho, é concebida como analítica descritiva, mas, além disso, é prescritiva ou normativa, busca-se encontrar como os pesquisadores chegaram aos seus resultados de pesquisa, mas também sugerir como um pesquisador novato pode atingir seus objetivos. Assim, uma das tarefas da metodologia tem sido a de encontrar estratégias perfeitas para a pesquisa. Para enriquecer esta tarefa, tal como a Educação Matemática é uma área é multifacetada possibilitando a inserção de outras áreas, a Metodologia de Pesquisa assim também foi pensada sistematizada com a filosofia, epistemologia e a sociologia. Em contraposição as discussões a cerca a dissociação entre as ciências sociais e naturais aqui será adotado um nível de formalização modesto, buscando maior inteligibilidade e comprimento.

A prática baseada em evidências auxilia na compreensão da magnitude da complexidade dos sistemas, que são as várias tradições de pesquisas, em Educação Matemática. Isto leva a discutir sobre o lugar da Revisão Sistemática Integrativa - RSI que está no desenvolvimento de uma Prática Baseada em Evidência - PBE que é uma abordagem que possibilita redução de incertezas na tomada de decisão. Incorpora-se, nesta direção, integrar e interpretar as evidências oriundas dos resultados das pesquisas para embasar a prática na melhor evidência disponível. Para este fim, evidência é tomada como um conjunto de elementos que são utilizados para confirmar ou negar uma determinada teoria ou hipótese de pesquisa.

Uma RSI, assim como outros tipos de revisão, é uma forma de utilizar os “dados” da literatura sobre um determinado tema. Este tipo de revisão disponibiliza um resumo de evidências para integrar as informações de um conjunto de estudos realizados separadamente sobre determinada tradição de pesquisa, diante dos resultados identifica-se temas que necessitem evidência e trabalhar ideias futuras.

A RSI permitiu incorporar maior aspecto de resultados relevantes sobre as teses em Didática da Matemática, variação de quadros de análise, ao invés de limitar as próprias conclusões dos pesquisadores. Considerando que, a RSI inclui uma síntese estatística denominada de Metanálise dos resultados dos estudos e outras não. Metanálise, neste trabalho, é a análise da análise, ou seja, é o estudo da revisão de literatura das revisões de literatura das teses combinados e sintetizados por meio de protocolos, de modo a produzir amostras que caracterize a precisão do tratamento metodológico.

Para desenvolver uma RSI é necessário um *Roadmap* – roteiro. Neste trabalho, diante da carência de um modelo anterior específico em Educação Matemática apresenta-se, um roteiro elaborado com modelos que apresentam, na visão do pesquisador, maior aderência às

necessidades da área. O primeiro passo é o desenvolvimento de um protocolo com o foco na metodologia de pesquisa.

A partir deste protocolo, o segundo passo, volta-se para a definição problema que deve ser formulado de forma clara e precisa: *Como tem sido o tratamento da Metodologia de Pesquisa em teses produzidas em programas brasileiros que versam sobre Didática da Matemática?*

O terceiro passo é organização lógica das evidências dos dados incluídos apresentados na estrutura quadripolar da prática metodológica para responder o segundo passo. Evidência consiste em um conjunto de informações científicas que tem como finalidade obter subsídios para fundamentar propostas de aprimoramento, avaliação de resultados obtidos. O quarto passo é analisar o tratamento metodológico das teses. Consiste em trabalhar as evidências nas teses incluídas na RSI com o conhecimento teórico. Neste caso, estrutura quadripolar da prática metodológica, e qualidade dos critérios de pesquisa. O pesquisador tem recomendações para a prática de pesquisa de futuros revisores.

A Evidência Científica - EC por meio de procedimentos incorporam critérios de qualidade para prática de pesquisa, minimizando o grau de viés: Relevância, Validade, Objetividade, Originalidade, Rigor e Precisão, Prognóstico, Reprodutibilidade, Relacionamento. Validade, definida como confiabilidade que reflete com rigor e precisão a configuração sobre o qual estão escritos o encaminhamento da pesquisa. A confiabilidade de interpretação de dados tem relacionamento com os processos metodológicos e analíticos.

Concluiu-se que as evidências científicas nestas teses estão baseadas nas práticas das pesquisas aqui mencionadas, como os seus objetos de estudos, as metodologias escolhidas, os tipos de pesquisas enfatizados com o objetivo de apresentar uma estrutura quadripolar metodológica para o tratamento metodológico com a finalidade exclusiva de trabalhar ideias sem estabelecer juízo de valor.

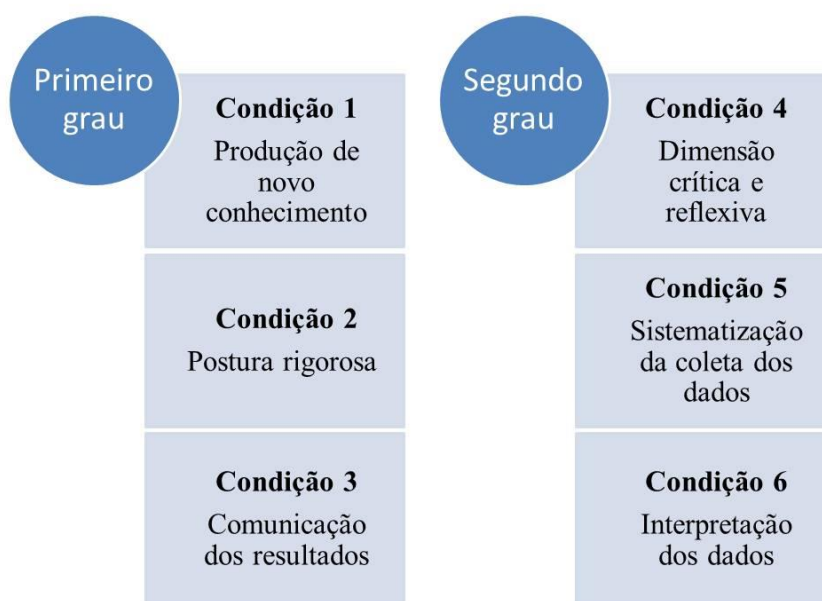
Em uma visão sistêmica a Revisão Sistemática Integrativa pode vir a se integrar com os polos metodológicos e desta maneira auxiliar na direção de uma abordagem compreensiva sobre a metodologia de pesquisa.

Os pólos são aspectos de uma mesma realidade um espaço dentro do qual há uma variedade de compreensões metodológicas. A interação dialética desses polos constitui o conjunto de práticas metodológicas um modelo topológico e não cronológico da pesquisa. (BRUYNE, et al., 1997)

3.3 Enfoque para a prática metodológica do pesquisador em Educação Matemática

Nas universidades existem e coexistem diferentes conceitos sobre o que vem a ser pesquisa seja por disciplina ou pela natureza de suas produções. Examinando a base do processo da pesquisa pode-se pensar que há três condições de primeiro grau e três condições de segundo grau. (BEILLEROT, 1991):

Figura 3 - Condições para a pesquisa



Fonte: Elaborada pela autora³

A primeira condição é a mais difícil, produzir novo conhecimento. O problema é o termo “novo”. Supondo que há um conhecimento novo, quem faz este julgamento é a comunidade garantindo minimamente a originalidade teórica. A segunda condição significa dizer que é necessário desenvolver uma abordagem de referência sistematizada e apropriada, obedecendo a critérios de racionalidade e rigor para a área. A terceira condição volta-se sobre a comunicação da pesquisa em relação as suas próprias produções e não sobre o processo da pesquisa em si. (BEILLEROT, 1991)

Estas três condições são partes legítimas do processo da pesquisa. Todavia, quando estas três condições estão combinadas pode acontecer de ocorrer um hiato significativo no processo de construção do pensamento do pesquisador eliminando toda a reflexão destinada

³ Inspirada em (BEILLEROT, 1991).

para encontrar materiais reais para trabalhar o fenómeno que está estudando. Obviamente que, para que isso não aconteça estas condições de primeiro grau precisam minimamente de condições de segundo grau. (BEILLEROT, 1991)

A quarta condição diz respeito à dimensão crítica e reflexiva, os referenciais teóricos, e os métodos do processo de pesquisa. A quinta condição refere-se à sistematização da coleta dos dados do processo de pesquisa. A sexta condição são as interpretações estabelecidas por teorias reconhecidas que auxiliam o desenvolvimento de um problema, bem como a interpretação dos seus dados. Importante questionar se uma pesquisa que atenda apenas algumas das condições de primeiro ou segundo grau é pesquisa (BEILLEROT, 1991)

Diante do crescimento da Educação Matemática, da diversidade de tradições de pesquisa e do crescimento da produção científica, considera-se importante analisar a abordagem metodológica somada ao desenvolvimento de um corpo sólido de conhecimento que possa vir a fundamentar a prática na formação de novos pesquisadores da área.

Classicamente, o primeiro processo de busca, de análise e descrição de um corpo de conhecimento é a revisão de literatura para alcançar todo o material relevante sobre um determinado tema. Contudo, a revisão de literatura também tem sido apontada como um ponto fraco da produção científica em todas as áreas. Porque na maioria das vezes as revisões de literatura não evidenciem o estado da arte do conhecimento daquela área em questão.

Na revisão de literatura não é possível oferecer modelos a serem seguidos, e não há extensa discussão sobre o tratamento da revisão de literatura. Contudo, ampliar a discussão sobre a realização de uma revisão de literatura com a qualidade e rigor, é necessário. (ALVES, 1992)

A má qualidade da revisão da literatura compromete todo o estudo, uma vez que esta não se constitui em uma seção isolada, mas, ao contrário tem por objetivo iluminar o caminho a ser trilhado pelo pesquisador, desde a definição do problema até a interpretação dos resultados. Para isto, ela deve servir a dois aspectos básicos: (a) a contextualização do problema da área de estudo; e (b) a análise do referencial teórico. (ALVES, 1992, p. 54)

A produção de conhecimento é uma construção coletiva da comunidade científica onde o pesquisador se insere e acontece de forma contínua. A oferta adequada de um problema de pesquisa feita pelo pesquisador para a comunidade deve levar em conta a análise crítica do atual estado do conhecimento na área de interesse, contraste de abordagens teórico-metodológicas que são utilizadas, avaliar o peso e a confiabilidade dos resultados, identificação do ponto de consenso e as controvérsias, e as lacunas que precisam ficar evidenciadas. Esta forma de análise auxilia o pesquisador a definir o objeto de estudo e

selecionar teorias, procedimentos e instrumentos, bem como observar de forma não tardia se aquele estudo já tinha sido realizado. (ALVES, 1992). Associada as seis condições acima deve se ter claro que existem muitas abordagens disponíveis no que tange as abordagens metodológicas.

As diversas abordagens científicas revelam diferenças gritantes que parece inútil sua integração interdisciplinar em caminho metodológico particular. Uma metodologia geral pode integrar metodologias particulares sem negar o valor heurístico de um método isolado com sua lógica específica dentro de um processo de pesquisa original. O postulado de autonomia então funda a pertinência de uma metodologia geral e a utilidade das metodologias particulares. Determinados campos de pesquisa limitam ou contrariam a liberdade das escolhas metodológicas do pesquisador. Estes campos são de natureza diversa e influência específica para cada contexto particular: campo da demanda social; campo axiológico; campo doxológico; campo epistêmico. (BRUYNE, et al, 1997).

Quadro 3- Campos da prática de pesquisa



Fonte: BRUYNE (et al, 1997, p. 202)

No campo da demanda social a atividade do pesquisador é permitida e/ou legitimada de certo modo pelo sistema sociocultural dessa sociedade e validado pela comunidade acadêmica na qual se insere. O teórico se distingue do pesquisador de campo enquanto a abordagem é inseparável metodologicamente. O financiamento da pesquisa pode vir a ser uma ameaça para a autonomia da pesquisa, introduzindo intenções normativas ou pragmáticas que pode alterar os processos de objetivação científica. Ou seja, as normas, as instituições exerce controle direto sobre a pesquisa. A produção científica traz a marca da demanda social a qual responde. (BRUYNE et al., 1977)

O campo axiológico é o campo dos valores sociais e individuais que partem do interesse do pesquisador e que condicionam a pesquisa. O esforço científico é sustentado por valores específicos de conhecimento, poder, etc. o valor cultural impõe ao pesquisador a escolha de suas problemáticas do tema abordado sobre a pena de ceder às múltiplas influências e ideologias. O interesse do pesquisador requer orientações específicas. Não se pode confundir subjetivismo do pesquisador, seus juízos de valor, com o subjetivismo dos objetos de pesquisa, sejam eles pessoas, grupos, etc. (BRUYNE et al., 1977)

O campo epistêmico refere-se ao conhecimento científico: as teorias, as reflexões epistemológicas, a metodologia, as técnicas de pesquisa. É o campo mais próximo da pesquisa científica onde o pesquisador procede a escolhas teóricas, epistemológicas, técnicas no seio da própria tradição de pesquisa. O campo epistêmico contém elementos de outras tradições de pesquisa, generalizáveis e importáveis, sobre determinada condição de vigilância pela necessidade particular da pesquisa. (BRUYNE et al., 1977)

O campo doxológico assinala o saber não sistematizado das evidências da prática cotidiana, de onde é necessário esforço para identificar o problema para prática científica. É o campo suporte para uma linguagem comum das práticas empíricas. Uma doxologia estuda a incidência do saber sobre as práticas científicas encarrega-se eliminar contaminação muito grande pelas pré-noções vagas, imprecisas sem que se torne um jogo de espelhos. (BRUYNE et al., 1977)

O campo doxológico, o da realidade de todos os dias, da experiência e do saber pré-reflexivo, do conhecimento espontâneo e ingênuo, das sínteses passivas, é o dado primeiro da investigação a ser transformado e a ser reduzido. Processo de objetivação atua em toda a prática científica. Há três modos de abordagem dos fatos: fenomenológico - quer tente aderir mais intimamente, objetivista - quer se queira se distinguir deles radicalmente e praxiológico - quer se tente pensar a própria abordagem como parte integrante das observações para melhor controlar seu aparecimento. É uma forma de como o pesquisador pensa sobre sua prática diante dos dados recolhidos (BRUYNE, et al, 1997)

Seria, portanto, seria conveniente substituir o termo dado consagrado pelo uso na academia pelo termo apreender⁴, pois é realmente uma apreensão. O dado possibilita o abandono do solo doxológico e introduz uma região epistêmica. Para ascender ao *status* de FATOS os dados devem ser pertinentes a hipóteses teóricas e devem constituir confirmação dessa hipótese e verificar os sistemas teóricos nos quais essas hipóteses particulares inserem.

⁴ Assimilar, absorver, alcançar, perceber, captar, entender, compreender.

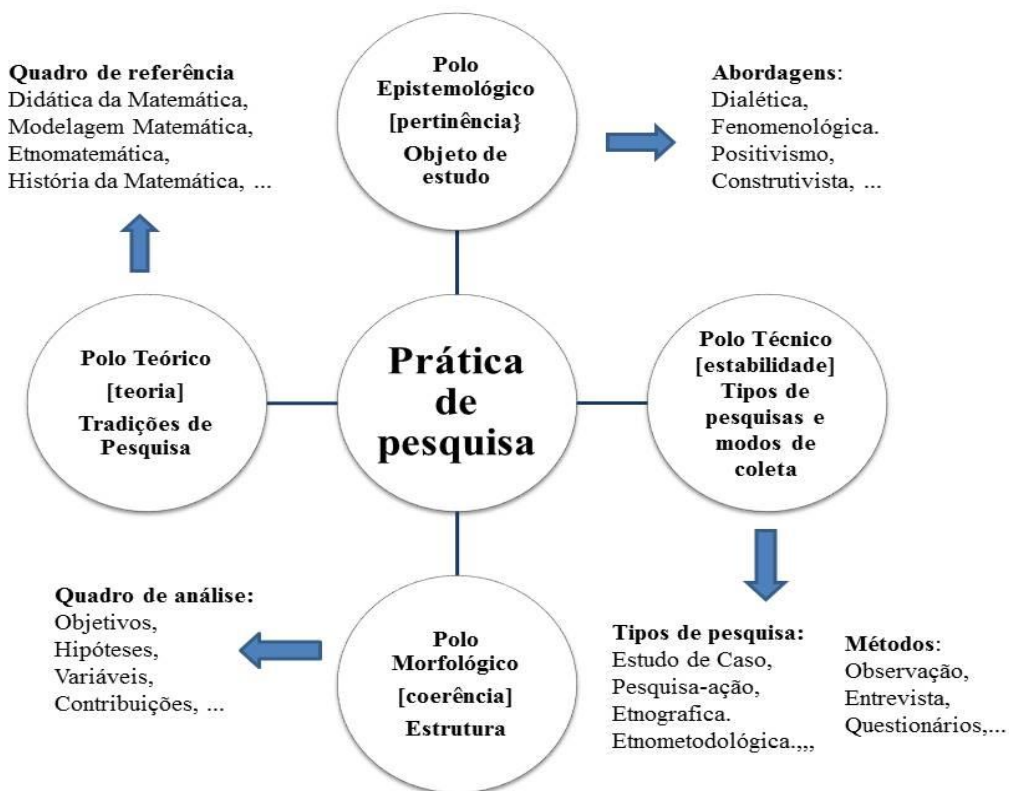
Os fatos são construídos, constatados, conquistados, sua natureza é instrumentalizada pelas técnicas que os coletaram, tomada pelo sistema teórico que os produziu/acolheu. (BRUYNE, et al, 1997)

[...] A hipótese de trabalho é colocada como se concernisse ao real; a teoria mais verdadeira é a mais eficaz para pensar os fenômenos. As teorias e os fatos não são inteiramente distintos... O que chamamos de 'fatos' não pode ser assimilado a puras observações. A evidência empírica não pode ser separada da pertinência teórica, o fato é o correlato da ideia. (BRUYNE, et al, 1997, p.204)

Esta forma de pensar pode auxiliar na formação do pesquisador em construir o seu objeto de estudo, bem como desenvolver uma análise da prática de outro pesquisado quando na sua produção científica, reconhecendo o processo como construção não linear, e abertura de novos enfoques, que leva a competência, técnica e estética. Na prática científica há uma precariedade aparente do ponto de vista metodológico quando na articulação de diferentes instâncias, de diferentes polos que determinam um espaço no qual a pesquisa se apresenta submetida a determinadas exigências internas. Estes campos são passíveis de identificação individual com limite tênue entre cada um deles e o conjunto.

Os polos são distintos dentro do campo epistêmico, ou seja, da prática científica: epistemológico, teórico, morfológico e técnico. Configura momentos separados da pesquisa, mas aspectos particulares de uma mesma realidade de produção de práticas científica. [...] Toda pesquisa engaja, explicita ou implicitamente, estes campos; cada um deles é condicionado pela presença dos outros e esses quatro polos definem um campo metodológico que assegura cientificidade das práticas de pesquisa. (BRUYNE, et al., 1997, p.35).

Figura 4 - Estrutura quadripolar da Prática de Pesquisa – Elaboração da autora



Fonte: BRUYNE, (et al., 1997).

O polo epistemológico exerce uma função de vigilância crítica ao longo de toda a pesquisa para a garantia da objetividade, da produção do objeto científico, da explicitação das problemáticas da pesquisa. Renova de forma continua a ruptura dos objetos científicos com os do senso comum. Decidir em última instância as regras de produção e explicação dos fatos, da compreensão e validade das teorias. Explicita as regras de transformação do objeto científico, critica seus fundamentos. (BRUYNE, et al., 1997)

O polo teórico guia a elaboração das hipóteses e a construção dos conceitos, formulando a sistemática dos objetos científicos. Propõe regras de interpretação de dados, de especificações e definições de soluções provisórias dadas aos problemas. O lugar de elaboração das linguagens científicas que determinam o movimento do conceito trabalhado na pesquisa. Avizinha-se dos “quadros de referência” que fornece inspiração proveniente das contribuições teórico-práticas dos hábitos adquiridos. Esses quadros são principalmente o positivista, compreensivo, funcionalista e estruturalista. (BRUYNE, et al., 1997)

Polo morfológico enuncia as regras de estrutura de formação do objeto científico, impondo certa ordem de elementos. Permite colocar um espaço onde são construídos os objetos científicos seja como modelos ou cópias, simulacros ou reais. Suscitam diversas

modalidades de quadros de análise, diversos métodos de ordenação dos elementos constitutivos dos objetos científicos: a tipologia, o tipo ideal, o sistema, os modelos estruturais. (BRUYNE, et al., 1997)

O polo técnico controla a coleta de dados, constata, confronta com a teoria que os suscitou, exige precisão na constatação, mas sozinho não garante sua exatidão. Avizinha-se aos modos de investigação particulares: estudo de caso, estudos comparativos e experimentais, etc. Indicam as escolhas práticas pelas quais os pesquisadores optm por um tipo particular de encontro com os fatos. (BRUYNE, et al., 1997)

Necessário situar todos os aspectos em um quadro mais amplo que permitisse compreender os mecanismos do pensamento metodológico de pesquisa em Educação Matemática. Questionar se os dados pressupõem sempre esquemas conceituais carregados de teoria, também é necessário. Necessário também perguntar quando a construção do objeto de estudo esta acabada. A rigor, a pesquisa em Educação Matemática requer afirmar incessantemente um conjunto de práticas específicas para atingir fundamentos válidos através de procedimentos epistemológicos, teóricos, morfológicos e técnicos disponíveis e adequados para o estudo do fenômeno pesquisado.

Para dialogar sobre metodologia é necessário situar o lugar do campo de pesquisa concebido como lugar de trabalho do pesquisador. O campo de pesquisa é o lugar prático da elaboração dos próprios objetos de pesquisa. É essencial situar a pesquisa em um campo epistêmico, um campo científico, ou seja, visar uma objetividade que é uma condição a integralidade das exigências metodológicas à prática científica. (BRUYNE, et al, 1997)

A metodologia é simultaneamente uma lógica e uma heurística. [...] não é redutível a uma reflexão *a posteriori* sobre os resultados da pesquisa científica. [...] tende a analisar os procedimentos lógicos de validação e a propor critérios epistemológicos de demarcação para as práticas científicas (lógica da prova) e, [...] examinar o próprio processo de produção dos próprios objetos científicos (lógica da descoberta). [...] deve abordar as ciências sob o ângulo do produto delas – como resultado em forma de conhecimento científico – mas também como processo – como gênese desse próprio conhecimento. (BRUYNE, et al, 1997, p. 29)

Para discernir o papel da pesquisa convém distinguir duas funções da própria epistemologia. Como metaciência são as reflexões sobre os princípios, os fundamentos, a validade da ciência. Com o caráter intracientífico apresenta um polo intrínseco à pesquisa científica.

[...] o desenvolvimento das ciências exigem uma metodologia que não seja fixista, que não pretenda reger as ciências a partir de fora, mas uma

epistemologia ligada à própria produção da ciência, feita pelos próprios pesquisadores [...] sempre aproximada das outras epistemologias [...] esta concepção de epistemologia como reflexão, vigilância interna da ciência sobre seus procedimentos e seus resultados, é a única que respeitará o caráter constantemente aberto das ciências sem lhes impor dogmaticamente exigências ilusórias de fechamento. (BRUYNE, et al, 1997, p. 41)

Qualquer definição de epistemologia é possível, mas não significa dizer que essa “metaciência” tenda para uma compreensão absoluta das ciências. Entretanto, antes é necessário dizer que certo saber ligado à produção científica torna-se possível a partir da reflexão epistemológica. Porque,

A epistemologia estabelece as condições de objetividade dos conhecimentos científicos, dos modos de observação e da experimentação, examina igualmente as relações que as ciências estabelecem entre as teorias e os fatos. [...]. A epistemologia deve submeter à noção de ciência a um estudo crítico. Isso se torna claro, se se considera que os grandes problemas epistemológicos nascem a partir das crises nas ciências, de questionamento não de seus resultados, mas de seus fundamentos. (BRUYNE, et al, 1997, p. 41, 42)

Para legitimar novos pontos de vista e reestruturar os quadros teóricos, a reflexão epistemológica se impõe, a reflexão dos próprios pesquisadores sobre os instrumentos disponíveis para superar crises, revendo a pertinência dos conceitos, das teorias e dos métodos diante do problema que é objeto de sua investigação. Há também um motor interno que enriquece com múltiplas reflexões epistemológicas internas elaboradas na e pela prática das ciências regionais, para atender a cada ciência em particular. A epistemologia tem uma função de vigilância crítica na pesquisa. O processo do conhecimento científico é uma constante aproximação de uma validade menor a uma validade superior (BRUYNE, et al, 1997).

A constituição de uma epistemologia geral é resultado da articulação de epistemologias internas que se fecundam mutuamente. Na epistemologia geral a pergunta não é que o conhecimento científico encarado como um todo, mas pergunta-se como aumentam os conhecimentos considerados em sua multiplicidade e sobretudo na diversidade de seus desenvolvimentos respectivos. Os métodos da epistemologia são necessariamente múltiplos, por exemplo, para apreciar os fatos o método histórico-crítico, para apreciar as regras, os procedimentos da lógica, para estudar os modos de desenvolvimento do conhecimento, as operações concretas do pensamento cognitivo o método psicológico de Piaget. (BRUYNE, et al, 1997)

A epistemologia, portanto, é polo essencial da pesquisa. Situa-se de imediato numa *lógica de descoberta* quanto de uma *lógica de prova*. Tanto o modo de produção do conhecimento, quanto seus procedimentos de validação são de seu interesse. Metodologia

para os quais a epistemologia é motivo para confiar, na exatidão e na pertinência de suas pesquisas, deve apreender a ciência como um processo vivo não como sequência, e não como um produto. (BRUYNE, et al, 1997)

Os pesquisadores estão na base de um processo científico e encontrarão na reflexão epistemológica não apenas fundamentos para assegurar o rigor, a exatidão, e precisão de procedimentos, como também preciosas indicações que guiam a indispensável imaginação da qual deverão dar provas para evitar os obstáculos epistemológicos e para conseguirem progredir o conhecimento dos objetos que investigam. Os pesquisadores se apoiam em considerações formais, saídas da lógica, e em considerações concretas, ligadas à história de suas práticas e de seu domínio científico (epistemologia interna), à história do conjunto das disciplinas científicas (epistemologia geral). (BRUYNE, et al, 1997).

Essa epistemologia interna “nasce de algum modo sob os próprios passos do cientista... ela é exigida por problemas que se colocam no próprio interior da ciência”. O pesquisador como *prático* se refere forçosamente a uma epistemologia interna específica: como *metodólogo*, coloca-se, além disso, questões de epistemologia geral que só pode ajudar o bom andamento de sua pesquisa. A epistemologia interna e/ou geral não se deve limitar análise da linguagem científica, pois se reririam a ciência como produto; [...] nem deve ser condireada como uma ciência particular do homem o que reduziria a tarefas de sócioanálise. (BRUYNE, et al, 1997, p.45)

O objetivo da epistemologia é justamente o de fornecer regras às ciências particulares. Entretanto, ela encontrará nos resultados desta ciência instrumentos úteis para suas próprias tarefas tanto de natureza polêmica quanto de consolidação de conhecimento científicos. Portanto, a natureza particular do polo epistemológico na abordagem metodológica, é considerada como motor interno, obrigatório da prática de pesquisa do pesquisador que, conscientemente ou não se coloca questões epistemológicas porque pode ajudá-lo a resolver seus problemas práticos e a elaborar soluções teóricas válidas. (BRUYNE, et al, 1997)

O progresso da pesquisa e o da elaboração teórica não é apenas paralelo, mas indissociável. Este progresso não consiste apenas numa acumulação de fatos, mas em uma mudança qualitativa na estrutura dos sistemas teóricos. Não é possível negligenciar o pólo teórico, pois a teoria não formula apenas o que sabemos, mas também nos diz o que queremos saber, isto é, nos dá as perguntas cuja resposta procurou. O processo científico não vai dos “dados” à teoria, mas parte de determinadas informações, mediatizadas por uma problemática, para uma formulação epistemológica de problemas e, em seguida, desses problemas para um corpo de hipóteses que forma a base de toda teorização. (BRUYNE, et al, 1997)

Função da teoria concebida como parte integrante do processo metodológico, é a de ser o instrumento mais poderoso da ruptura epistemológica face às pré-noções do senso comum, devido ao estabelecimento de um corpo de enunciados sistemático e autônomo, de uma linguagem com suas regras e suas dinâmicas próprias que lhe asseguram um caráter de fecundidade. A teoria assim concebida impregna todo processo concreto de pesquisa, é imanente a toda observação empírica; toda experimentação, no sentido mais amplo de confronto com o real, é uma questão colocada ao objeto real sobre o qual se baseia a investigação, em função a teoria construída para apreendê-lo. (BRUYNE, et al, 1997, p. 102)

Quando uma teoria trabalha mais em uma justificação, que é o papel da epistemologia, que na preparação minuciosa do confronto com os fatos experimentais, esta pseudoteoria torna-se ideologia que é a tentativa de conservação e justificação de uma ordem estabelecida, conceitual e/ou material. A teoria deve implicar a pesquisa empírica a confrontação com o real que ela se esforça a apreender, deve ser concebida, portanto, em função da pesquisa, na direção da experiência real na qual ela confronta os fatos que ela própria suscitou com seus sistemas de hipóteses. (BRUYNE, et al, 1997)

Marcar o lugar da teoria integrada na pesquisa é indispensável para o pesquisador porque denuncia toda a visão dicotômica entre teoria e pesquisa. Colocar *a priori* os “dados” sobre o pretexto de recusar *a priori* as hipóteses, proposições e conceitos apropriados, acarreta abster-se da formulação de uma boa teoria. A teorização inicia quando começa a pesquisa na marcação explícita da posição dos objetos de pesquisa comandada pela pertinência, coerência e a verificação das teorias. Como polo interno do campo metodológico, a teoria deve realizar a ligação entre o contexto da prova e da descoberta. (BRUYNE, et al, 1997)

Contexto da prova é aquele no qual levantamos a questão de saber se aceitamos ou rejeitamos as hipóteses e as teorias, sem nos preocuparmos com a maneira pela qual descobrimos e testamos essas hipóteses e essas teorias. O contexto da descoberta é aquele no qual nos perguntamos como encontramos como construímos nossas hipóteses e nossas teorias; eis aí, evidentemente, um contexto que a reflexão metodológica não pode deixar de lado sem condenar a um formalismo pouco compatível com a função heurística que toda metodologia consequente deve promover. (BRUYNE, et al, 1997, p.108-109)

Estes contextos introduzem uma distinção cuja própria pertinência relativa. As teorias são escolhidas ou rejeitadas por razões estranhas a toda lógica da prova, sendo que o caráter coercitivo de paradigmas, de hábitos metodológicos é que desempenham o papel de seleção. (BRUYNE, et al, 1997)

É necessário distinguir o papel das grades hipóteses que são as formulações não sistematizadas de problemática e das hipóteses de trabalho que são modalidades particulares mais rigorosas das soluções teóricas trazidas conjecturalmente a essas problemáticas. Os

objetivos da teorização são diversos, quer se trate de explicação de fatos, de predição por derivações de consequências testáveis de um corpo de hipóteses, de modelização que fornece um quadro heurístico à pesquisa. A teoria pode ser aprendida como atividade ou como produto acabado, sendo necessário então, antes de descrever a dinâmica da teorização, analisar suas condições e seu material. (BRUYNE, et al, 1997)

A teoria é formulada em uma linguagem simbólica e nessa medida comporta conceitos do tipo “semântico” que se referem a aspectos dos fenômenos, e conceitos de tipo “sintático” cujo papel é o de articular outros conceitos. Os níveis semânticos e sintáticos são aspectos indissociáveis dos sistemas teóricos, que tomam a forma de sistemas de proposições de corpos e sistemáticos de hipóteses. Dois aspectos fundamentais se destacam da teoria: o conceitual que é o aspecto da explicitação do sentido e o proporsicional que é o aspecto de formulação lógica. (BRUYNE, et al, 1997)

A formulação obedece ao princípio da redução que manipula um objeto teórico claramente delimitado, já a explicitação obedece ao princípio de compreensão, que dar as hipóteses de pesquisa sua pertinência mais ampla. Exigências complementares é sempre dialeticamente presente em toda teorização. A formulação é o aspecto sintático como articulações de proposições segundo regras de derivação lógica: a formulação é o pré-requisito da testabilidade da teoria. A explicitação é o aspecto significativo comportam conceitos cuja compreensão é “evidente” a dependência de toda a teoria para com sua problemática. (BRUYNE, et al, 1997)

Como quadro de formulação a teoria comporta um sistema de proposição e obedece ao critério de coerência formal exigido por uma concatenação, uma coligação de todas as proposições da teoria em um corpo articulado e não contraditório. A força demonstrativa e operatória das teorias é seu caráter sistemático, que é a garantia da eficácia e da compreensão científica do real. A teoria funda um corpo de hipótese metodicamente construída visando à prova experimental, visando o confronto com a realidade das informações recolhidas. (BRUYNE, et al, 1997)

O caráter sistêmico da teoria é garantido pela resistência explícita de um corpo sistemático da hipótese, definidas tanto pela coerência do que ele estabelece quanto pela coerência do que exclui, pode dar à experimentação seu pleno poder de contradição apresentando-lhe um corpo de hipóteses sistemático que está exposto por inteiro em cada uma dela. A prática teorica deve ser consciente sem cair na obsessão de pensar tudo tanto no nível da definição dos conceitos quanto na aplicação das técnicas, pois paralisa toda a pesquisa. (BRUYNE, et al, 1997)

A dinâmica da teoria, como prática metodológica pode ser descrita como o resultado da interação dos pólos da pesquisa. A teoria apresenta assim três maneiras complementares. No epistemológico a teoria é um conjunto significativo pertinente a uma problemática da qual ele apresenta uma solução válida, exige a pertinência. No polo morfológico, a teoria é um conjunto coerente de proposições que fornecem um quadro explicativo e compreensivo, exige a coerência. No polo técnico, a teoria é um conjunto de hipóteses falsificável e testável, exige testabilidade, é um lugar de confluência com os outros polos. A noção de validade remete à pertinência do sistema teórico. As três exigências condicionam o valor das teorias – a validade concerne o domínio formal, a verdade o domínio natural ou factual. Uma teoria válida é ao mesmo tempo falsificável, coerente e pertinente. (BRUYNE, et al, 1997)

Se a teoria é o lugar da formulação da problemática, o polo morfológico é o lugar da objetivação. Este polo representa o plano de organização dos fenômenos, os modos de articulação da expressão teórica objetivada da problemática de pesquisa, ao mesmo tempo é quadro operatório, prático, da representação, da elaboração da estruturação dos objetos científicos. A função do polo morfológico da pesquisa é a complementariedade e indissociabilidade: a exposição, a causação, a objetivação. (BRUYNE, et al, 1997)

Este polo pode ser visto como um desdobramento de teses ou acontecimentos, de conceitos ou de proposições, de fatos ou de leis, etc. A conceituação harmoniza-se com a abstração e a formalização. O modo de articulação do sentido se revela no próprio estilo pelo qual o pesquisador exprime seus resultados, frequentemente correlato a sua prática metodológica. Ao polo morfológico cabe apenas a função metodológica de fornecer uma configuração arquitetônica. (BRUYNE, et al, 1997)

O espaço morfológico pode se desdobrar em vários planos para acolher a construção de modelos teóricos que se referem a modelos que descrevem estado das coisas. O modelo para uma teoria expõe certas regiões particulares de uma teoria que os englobam e lhes dá sentido. A categoria de rede morfológica permite situar problemas específicos desta forma:

1. Sistema x processo: sistema é uma totalidade parcial recortada sobre a rede e conectada com outras totalidades, com outros sistemas, ele supõe um funcionamento autônomo. Processo é o desdobramento linear da rede, segue uma progressão sequencial lógica e/ou cronológica, interativa ou reiterativa. A temporalidade do sistema é sincrônica: tudo funciona ao mesmo tempo, enquanto que um processo os acontecimentos se encadeiam sucessivamente.
2. Totalidade global x totalidade parcial: refere-se ao nível de análise. O pesquisador visará na totalidade global identificará o conjunto da rede com o objeto de pesquisa,

visará uma totalidade parcial se procurar definir um conjunto em seu meio, se destacar outras totalidades parciais conectadas com a totalidade global. Diversos processos interconectados podem representar o aspecto de funcionamento de um sistema.

3. Continuidade x descontinuidade: relacionado à causação. Causação é a operação que permite que algum acontecimento, efeito, situação fato, aconteça sobre certas condições teóricas determinadas. A causação continua implica a explicação de todo o fenómeno pelo mesmo corpo de teoria. Supõe uma conexão sem corte, unitemporalidade da dedução. A causação descontínua recorre às diversas teorias que podem até ser contraditórias. Admite rupturas, patamares diferentes de interpretação, níveis de explicação que não são extrapoláveis para outros níveis.

O polo morfológico tem um papel regulador ao favorece crítica intersubjetiva dos pesquisadores na prática de pesquisa. Este polo possui uma característica com dois modelos amplos que visa uma cópia real da problemática ou um simulacro desta problemática. A cópia é a representação do objeto da pesquisa concebida como exploração detalhada, transcrição fiel, expressão bem fundada e adequada. É a expressão científica de uma metáfora. Simulacro é construção, autoprodução do objeto científico que “inventa” a si mesmo. Subverte um domínio problemático esforça-se para produzir um novo sentido, é instrumental, contém potencialidades fecundas de produção original de sentido, pois contém suas próprias regras de construção, é auto-regulado. (BRUYNE, et al, 1997)

O polo morfológico é definido por três características: exposição, causação e objetivação. Um polo com autonomia que só tem sentido nas suas relações com o conjunto das abordagens metodológicas epistemológicas, teórica e técnica. Trata dos procedimentos de coleta das informações em dados pertinentes a problemática geral, tem a função de circunscrever fatos em sistemas significantes por protocolos de evidenciação experimental desses dados empíricos. (BRUYNE, et al, 1997)

As operações técnicas de coleta (conforme tabela 4, 5 e 6) efetuam transformações específicas das informações coletadas, do mesmo modo as operações técnicas de seleção dos dados implicam processos teóricos de redução a um objeto de conhecimento verificável. Existem graus de ruptura epistemológica que vão do trabalho de observação das informações, da seleção dos dados, à redução fática operada pela especificação e pela interpretação teórica.

Tabela 3 – Técnicas de coleta: entrevista e questionário

Modos de coleta	Tipos de informações	Escolhas técnicas	Obstáculos (a minimizar)	Vantagens relativas
I – pesquisa por				
a) entrevista (oral):	- fatos observados e/ou opiniões expressas sobre:	- seleção dos informantes (aptos e dispostos a responder):	- barreira para comunicação;	- incitações a responder
- estruturada (protocolo fixo);	os acontecimentos	amostras;	relação artificial;	(acolhimento, desejo de comunicar, etc.)
- livre, sobre um tema geral;	os outros	respondedores	- mecanismos de defesa (fuga, recusa, racionalização, conformismo, etc.)	- quantidade e qualidade
- centralizada num tema particular (lista-controle)	a própria pessoa	“representativos”; pessoas “competentes”	- estado de informação aleatório dos respondedores;	aumentadas das informações, problemas mais
- painel, entrevistas repetidas;	- mudanças de atitudes, de influências;	(<i>keyinformants</i>)	- subjetividade;	complexos ou mais
- em profundidade indireta	- evoluções dos fenômenos;		- disparidade entre declarações e comportamentos	carregados afetivamente;
	- significações das respostas;		- inadequação dos conceitos como real, dificuldades de linguagem, incompreensões.	flexibilidade.
	- conteúdo latente			
b) questionário (escrito)		- formulação das perguntas (para a e B);	<i>Idem</i>	- economia;
		fechadas (escolhas das respostas reduzida);	desvios devidos à rigidez; exame e ordenação mais	- uniformidade;
		abertas (conteúdo e forma das respostas deixadas à escolha);	difíceis	- anonimato;
		pré-formadas (compromisso entre perguntas fechadas e abertas).	interpretação delicada, risco de erro; custo mais elevado	- facilidade de exame;
				- filtragem das perguntas;
				- respostas mais complexas.

Fonte: BRUYNE (1977 p.211,212)

Tabela 4 – Técnicas de coleta de dados: observação

Modos de coleta	Tipos de informações	Escolhas técnicas	Obstáculos (a minimizar)	Vantagens relativas
II – OBSERVAÇÕES a) observação direta, sistemática (observador externo)	<ul style="list-style-type: none"> - caracteres ou propriedades de um número de acontecimentos ou unidades (distribuições, frequências); - vários caracteres ou propriedades da mesma situação ou do mesmo objeto; - ações constatadas, explicações recebidas, significações referidas; - incidentes ou histórias, fatos recorrentes. 	<ul style="list-style-type: none"> - definição dos objetos a serem observados e das unidades - amostragem representativa; - contagem; - seleção dos dados; - monografia ou etnografia (pequena amostra, massa de observações); - necessidade de sistematizar as anotações (categorias, escalas) 	<ul style="list-style-type: none"> - manifestações sensíveis (sinais a serem interpretados); - diversidade de objetivos de níveis da observação; - quadro de referência “sobre-determinante”; - sujeito observado comportando-se de modo diferente do pensamento; - condutas ambíguas; - imprecisão, acúmulo inútil dos dados; - observação intencional; interpretação <i>export</i> das notas 	<ul style="list-style-type: none"> - intervenção mínima do pesquisador
b) Observação participante (observador conhecido ou oculto)	<ul style="list-style-type: none"> - fatos tais como são para os sujeitos observados; - fenômenos latentes (que escapam aos sujeitos mas não ao observador) 	<ul style="list-style-type: none"> - entrevista “ao vivo” durante o acontecimento e observação quer direta, quer por pessoas interpostas (informantes “colegas”); - relação face a face durável, ativa ou não (ver, escutar, compartilhar); - observador simultaneamente separado e implicado; - capacidades necessárias ao pesquisador: intuição, imaginação, percepção dos problemas 	<ul style="list-style-type: none"> - recusa possível do observador; ou - integração e socialização excessivas; - o acontecimento que interessa frequentemente é fortuito; - problemas de ética. 	<ul style="list-style-type: none"> - participação máxima do pesquisador; - relação menos artificial.

Fonte: BRUYNE (1977 p.212,213)

Tabela 5 – Técnicas de coleta de dados:

Modos de coleta	Tipos de informações	Escolhas técnicas	Obstáculos (a minimizar)	Vantagens relativas
III – ANÁLISE DOCUMENTAL Fontes: privadas ou oficiais (arquivos, relatórios, estatísticas, direta ou indiretamente pertinentes, referindo-se à instituição ou à situação estudadas)	- fatos, atributos, opiniões, comportamentos, evoluções, tendências (exploração, pré-pesquisa; verificação de hipóteses)	- análise qualitativa do conteúdo: necessidade de uma crítica histórica; autenticidade, valor; motivos e condições do estabelecimento do texto - análise de conteúdo quantitativa: escolha dos textos (amostragem); descrição quantificação do texto; determinação das unidades	- dificuldade de acesso (segredo) - dificuldade de interpretação (sentido das palavras, contexto,...) - “reemprego” numa perspectiva de pesquisa; - o importante nem sempre está escrito.	- instrumentos “não reativos”; - economia de tempo e de dinheiro

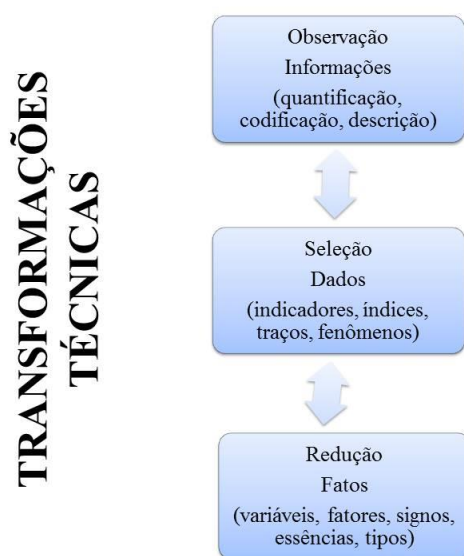
Fonte: BRUYNE (1977, p.214)

De forma rigorosa a *descrição* tomará do método fenomenológico a intuição dos fenômenos e a visão/construção das essências e dos tipos. A *codificação* é uma operação particular realizada por certas pesquisas estruturalistas que se inspiram na linguística decompondo o seu objeto em unidades discriminantes não significativas, os traços, para destacar conjuntos significativos que são os signos. A *quantificação* apresentada sob a forma de indicadores que reunidos por mediação conceitual fornece índices globais. (BRUYNE, et al, 1997)

Sumariamente, duas grandes categorias de dados podem ser distinguidas: as informações agregadas e as informações globais. As informações agregadas estão baseadas junto a membros individuais da classe estudada baseada em uma população ou amostra dessa população. O risco é o de obter indicadores excessivamente naturais (falta de ruptura epistemológica) e a tendência de contentar-se com um só item, com uma só informação, ou só se chega a descrições superficiais. Os indicadores globais são baseados em observações guiadas

pelas propriedades da teoria como tal. Correspondem a enunciados empiricos que derivam das proposições de referência, mas raramente ou nunca são encontrados no estado natural, facilmente disponíveis. (BRUYNE, et al, 1997)

Figura 5 - Transformação técnica



Fonte: BRUYNE (1977, p.207)

As técnicas de coletas servem ao processo metodológico em sua dinâmica global multipolar. O metodológico não é redutível ao técnico. A coleta dos dados apóia-se em uma gama de técnicas cada uma satisfaz a uma regra própria de utilização. Podem e devem existir várias técnicas em uma mesma pesquisa, disponíveis, acessíveis conforme seu objeto de investigação. A escolha e organização da coleta pressupõem de algum modo os elementos de interpretação e de explicação possíveis dos fatos que elas constituirão. Por conseguinte, um dado só tem utilidade ou pertinência em relação à problemática, com uma teoria e com uma técnica, em suma com uma pesquisa. (BRUYNE, et al, 1997)

A coleta de dados obedece a critérios de fidelidade e de validade, além dos critérios de qualidade (exatidão, precisão dos dados) e de eficiência (custo da informação). Sua validade levanta questões de natureza epistemológica sobre o valor dos processos de coleta e dos próprios dados; ela remete às transformações técnicas da informação, pode ser controlada de um ponto de vista puramente técnico pela colocação em correspondência dos resultados obtidos com aqueles fornecidos por outros processos experimentados. A fidelidade da coleta significa rigor no emprego do processo. (BRUYNE, et al, 1997, p.210)

O coeficiente de fidelidade de uma técnica é estabelecido em uma correlação entre duas séries de medidas tomadas com o mesmo instrumento sobre a mesma amostra, ou em correlação de duas series de medidas feitas sobre os mesmos sujeitos em épocas diferentes, ou em duas medidas feitas sobre os mesmos sujeitos por observações diferentes. (BRUYNE, et al, 1997)

Vários modos de pesquisa oferece escolha metodológica, de resto pode combinar e reforçar seu emprego a depender o objeto de pesquisa, do estado de conhecimento, e o que pesa sobre o projeto de pesquisa.

Uma Revisão Sistemática Integrativa, assim como outros tipos de revisão, utiliza como fonte de dados à literatura sobre determinado tema. Neste trabalho, a RSI é utilizada para nortear o conhecimento com relação às metodologias de pesquisa utilizada pelas teses. O método quadripolar surgiu da discussão sobre a possibilidade de existir um método específico para fenômenos sociais. Um ensaio epistemológico centrado na prática. Com os quatro polos articulados que difere entre si, mas em instâncias metodologicas com exigencias próprias.

Trata-se de buscar direcionamento e pensar cientificamente propondo métodos que permitam investigar com profundidade o tratamento da Metodologia de Pesquisa em Educação Matemática. Temos assim, a emergência de uma perspectiva que tende a fusão de métodos para estudo e adequação de uso nas pesquisas em Educação Matemática. Neste sentido, o aperfeiçoamento do trabalho com Revisão Sistemática Integrativa e Metodologia Quadripolar para a Prática de Pesquisa pode vir a ser um modelo de compreensão de indicação a qualidade epistemológica de abrdagem, de compreensão acerca do papel da teoria, bem como a análise e interpretação dos dados.

A análise do tratamento dos dados nas teses indicou que pode ser trabalhado com outras tradições de ésquisa da área, resguardando suas questões episemológicas. Oferecer este trabalho para a comunidade significa dizer que novos pesquisadores podem vir a ser iluminados por estas ideias e pesquisadores mais experientes podem refletir sobre sua prática.

APÍTULO 4

C ANÁLISE DO TRATAMENTO DAS TESES EM DIDÁTICA DA MATEMÁTICA

Em Didática da Matemática as práticas são ao mesmo tempo, condição e objeto de estudo. A Didática da Matemática apresenta-se então, como o estudo de tais condições na forma de projetos e de realizações efetivas nestas práticas. Nesta tradição de pesquisa, como em todas, há uma necessidade de explicitação de conceitos métodos que são submetidos a exigências de verificação de coerência e de adequação à contingência específica na comunidade onde está inserida.

Entretanto, é necessário atender as especificidades da tradição de pesquisa onde se deseja pesquisar, a comunidade onde a tradição está inserida. Embora esta colocação dê o tom de obviedade, não é, uma vez que cada tradição de pesquisa em Educação Matemática pode vir a ter sua própria visão sobre pesquisa. Neste sentido, discute-se sobre critérios de qualidade para a pesquisa em Educação Matemática, o papel das escolhas epistemológicas do pesquisador, a visão de ensino-aprendizagem, garantindo as especificidades de cada tradição, torna-se cada vez mais emergente.

Quando a questão é qualidade duas questões ganham visibilidade. Uma questão são os critérios delineados pelo pesquisador que o levou a optar por uma fundamentação teórica e metodológica quando diante de seu objeto de estudo. E, a outra questão é a condução (ou refinamento) proposta pelo pesquisador desde a coleta de dados, até a apresentação dos resultados. Estas questões estão conectadas, e ficam evidenciadas na prática do pesquisador.

A qualidade da pesquisa pode ser delineada no domínio da clareza da questão de pesquisa, no interesse, no significado que a pesquisa apresenta, na relevância, na profundidade intelectual que possibilita oferecer numerosos *links* para outras questões, originalidade que abre novas perspectivas para outros conhecimentos, e pesquisável no sentido de potencialmente oferecer respostas sentido de uma abordagem escolar ou científica. (NISS, 2010)

A pesquisa em Educação Matemática consiste em contribuições baseada em diversas áreas como Psicologia, Filosofia, Lógica, Sociologia, Semiótica, Antropologia, História, dentre outras, que são relacionadas com teorias e práticas. É fundamental para o pesquisador a compreensão da teoria por ser uma poderosa ferramenta em sua prática. As considerações

epistemológicas na pesquisa em Educação Matemática sendo central em metodologia de pesquisa indica uma atitude potencial reflexiva e ativa na prática de futuros pesquisadores da área.

O *insight* central desta questão é não considerar a metodologia de pesquisa como lugar comum. Reivindica-se, portanto, analisar *a Metodologia de Pesquisa em teses produzidas em programas brasileiros que versam sobre Didática da Matemática?* Para responder esta questão estabeleceu-se um período de 10 anos compreendido entre 2005 a 2015. Acredita-se que, em um período atual consegue-se chegar a um panorama que permite analisar o tratamento de teses na tradição de pesquisa Didática da Matemática.

O primeiro ponto a ressaltar é a dificuldade para encontrar um banco de tese cuja forma de inclusão e exclusão seja clara e efetiva a ponto de com rigor e estabelecimento de parâmetros na busca possa se obter o que é desejado. O segundo ponto, é o desconhecimento por parte do pesquisador com relação a determinados assuntos que são catalogados dificultando o acesso à produção acadêmica. Trata-se aqui da clareza e precisão do um instrumento que evidenciou vários assuntos diferentes para Didática da Matemática em várias teses com apenas 20 teses efetivas de Didática de Matemática na visão da autora desta tese (ver capítulo 4). Diz-se por efetiva, colocando como parâmetro a leitura de cada resumo de forma minuciosa e atenta, identificando ideias já estabelecidas na tradição da Didática da Matemática.

Apresenta-se uma estrutura de tópicos que compõe a Revisão Sistemática Integrativa que favoreceu o estudo e acompanhamento do tratamento de análise. Para cada tese um protocolo de revisão e a luz dos Critérios de Qualidade da Pesquisa. Ou seja, para cada uma das 20 teses coletadas, foi desenvolvido um protocolo de revisão e de análise explicado e apresentado no capítulo 4 sobre Metodologia de Pesquisa. Após o protocolo, cada tese tem sua análise de tratamento baseado nos critérios de qualidade. Na sequência, o quadro de teses e suas evidências com a finalidade de apresentar quais as metodologias de pesquisas mais utilizadas. E, por fim, é desenvolvida uma análise geral da prática de pesquisa do Educador Matemático, que pesquisa Didática da Matemática, iluminada pela Metodologia Quadripolar da Prática de Pesquisa.

Explica-se, no entanto que, que desenvolvendo cada protocolo de revisão, e consequentemente analisando-os, há um esvaziamento de interpretações para cada uma das teses selecionadas, observação por parte da autora desta pesquisa, devido à falta de clareza na delimitação do objeto de estudo, diferentes e divergentes concepções para Metodologia de

Pesquisa e Metodologia de Ensino, falta de clareza na explicitação da concepção epistemológica, fundamentação teórica e metodológica com pouco detalhamento e aprofundamento, e ausência de evidência das variáveis da prática de pesquisa. Entretanto, considera-se a tomada de decisão dos estudos de extrema importância, e alguns com pouca produção na área.

Deixa-se claro, portanto, que cada tese aqui analisada, assim como esse trabalho que a autora desta tese apresenta, que a tomada de decisão em uma pesquisa não determina uma decisão de qualidade, mesmo que assim, aconteça. Isso acontece devido à falta de consenso na comunidade em Educação Matemática sobre os Critérios de Qualidade na prática de pesquisa.

4.1 Uso dos protocolos de revisão

O movimento para a educação baseada em *evidência* parte de pesquisas semelhantes na área de saúde. No final da década de 90, no Reino Unido, começou a ser criado um perfil baseado em evidências na formulação de políticas na Educação e nas Ciências Sociais. O impeto para este intento aconteceu nos debates sobre valores e métodos na pesquisa educacional. Várias críticas foram feitas à comunidade de pesquisa educacional, no que tange a falta de rigor científico, sobre a qualidade da pesquisa e relevância dos resultados. Cresce o movimento em saúde, nesta mesma época, dominado pela necessidade de informar através do uso de provas rigorosas na pesquisa de decisão política. Um elemento importante no desenvolvimento da Educação baseada em evidência é a Revisão Sistemática e os seus métodos. (TORGERSON, 2003)

Em 2000, o Departamento de Educação fundou o Centro¹ de suporte para a Revisão Sistemática na pesquisa educacional, e o debate sobre evidência baseada em política e prática vêm estabilizando e avançando. Outro desenvolvimento importante na Educação e na Ciência Social identifica-se com a pesquisa experimental da educação, política e intervenção da justiça criminal. Em medicina a Revisão Sistemática está inserida na Tradição Positivista tradicionalmente associada com a meta-análise² baseada na epistemologia quantitativa. Uma vez que, o estudo deve ser replicável, confiável e credível, os julgamentos e suposições devem ser realizados de forma explícita a ponto de permitir exposição e escrutínio. Em Educação a metodologia denominada de Revisão Sistemática está sendo ampliada para que possa abranger

¹ EPPI Centre. Disponível em: <http://eppi.ioe.ac.uk/cms/>. Acesso em: 07.09.2016

² Meta-análise pode ser utilizado para aumentar a potência e precisão na medição do tamanho dos efeitos

estudos utilizando-se uma gama de métodos, tanto qualitativos, quanto quantitativos. (TORGERSON, 2003)

Os protocolos de pesquisa foram, portanto, desenvolvidos adaptados da área de saúde, cuja prática já é reconhecida, para Educação Matemática para descrever o processo de avaliação da Revisão Sistemática Integrativa que são estudos observacionais sobre as evidências. O protocolo de revisão foi desenvolvido, nesta pesquisa, para estabelecer o *background* teórico, indicar a questão de pesquisa a ser abordado, o público-alvo, os métodos utilizados, e os critérios de pesquisa empregados para inclusão e exclusão dos estudos relevantes que deve vir a ser trabalhado com antecedência. (TORGERSON, 2003)

Idealmente, para evitar erros o protocolo de revisão poderia ser concebido pela comunidade onde o pesquisador está inserido. Entretanto, desconhecendo outra pesquisa semelhante este pode ser o primeiro esforço a ser realizado na área. O protocolo de avaliação é a primeira etapa da Revisão Sistemática Integrativa. O protocolo é uma afirmação a priori dos objectivos e métodos da avaliação. A ideia por detrás da escrita um protocolo de avaliação é que a pergunta (s) de pesquisa, os objetivos e os métodos da avaliação são considerados com antecedência de identificar a literatura relevante. Ou seja, o uso de métodos que possam vir a responder qualquer questão de pesquisa proposta é evidenciado no protocolo. (TORGERSON, 2003)

Isso permite que o pesquisador empregue esforço na recuperação de dados relevantes através dos critérios de inclusão e exclusão de estudos que venha a ser à base dos seus resultados. As decisões precisam ser explícitas a ponto de permitir justificação para o desenvolvimento do protocolo e consequentemente indevidamente influenciada por seus estudos o que poderia levá-lo ao erro. Entretanto, a leitura preliminar da literatura pode vir a influenciar e aperfeiçoar o protocolo como forma de estimar o tamanho da literatura relevante. Mas, se for escasso uma revisão para uma tese, por exemplo, pode o pesquisador proceder com a alternativa de desenvolver um protocolo através de uma questão de pesquisa ampla. (TORGERSON, 2003)

As principais características da aplicação dos critérios de inclusão e exclusão é o estabelecimento a *priori* dos critérios, explícitos, aplicá-los rigorosamente e que todos os estudos recuperados a partir do levantamento de pesquisas estejam listados nas tabelas no final do relatório (juntamente com razões que justificam a inclusão e exclusão). (TORGERSON, 2003). No desenvolvimento desta pesquisa encontram-se as justificativas de inclusão e exclusão, para acompanhamento do leitor.

Análise do tratamento das teses, em um espaço metodológico quadripolar, com articulação das diferentes instâncias de diferentes polos que determinam um espaço no qual a pesquisa se apresenta como um campo de forças, determinada a seguir determinados fluxos e exigências internas da comunidade onde se insere. Em defesa desta proposição apresentam-se os dados coletados das teses a luz dos quatro polos metodológicos no campo da prática científica: epistemológico, teórico, morfológico e técnico. Estes polos não são independentes, mas são aspectos particulares da produção da prática científica. A pesquisa explícita ou implicitamente, condicionada a presença destes polos que assegura cientificidade às práticas de pesquisa. (BRUYNE, et.al., 1977)

Para Guy Brousseau, a epistemologia, portanto, seria a tentativa de identificar e unificar estas concepções epistemológicas. Assim sendo, analisa-se o todo o aparato metodológico das teses em Didática da Matemática. Chama-se atenção, em particular, para a análise do tratamento da Metodologia de Pesquisa Engenharia Didática.

Engenharia Didática tornou-se uma expressão polissêmica. Designada para as produções de ensino derivado ou baseado em pesquisas e uma metodologia de pesquisa específica com base em experimentações em sala de aula. Um didata, para gerir melhor as possibilidades disponíveis, usa a perspectiva sistêmica para ver o ensino a ser atualizado conforme seu ponto e equilíbrio que é obtido quando se analisa as restrições, as modifica e as julga como sendo o ponto mais satisfatório e viável de funcionamento. (ARTIGÜE, 1988,2002)

Neste sentido, para extensão de um determinado conteúdo de ensino as restrições são identificadas e trabalhadas, nas três dimensões. O nível epistemológico e cognitivo, em sua fase inicial, trabalha com o conceito matemático que será revisto após a primeira experimentação, quando as hipóteses, e as escolhas que nortearam as concepções foram confrontadas com a realidade. A análise das restrições didáticas permite aos didátas definir quanto de liberdade possuem para estimar o espaço de manobra onde é possível orientar essencialmente as escolhas que podem ser feitas. (ARTIGÜE, 1988,2002)

A concepção de análise *a priori* se prende a decisão de agir de certo modo com as variáveis do sistema não fixada pelas restrições. A variável de controle assume as variáveis relevantes em relação ao problema estudado, como substantivos úteis que facilitam a análise dois tipos de variáveis de controle: a variável macro didática ou global afeta a organização geral e o micro didática ou local afeta uma sessão ou fase. Um exemplo de variável macro didática é o uso do computador para auxiliar na complexidade da resolução quantitativa de

problema com solução qualitativa, em meio de uma abordagem com solução numérica. Permite que a situação seja controlada evitando representação simplista da situação. O micro didático é subordinada e compatível com as opções globais, no nível que a Teoria das Situações Didáticas realmente é aplicada. (ARTIGÜE, 1988,2002)

A experimentação são realizações produzidas em sala de aula. Para este fim, são utilizados questionários, entrevistas individuais ou em pequenos grupos, ou outros métodos que possa auxiliar na experimentação. É na confrontação destas análises *a priori* e *a posteriori* que se encontra a validação de hipóteses envolvidas na pesquisa. A *a priori* analisa a situação construída a *a posteriori* analisa a mesma situação. (ARTIGÜE, 1988,2002). Para melhor compreensão, é necessário um esforço concentrado que permita o estabelecimento de um conjunto de ideias para analisar o tratamento de teses.

Nas teses analisadas não há clareza das variáveis macro didática e micro didática na metodologia de pesquisa Engenharia Didática, nem como a escolha, por esta metodologia, interfere nas dimensões epistemológicas, cognitivas e didáticas da pesquisa. Em termos de experimentação, pensadas como realizações desenvolvidas em sala de aula, a utilização dos mais variados métodos de pesquisa e ao mesmo tempo, metodologias de ensino como Engenharia Didática, Sequência Fedathi e Sequências Didáticas gerou conflitos de informações. Neste sentido, diante de uma grande e dispersa quantidade de dados, o pesquisador parecia ter dificuldade em sintetizar a apresentação análise dos resultados, e não conseguia responder questão de pesquisa de forma clara e objetiva.

Em relação ao conteúdo matemático abordado na tese, devido sua especificidade, houve restrição na forma como foi vinculada a opção metodológica e seus entornos teóricos. Reitera-se, neste ponto, a Engenharia Didática, enquanto Metodologia de Pesquisa, potencialmente pouco explorada nos resultados apresentados na solução para estas restrições.

Em linhas gerais, de acordo com o ponto de vista da autora da tese seja com relação à prática do professor, da linguagem, de conceitos fora da matemática, de conceitos claramente matemáticos, não é explorada a validação interna da Engenharia Didática. Em contrapartida, objetos de estudo como Álgebra, Números Irracionais, Volume, Equação do 1º grau, Geometria Euclidiana, mesmo optando por outras Metodologias de Pesquisa, o comportamento metodológico era o trabalho de uma Sequência Didática, mas apontada como uma Engenharia Didática. Neste sentido, para iluminar a discussão sobre as pesquisas que utilizaram Engenharia Didática ou os seus princípios como Metodologia de Pesquisa como o

motor da didática em relação a um dos critérios de pesquisa denominado de reprodutibilidade. (ARTIGÜE, 1988,2002)

O problema da reprodução se relaciona com as seguintes questões: de melhoria local do processo; e a obsolescência de uma situação didática. A obsolescência tem relação com o que de ano a ano esta cada vez mais difícil para replicar condições suscetíveis de engenharia e produzir o mesmo resultado. A reprodutibilidade pode ser externa, dinâmica que se situa no nível da história, e a interna facilita uma situação que facilita o resultado do sentido que a obsolescência se tende a evoluir as situações didáticas da engenharia. As experimentações repetem os mesmos procedimentos e devem aparecer com as mesmas hierarquias de comparação. (ARTIGÜE, 1988,2002)

As regularidades devem aparecer o mesmo nível de procedimento, segundo Michelle Artigüe. A dinâmica de uma situação experimental de uma pesquisa permite integração de modelos de fenômenos de interação entre as dimensões observadas garantindo teoricamente uma reprodutibilidade externa de uma situação. A reprodutibilidade externa garante a identificação das variáveis e análise a priori de certa situação de estudo, seu funcionamento e o nível de complexidade da história de sua estrutura.

Por se tratar de tese que exige maior aprofundamento do pesquisador, as fases da Engenharia Didática deveriam ser privilegiadas garantindo assim maior aprofundamento na apresentação dos resultados. A ideia acima, se torna explicita quando alguns pesquisadores tentam dialogar com a comunidade sobre a demarcação do uso das abordagens metodológicas apresentando seus resultados em termos de uso da abordagem qualitativa ou quantitativa, analisando como vem sendo utilizado, com relação ao rigor e formalização metodológica, bem como a inserção do uso de múltiplos métodos em Educação Matemática.

Uma característica da conduta científica carrega em si certo ceticismo com relação às teorias e métodos mais estimados pela comunidade. Sendo assim, a honestidade intelectual consiste em especificar com precisão as condições que estamos dispostas a abandonar nesta posição, mediante a acumulação de verdades eternas. (LAKATOS, 1989)

A explicação no conflito entre Karl Popper e Thomas Kuhn no que se refere a um tema epistemológico de ordem técnica e como isso afeta os valores intelectuais fundamentais e suas implicações no chão das Ciências Sociais até os dias atuais. A metodologia de pesquisa carece igualmente as teorias, de ser provada, em graus diferentes, em relação às evidências empíricas disponíveis. Por este motivo, a honestidade científica consiste em expressar a metodologia de

pesquisa, a luz da evidência, especificada em termos de demarcação que são os critérios de qualidade da pesquisa. (LAKATOS, 1989)

Referindo-se ao imaginário de conduta científica que recai no julgamento e assim sem ética, a disposição deste trabalho assim será feito, como forma de preservar os autores, bem como buscar deduções lúcidas a partir de proposições encontradas. Deste ponto de vista, a decisão requer leitura atenta da comunidade como forma de viabilizar esta proposição. Evita-se, portanto, repetição a partir de agora dos autores que refletem este pensamento BRUYNE (et al, 1997) cuja inspiração para análise de tratamento da prática de pesquisa refere-se ao pensamento dos mesmos. O uso do protocolo de revisão foi preponderante para que as ideias acima delineadas fossem evidenciadas.



4.1 Protocolos de Revisão

Protocolo 01 /20
<p>1. Etapa: identificação pesquisa</p> <p>Qual o objeto de estudo da pesquisa? A subjetividade do professor de matemática na ação docente</p> <p>Qual o <i>background</i> da pesquisa? Investigar a vida do Sujeito Professor em relação à afetividade, atividades e experiências enquanto estudante de matemática, escolha profissional, representações pessoais, até ação docente em sala de aula. Implicar o Sujeito Professor em um processo analítico da ação docente a partir de material videografado referente s suas aulas de matemática, em dois momentos distintos. Contribuir com a reflexão sobre o uso da videografia como ferramenta importante e necessária para a formação continuada do professor de matemática partindo da experiência com o processo analítico construído acima.</p> <p>Qual a fundamentação teórica escolhida? Psicologia – abordagem valsineriana - construção da subjetividade que acontece de forma intersubjetiva - do professor de matemática, afetividade e cognição; Situação Didática; e Contrato Didático – contrato diferencial.</p> <p>Qual a questão da pesquisa? Como nos tornamos professores de matemática?</p> <p>Qual o objetivo da pesquisa? Investigar a construção do processo da subjetividade do professor de matemática em sua ação didática</p> <p>Qual a metodologia de pesquisa? Aporte valseriano de <i>frame</i> tentando se aproximar do modelo sócio ecológico</p> <p>Qual o método de pesquisa? Videografia (controvérsia quanto a possibilidade de artificialização do problema a ser investigado, mas também fornece ao pesquisador elementos detalhados da performance do sujeito mapeando,</p>

discursos, gestos, expressões, entonações, etc.)

Quais as palavras-chave?

Educação Matemática; subjetividade; professor de matemática. (díade – um par onde a individualidade de cada um é eliminada em detrimento da unidade desse par onde se organiza as relações)

Qual o público alvo da pesquisa?

Professor de matemática do ensino fundamental

Qual o tamanho da amostra?

Quatro professores sendo dois da 2ª série e dois da 5ª série

2. Etapa: controle do tratamento dos dados

Qual a base de dado escolhida?

Não se aplica

Qual o procedimento utilizado para a extração dos dados?

Análise individual do material videográfico, incluindo proposições de recortes por parte deste professor; análise de tais recortes pelas díades de educadores (cada díade formada por professores encarregados de um mesmo nível de escolaridade)

Qual o instrumento selecionado para extrair as informações?

Entrevista não-diretiva → Observação e Videografia (sala de aula – individual) → recorte, pelo professor, dos aspectos a serem discutidos nas díades - análise pelas díades dos recortes da Videografia

Entrevista (método) composta por (instrumentos): questionário de atitudes em relação a matemática; dinâmica do tempo envolvendo aspectos cognitivos e afetivos em relação ao professor de matemática; entrevista semi-diretiva sobre a paixão de forma dos professores

Objetivo de a entrevista adensar dados da história e vivência pessoal do participante em suas incursões particulares pela matemática

A videografia: em sessões individuais o pesquisador apresentava o vídeo das aulas filmadas e solicitava que fossem analisados de forma livre aspectos que considerasse importante naquele momento. Para o pesquisador a forma livre possibilitou uma abordagem da subjetividade do professor a partir de recortes reais do seu dia a dia em sala de aula e ao mesmo tempo selecionados pelo próprio professor.

Quais os dados que foram selecionados?

Professor de matemática (masculino) com cinco anos de atividade ensinam na 5ª série licenciado em

matemática; Professor de matemática (feminino) com cinco anos de atividade ensinam na 5ª série licenciado em matemática; Professora com 20 anos de tempo de atividade na 2ª série com formação em pedagogia; Professora com 19 anos de tempo de atividade na 2ª série com formação em psicologia e pedagogia.

Quais os critérios de inclusão e exclusão dos dados?

Professores de matemática (licenciatura em matemática); Professores que ensinam matemática (formação de magistério); Escolas diferentes.

Análise dos dados da tese nº 01

Nesta tese o problema de pesquisa é o questionamento “Como nos tornamos professores de matemática?” A revisão de literatura escolhida para trabalhada nesta pesquisa é a Psicologia da Educação Matemática; Cognição, afetividade, subjetividade, e travessias; Contrato Didático sob o prisma do professor; e Ciclo metodológico de Valsiner.

Para avaliar os dados, a primeira etapa foi analisar à investigação da ação docente do professor em sua historicidade. A entrevista foi utilizada para englobar as histórias pessoais e profissionais deste professor. Segunda etapa constou de videografia na sala de aula do professor para evidenciar o vínculo quando na realização da sua prática profissional. Terceira etapa foi assistir junto com o pesquisador a seu próprio desempenho em sala de aula, suas reflexões conceituais e contratuais e escolher o recorte que será analisado e discutido conjuntamente. Quarta etapa foi em diáde revisitaram os recortes videográficos analisando as construções subjetivas das suas ações.

Na Etapa 1 a entrevista apontou todas as dificuldades de realização como tempo, momento, outros afazeres, para o processo de “obtenção” dos “dados”. Na Etapa 2 na videografia o pesquisador detalha a melhor forma de posicionar a câmera, e alega que a videografia é condição vital para a pesquisa. Na Etapa 3, quando os professores assistem a sua própria videografia individualmente podem analisar com livre-arbítrio. Na Etapa 4 foi compartilhado os recortes da videografia nas díades. O fato de estar em par significa que pensar de uma forma dialógica trocas vão acontecer que se pode refletir como este se coloca no lugar daquele em relação ao conhecimento, em relação ao outro (par), em relação a si próprio, desde as ações desenvolvidas pelos alunos até as reflexões construídas nas ações que colocam para os alunos.

A redução de dados aconteceu na unidade de análise da história de vida na linha de tempo de cada professor. Por falta de tempo a pesquisadora optou por encontrar com cada

sujeito apenas uma vez. Na exibição de dados a proposição da construção analítica dos dados foi apresentada em três diferentes ordens (sem posição hierárquica de importância): 1ª correspondendo a uma análise linear do sujeito nos três momentos assinalados, compondo o percurso pessoal/individual do sujeito; 2ª relacionada as possíveis relações intradiáde, em cada um dos momentos – ou seja, os possíveis confrontos e inter-relações entre os professores; 3ª referindo-se as possíveis relações interdiádes, conectadas a partir do que foi construído nas relações da 2ª ordem. Estas questões foram tratadas em forma de esquema com entre os quatro momentos e as diádes. O material videografado foi transcrito para o momento de análise

A entrevista foi tratada como protocolos considerando que cada momento era uma unidade de texto criação de um quadro de variáveis para construção de análise dos dados e categorização. Após categorização houve cruzamento das variáveis de intersecção do tipo matriz gerando um documento do tipo **txt** transformado para **doc**. Logo após, foi construída uma tabela de documentos das entrevistas e das diádes por sujeito. O mapeamento dos sujeitos na frequência de ocorrência de unidade de texto (ut) esteve presente em cada um dos sub-nós que são partes das fontes já decodificadas. A comparação de dados não foi realizada nesta pesquisa. A conclusão do desenho e verificação (fase final) foi estudar a subjetividade e tornar o pesquisador um sujeito diferente.

A orientação dos resultados de pesquisa foram a subjetividade do professor de matemática e a síntese dos dados foi desenvolvida pela Ferramenta *Qualitative Software for Research* com criação de categorias em forma de árvore, entrevista semi-estruturada e videografia. A pesquisa contribuiu com a discussão sobre subjetividade do professor tratada a luz de um método denominado de videografia. E como implicações para a prática é considerar que a subjetividade do professor de matemática afeta o funcionamento de sua sala de aula. Mesmo que a videografia pareça artificializar a ação docente do professor. Nesta tese, a implicação para a pesquisa a subjetividade do professor passa por relações dialógicas. A subjetividade e intersubjetividade do professor de matemática estão presentes na sua ação docente. A formação acadêmica profissional impacta na subjetividade na identidade profissional e afetiva com o saber.

O objeto de estudo do pesquisador revela o interesse pela subjetividade do professor de matemática quando desempenha a ação docente por refletir sobre o lugar das emoções, afetos, e sentimentos, na constituição do nosso psiquismo. Proposta que contempla o “fazer pedagógico” ensinar e/ou aprender. O tema subjetividade é um conhecimento acumulado na

área de Psicologia amplamente discutido em várias outras áreas como indicado no site da BDTD, compondo um total de 3887 trabalhos distribuídos entre dissertações e teses. A relevância desta pesquisa está na busca do pesquisador em trabalhar subjetividade no fazer pedagógico do professor de matemática.

Examina-se a prática do pesquisador em relação ao objeto de estudo diante do esforço de argumentação nos critérios de inclusão e exclusão dos dados quando identificado o público-alvo da pesquisa – professores de matemática do ensino fundamental da 2ª e 5ª. Buscou-se identificar inferências diretas do que o pesquisador quis dizer sobre subjetividade em um espaço dialógico da prática docente do professor de matemática baseado nas entrelinhas dos achados, nas descontinuidades e contradições. Neste sentido, acredita-se que o fator tempo, dificuldade apontada pelo público-alvo, foi ponto crucial para analisar detidamente a unidade (redução dos dados) as díades e interdíades onde é extraída a ideia de subjetividade da prática docente não deu conta de buscar de forma mais profunda o conteúdo da história de vida dos atores desta pesquisa.

Pode-se dizer que o novo prisma apontado pela pesquisa foi capturar o fenômeno subjetividade em seu curso natural tal como apontado por Jaan Valsiner no processo de vir - a – ser professor de matemática identificado em sua prática docente. Entretanto, analisar tal objeto a luz do tratamento valseriana, cuja maior preocupação é a organização cultural dos processos mentais afetivos no desenvolvimento do ser humano durante sua vida, indica que tal análise requer também o recorte tempo de quando começa a escolha pela docência em matemática. Esta forma de pensar precisaria estar clara no trabalho.

O pesquisador usou uma variedade de métodos para refinar o tratamento dos dados. A videografia aconteceu em sessões individuais, nas aulas do professor, buscando captar a sua subjetividade no tempo real onde a prática acontecia. Depois o ator volta para a videografia para análise as díades em termos de entrevista após assistir individualmente sua própria prática. A entrevista, não diretiva, recorte das díades dos recortes da videografia. A entrevista foi composta por questionários de atitudes em relação a matemática, dinâmica do tempo envolvendo aspectos cognitivos e afetivos em relação ao professor de matemática, e entrevista semi-diretiva sobre a paixão por matemática. A arrumação no que diz respeito ao refinamento de métodos para criação de categorização foi inserido a ferramenta de análise *Qualitative Software for Research* que é uma ótima solução para tratamento de dados com volume e complexidade. Devido ao tempo escasso disponível para os atores, bem como apenas dois atores, considera-se insuficiente para afirmar e deter em uma conclusão final e assertiva que

tais categorias e nas interpretações finais e conclusivos dos achados.

Diante da importância do objeto de estudo, aprofundar os achados para além da descrição é inferir e interpretar estabelecendo limites a partir da amostra e se são passíveis de generalização. Entretanto, diante do objeto de estudo a teoria discutida ao longo do trabalho viria das informações destas categorias constituindo em movimento circular para atingir maior profundidade. O que não pode ser feito diante da falta de tempo dos atores envolvidos na pesquisa.

A pesquisa não teve como base outras pesquisas, assim sendo a análise de regularidades e modelos de comportamento estão dispostas nas categorias de análise encontradas nos achados depois do refinamento dos métodos. A luz da análise valseriana a subjetividade é analisada na perspectiva de geração de conhecimento construído por cada ator, sujeito histórico, em diáde. Para uma análise baseada em termos de diagnóstico supõe, que devido a importância do trabalho, análise imersa na representação culturalmente tecida na sua ação docente como dito pelo autor, mas com pouco aprofundamento. Acredita-se que este pouco aprofundamento se deve ao tempo exíguo dos atores envolvidos na pesquisa, e consequentemente os achados não foram suficientes para apontar e indicar desenvolvimento futuro do processo desta pesquisa.

Inclui-se o processo de progresso do conhecimento científico das observações quando no refinamento dos métodos como condição científica de disponibilização do trabalho para a comunidade que pode tirar conclusões significativas provocadas por pessoas distintas. Não foi encontrado outros trabalhos que abordasse o mesmo objeto de estudo no mesmo tratamento. Esta pesquisa teve como aporte teórico a psicologia a luz da abordagem valseriana, iluminada pela Didática da Matemática.

1. Etapa: identificação pesquisa**Qual o objeto de estudo da pesquisa?**

Processo do saber: Álgebra

Qual o *background* da pesquisa?

Concepção do sujeito que vai aprender um saber. Concepção do saber – álgebra. Fenômenos didáticos que se instituem o ensino e a aprendizagem deste saber. Como o saber é ensinado e aprendido em sala de aula

Qual a fundamentação teórica escolhida?

Álgebra, Transposição Didática, e Contrato Didático.

Qual a questão da pesquisa?

Analisar como o aluno aprende os conceitos fundamentais da álgebra inicial em sala de aula

Qual o objetivo da pesquisa?

Ampliar a compreensão sobre a aprendizagem dos alunos na iniciação à álgebra analisando como esse processo ocorre no contexto de sala de aula.

Analisar de que formas uma sequência didática proposta em sala de aula pelo professor, que por sua vez a transpõe para a atividade em sala de aula a partir de negociações com o pesquisador pode favorecer a construção de significados no campo conceitual da álgebra.

Dar continuidade à pesquisa acerca das dificuldades cognitivas dos alunos na aprendizagem da álgebra, a partir da resolução de um conjunto de situações-problema neste campo conceitual, no contexto de sala de aula.

Qual a metodologia de pesquisa?

Qualiquantitativa-observacional-etnográfica

Qual o método de pesquisa?

Sequência Didática

Quais as palavras-chave?

Conceptualização; álgebra e fenômenos didáticos;

Qual o público alvo da pesquisa?

Uma professora de matemática

Turma de sexta série do ensino fundamental

Qual o tamanho da amostra?

14 alunos de 12/13 anos ambos os sexos

2. Etapa: controle do tratamento dos dados

Qual a base de dado escolhida?

Não se aplica

Qual o procedimento utilizado para a extração dos dados?

Observação com registro audiográficos sem videografia registrado no diário e protocolos de trabalho dos estudantes em folha de papel. Registros dos alunos e do professor no quadro. Foram doze aulas observadas em oito encontros, durante quatro semanas.

Qual o instrumento selecionado para extrair as informações?

Observação, Diário, Protocolo dos alunos, Audiografia.

Quais os dados que foram selecionados?

O estudo é desenvolvido em quatro etapas e todo material foi selecionado

Quais os critérios de inclusão e exclusão dos dados?

Não foi identificado

Análise dos dados da tese n 02

A Identificação do problema de pesquisa é “Analisar como o aluno aprende os conceitos fundamentais da álgebra inicial em sala de aula”. E, para a revisão de literatura o autor trabalha com Transposição Didática, Álgebra, e Contrato Didático. Para avaliar os dados o autor fez um estudo desenvolvido em etapas audiogravadas: 1ª etapa a pré-testagem produção individual resolução de equação com categoria com tipo de resposta (1. acerto, 2. erro, 3. não fez); para o procedimento aritmético e algébrico a 2ª etapa é a passagem da sequência didática com a análise dos diários de observação.

A redução de dados aconteceu com as categorias do pré-teste e pós-teste com o levantamento de frequências simples. As resoluções problemas resposta do livro didático foram modelizadas e a exibição de dados foram apresentados como tabelas, gráficos, quadros simples. A comparação de dados foi através da análise multimensional fatorial usada para frequências simples. Como conclusão e desenho de verificação (fase final) a análise multimensional apontou sujeitos para análise clínica. Essa interpretação dos resultados orientou a discussão dos resultados para a aprendizagem da álgebra, cuja síntese dos dados foi Quali-quanti.

Como contribuição de pesquisa estudar o processo de aprendizagem em álgebra no campo da Psicologia da Educação Matemática, considerando a transposição didática, contrato

didático. Pode vir a implicar para prática contribuições de uma sequência didática para a aprendizagem de álgebra, e para a pesquisa o uso da análise multidimensional fatorial

O objeto de estudo desta pesquisa é o processo de construção do saber Álgebra em uma turma de sexta série do fundamental com uma amostra de 14 estudantes. Trata-se de um saber acumulado, álgebra, um dos principais ramos da matemática, que estuda a manipulação formal de equações, operações matemáticas, polinômios, e estrutura algébrica. Compreender profundamente como este saber é ensinado e aprendido no ensino fundamental é relevante por apresentar resultados com ressonância na gestão escolar. O estudo partiu de uma dissertação de mestrado que analisou a importância das estruturas algébricas ampliada na tese a luz da relação entre professor, saber e estudante no processo de construção do saber. Durante o trabalho fala-se de concepção, que é modo de ver e compreender, neste caso, álgebra. Assim sendo, o trabalho compreender a concepção de álgebra carece de incorporar na análise dos dados através das contribuições da Psicologia acerca de pensamento e linguagem, tal como discutido na fundamentação teórica da tese.

A marca de objetividade e subjetividade desta pesquisa é o processo de construção do saber de álgebra. Neste sentido, tomar como aporte teórico a psicologia baseada na visão dos teóricos citados na construção do próprio texto construído pelo pesquisador sobre pensamento e linguagem, iluminaria os significados extraídos dos achados acerca dos aspectos cognitivos sobre a concepção de álgebra dos estudantes. O novo prisma da pesquisa é abordar o processo de construção do conhecimento sobre álgebra iluminada pelos teóricos em psicologia sobre pensamento e linguagem.

Através da metodologia de ensino sequência didática foi analisado o uso do procedimento algébrico na resolução de problemas. O refinamento dos métodos aconteceu a partir da observação, diário de campo, protocolo contendo a resolução da sequência didática. A metodologia quali-quantitativa observacional etnográfica pressuporia que houve imersão do pesquisador no campo, mas não foi encontrado o tempo de para além de um mês de observação.

A questão é como identificar que houve compreensão ou não dos conceitos fundamentais, uma vez que foi inserido outro objeto de estudo denominado de negociações em tão curto período? Como sugestão, para refinamento dos métodos e consequentemente dos resultados, inclui-se a análise da áudio-gravação para captar a relação entre o professor, estudante e saber quando na realização da sequência didática e descrevê-la na análise. Crer-se que com a análise da gravação e do protocolo que contém a sequência do estudante o trabalho

ficaria mais rico do que já é e como consequência categorias que poderiam ser trabalhadas com maior profundidade teórica.

Com o objetivo de verificar a relação inicial do saber do estudante com o saber final, a busca de regularidades através das categorias procedeu a partir de levantamento gráfico, demonstrado por frequência simples de respostas no pré-teste e no pós-teste contendo: acerto, erro e não fez, através da análise multimodal. Esta forma de apresentar limita refletir sobre a transposição didática e negociação do contrato didático como proposto pela pesquisadora. Ademais, a pesquisadora afirma que houve mudança em relação ao saber, mas a tese trata de construção de saber e não ficou claro a apresentação desta construção.

A pesquisa inspira-se na dissertação da pesquisadora. Da forma como foi concebida a tese com inspiração na dissertação esperava-se breve relato de questões importantes em termos de como foi a análise sobre álgebra. Acredita-se que esta ação não deu a visão que a tese merece quanto ao processo de produção de progresso de conhecimento. As ideias que iluminaram a pesquisa fora da matemática foi análise multidimensional fatorial.

Protocolo 03 /20
<p>1. Etapa: identificação pesquisa</p> <hr/> <p>Qual o objeto de estudo da pesquisa? Dificuldades sobre o ensino-aprendizagem de cálculo</p> <p>Qual o <i>background</i> da pesquisa? Obstáculo do processo do conceito de limite e desenvolvimento de uma nova metodologia</p> <p>Qual a fundamentação teórica escolhida? Integração da Didática da Matemática (Teoria das Situações Didáticas) e Inteligência Artificial</p> <p>Qual a questão da pesquisa? Quais são as dificuldades de aprendizagem do conceito de limite?</p> <p>Quais foram os obstáculos e problemas envolvidos no surgimento de limite? Como, nos livros didáticos, é introduzido o conceito de limite? A aplicação de uma sequência didática adequada pode contribuir para a aprendizagem da definição de limite sob o ponto de vista de aproximação?</p> <p>Qual o objetivo da pesquisa? Realizar um estudo sobre as dificuldades de ensino e aprendizagem do conceito de limite e propor alternativas que possam minimizar tais dificuldades.</p> <p>Qual a metodologia de pesquisa? Engenharia Didática</p> <p>Qual o método de pesquisa? Inteligência artificial</p> <p>Quais as palavras-chave? Ensino-aprendizagem do Conceito de Limite, Sistemas Tutoriais Inteligentes Sequência Didática.</p> <p>Qual o público alvo da pesquisa? Turma com a disciplina de cálculo</p> <p>Qual o tamanho da amostra? 32 alunos em um laboratório computacional com 11 computadores</p>
<p>2. Etapa: controle do tratamento dos dados</p> <hr/> <p>Qual base de dado escolhida?</p>

Não foi identificada

Qual o procedimento utilizado para a extração dos dados?

Observação em classe das aulas introdutórias do conceito de limite com gravador e notas de aula, e um questionário aplicado após trabalho do conceito de limite. Aplicação da sequência didática

Qual o instrumento selecionado para extrair as informações?

Gravador e notas de aula

Quais os dados que foram selecionados?

Aqueles que demonstram dificuldades

Quais os critérios de inclusão e exclusão dos dados?

Não foi identificado

Análise dos dados da tese nº3

O problema de pesquisa desta tese foi a “Dificuldade em compreender o conceito intuitivo de limite”, pois o trabalho era com números infinitesimais, e o estudante não estava acostumado. Para este fim, a revisão de literatura foi a Engenharia Didática, e para avaliação dos dados os estudantes sem base em matemática elementar, noções de infinito, abstração, limites na prática. A análise dos dados ocorreu na: redução de dados - Identificação das dificuldades: compreensão da relação entre δ e ε , a noção de infinito, abstração, matemática básica e a aplicação prática de limites; exibição de dados – texto comentado; comparação de dados - não foi identificado; e na conclusão do desenho e verificação (fase final) - Texto comentado

Para interpretação dos resultados a orientação foi a prática escolar da disciplina de Cálculo Diferencial e Integral e as investigações sobre os obstáculos do conceito de limite e foi possível constatar que os alunos apresentam dificuldades para entender o mesmo. A síntese dos dados ocorreu com a Engenharia Didática é uma abordagem entendida como qualitativa. Como contribuição a fornece elementos para propor uma sequência didática do conceito de limite em sala de aula e ao mesmo tempo integrar essa fundamentação com a aplicação das técnicas de Inteligência Artificial para desenvolver uma sequência didática em um sistema tutorial inteligente, o qual poderá ser uma ferramenta em potencial para o ensino e aprendizagem do conceito de limite.

Para a prática as implicações desta pesquisa estão na análise dos resultados da aplicação da sequência didática mostrou uma evolução positiva no entendimento do conceito de limite. Os alunos assumiram com responsabilidade as regras pertinentes ao contrato estabelecido. A metodologia proposta propiciou um ambiente bastante rico de discussão entre as duplas e até mesmo entre a classe no momento da institucionalização do conteúdo em questão. As implicações para a pesquisa estão com o protótipo Horos que é uma ferramenta em potencial que estará disponível para toda a comunidade acadêmica e, certamente, contribuirá de maneira significativa no processo de ensino aprendizagem do conceito de limite.

Nesta pesquisa, o objeto de estudo são as dificuldades sobre o ensino-aprendizagem de cálculo. A pesquisa toca em um conhecimento acumulado cálculo uma das disciplinas mais tradicionais no ensino de exatas em qualquer universidade. Trabalha-se cálculo as diversas perspectivas que permitam compreender as dificuldades de compreensão do ensino-aprendizagem do conceito de limite em um ambiente informatizado com recursos de Inteligência Artificial - IA.

O assunto discutido é relevante por apresentar em seu conteúdo questões tradicionais de dificuldade de compreensão como o conceito de limite iluminado com um recurso pouco explorado neste sentido a IA. A marca da objetividade e subjetividade está na clareza e consistência na análise representada nas inferências do pesquisador. O novo prisma está na apresentação do conceito de limite sob a ótica da aproximação e cinemática realizadas através do sistema tutoria inteligentes ou de uma sequência didática no ambiente lápis e papel iluminado pela Teoria das Situações Didáticas.

A metodologia de pesquisa foi a Engenharia Didática que é um esquema experimental baseado em realizações didáticas composto por quatro fases: análise preliminar, concepção e análise a priori, experimentação, análise a posteriori. A delimitação da metodologia de pesquisa começa na análise do livro didático para investigar como o conceito de limite é abordado. A seguir a turma é observada e há gravação, anotação e questionários durante a realização da atividade de cálculo, particularmente o conceito de limite, que é aplicado a através da metodologia de ensino sequência didática. A originalidade desta pesquisa está na integração da Didática da Matemática e Inteligência Artificial. E a criação de um ambiente informatizado com uma ferramenta denominada de Horos que tem potencial para contribuir no processo de aprendizagem do conceito de limite.

A busca por regularidades evidencia-se na realização da sequência didática por realizada por 33 alunos em 11 ambientes computacionais cujo instrumento para extrair as observações e as informações foi o gravador e as notas de aula. Identificada à unidade de análise a dificuldade em matemática elementar, bem como compreender a relação entre ϵ e δ , a noção de infinito, abstração matemática, matemática básica e aplicação prática de limites. Não há como afirmar que outros pesquisadores nas mesmas circunstâncias concluíram com o mesmo achado, mas diante do procedimento metodológico é possível repetir nas mesmas medidas pode se obter diferentes resultados e conclusões. A melhoria da reprodutividade está justamente no treino de um observador que ao se torna experiente na prática de tal procedimento. As ideias que iluminaram de fora da área de matemática é a Inteligência Artificial.

Protocolo 04/20
1. Etapa: identificação pesquisa
Qual o objeto de estudo da pesquisa?
O uso do computador no ensino de matemática
Qual o <i>background</i> da pesquisa?
Os recursos computacionais representam novas perspectivas e problemas na área educacional. Compreender como o computador por favorecer o trabalho do docente e aprendizagem discente favorece investigações de possibilidades metodológicas em termos educacionais que dimensione seu uso.
Qual a fundamentação teórica escolhida?
Validação Matemática e as demonstrações; <i>Software</i> educativo.
Qual a questão da pesquisa?
Não foi identificada uma questão de pesquisa
Qual o objetivo da pesquisa?
Identificar e caracterizar as situações surpresa durante processo de investigação matemática ou situações experimentais possibilidades e limites dos recursos; averiguar procedimentos heurísticos e dedutivos no processo de validação matemática a partir dos recursos computacionais; desenvolver <i>software</i> .
Qual a metodologia de pesquisa?
Engenharia Didática
Qual o método de pesquisa?
Questionário
Quais as palavras-chave?
Situação surpresa, investigações matemáticas, Sequência Fedathi, Engenharia Didática, Reflexão, meta reflexão.
Qual o público alvo da pesquisa?
Estudantes da 6ª série e 8ª série
Qual o tamanho da amostra?
Estudantes 14 da 6ª série com idade de 12 anos; 15 da 8ª com idade entre 14 e 15 anos
Para o curso 03 bolsistas CNPq/PIBIC, 14 professores: 8 licenciados em matemática, 3 especialistas e 01 mestrado profissionalizante; um bacharel em matemática com mestrado em

matemática Total de 43 pessoas 40 h/a em 22 fitas

2. Etapa: controle do tratamento dos dados

Qual base de dado escolhida?

Escola Municipal com estudantes da 5ª, 6ª e 8ª série.

Como o procedimento utilizado para a extração dos dados?

Desenvolvimento de uma pesquisa-ação experimental que se fundamentou na Engenharia Didática e na Sequência Fedathi com o objetivo de elaborar cursos de curta duração de matemática assistido pelo computador

Qual o instrumento selecionado para extrair as informações?

Fitas de vídeo

Quais os dados que foram selecionados?

As situações surpresas -

Quais os critérios de inclusão e exclusão dos dados?

Fase 01: Experimentação em software educativo: Consistiu na elaboração de situações surpresa, a partir da manipulação em software educativo voltado ao ensino de matemática.

Fase 02: Formação dos professores no CMF: Foi realizado um curso sobre “ensino de matemática assistido por computador”

Fase 03: Formação discente no Monteiro de Moraes

Fase 04: Formação junto aos alunos do CMF

Fase 05: Desenvolvimento de software educativo: Esta fase ocorreu pela experiência em desenvolver um software voltado a geometria dinâmica no ensino de matemática.

Filmagem, protocolos de experimentação, diário de campo, anotações em cadernos, observação.

Análise dos dados da tese nº 04

O problema desta pesquisa é o “Uso do computador – Engenharia Didática”. Para este fim, a revisão de literatura utilizada pelo autor é a Sequência de Fedathi que irá auxiliar na tomada de decisão criando elementos para imersão na estrutura mental de saber que se ensina e aprende como se ele fosse pesquisador. A avaliação dos dados ocorreu através dos protocolos desenvolvidos com as atividades surpresas, e a análise dos dados dos protocolos para trabalhar a reprodução de situações surpresas seguiu a seguinte ideia: redução de dados - situações surpresas; exibição de dados – discursiva; comparação de dados - *Software* Cabri-

Géomètre II for windows. Na conclusão do desenho e verificação (fase final) - o pesquisador expressa o desejo de explorar o software de manipulação simbólica.

O que orientou a discussão dos resultados foi o uso do computador através das concepções Engenharia didática e a Sequência Fedathi. A síntese dos dados foi quali-quantitativa. A contribuição da pesquisa foram as situações surpresas que podem surgir de problemas relativos à ação-instrumental, bem como, das limitações decorrentes do computador. E as implicações para a prática é a ação instrumental intencional ou não, que possui um peso significativo na formação de situações surpresa e tal contexto expõe como fato que na interação homem-máquina-saber, ao se tentar solucionar problemas, usando recursos tecnológicos, ocorrem dificuldades de mediação instrumental que afetam a representação de conhecimentos em ferramentas computacionais. E para a pesquisa as limitações computacionais relativas às divergências conceituais em software educativo apresentaram 08 ocorrências, que consiste em dizer que há falta de clareza epistemológica e conceitual, em termos matemáticos, para os desenvolvedores.

Esta tese tem como objeto de estudo o uso do computador no ensino de matemática. O conhecimento trabalhado nesta tese toca em um saber que não trata de ensinar informática, mas do uso deste conhecimento para o ensino que possa relacionar de forma constante com o comportamento intelectual do estudante e do professor. Esta questão é provocada também pelo uso do computador no cotidiano destes atores com outras finalidades, o que facilita a aproximação e curiosidade em realizar ações direcionadas para seu desenvolvimento cognitivo. Sendo assim, este tema embora não traga um conhecimento acumulado por se tratar de uma ferramenta, mas trabalha um objeto de estudo que ainda tem muito a ser explorado devido as constantes mudanças que vem sofrendo ao longo dos anos.

A marca da objetividade e subjetividade desta pesquisa corresponde a inferência sobre reflexão e meta-reflexão que o pesquisador apresentou sobre o uso do computador no ensino de matemática tomando as situações surpresa durante o processo de pesquisa, e averiguando procedimentos heurísticos e dedutivos no processo de validação matemática a partir dos recursos computacionais. A originalidade do tema está na formação de situações surpresas e como os atores resolvem através dos recursos tecnológicos.

O refinamento dos dados iniciou por uma pesquisa-ação experimental fundamentada na Engenharia Didática e na Sequência Fedathi com o objetivo de elaborar curso de curta duração de matemática assistido pelo computador. A engenharia didática foi utilizada para averiguar os fenômenos envolvidos na passagem do novo PC para o velho PC com

professores e estudantes do Ensino Fundamental de quinta a oitava série. A Sequência Fedathi foi tomada como sequência didática. No laboratório de multimeios foi feito uso da engenharia didática para implementação do curso e a Sequência Fedathi centrada na postura do professor na expectativa deste assumir o papel de pesquisador um orientador. Os recursos filmagem auxiliaram na compreensão das situações didáticas, e o questionário permitiu obter dados para caracterização dos sujeitos. Diante dos resultados para ficar explícito como as situações surpresa a análise da gravação do áudio possibilitaria analisar com maior rigor e precisão o distanciamento dos padrões de conduta quando diante do ato de refletir sobre sua prática e não apenas na relação entre PC novo ou velho. A questão que se evidencia é como definir que foi reflexão o que foi visto sob o ponto de vista do pesquisador? Para esta questão, uma vez que o pesquisador atento ao áudio gravado pelos atores envolvidos ouvir os atores diante deste áudio e gravação e através de um novo questionário extrair as reflexões do próprio ator.

A busca de regularidades nesta pesquisa ocorreu na observância da realização das sequências de ensino sempre no uso de situações surpresas na passagem do Novo PC para o Velho PC. O grau de concordância entre as observações feitas nas mesmas circunstâncias, mas com atores diferentes pode vir a oferecer diferentes medidas e diferentes resultados e conclusões. O próprio processo de informatização possibilita o aumento de reprodutibilidade garantindo o progresso do processo do conhecimento explorado. Entretanto, a garantia de que o fenômeno observado seja reprodutível no sentido científico e não seja apenas um estudo é a capacidade de constância nos achados e reprodução contínua dos resultados. As ideias de fora da matemática que iluminara a pesquisa foram: meta-reflexão e reflexão e Novo e Velho PC.

Protocolo 05/20
<p>1. Etapa: identificação pesquisa</p> <hr/> <p>Qual o objeto de estudo da pesquisa? Números irracionais</p> <p>Qual o <i>background</i> da pesquisa? Interesse pelo tema números irracionais surge da própria prática do pesquisador como professor. Foram apresentados dados sobre o trabalho no mestrado</p> <p>Qual a fundamentação teórica escolhida? Números Irracionais, construtivismo e construtivismo radical.</p> <p>Qual a questão da pesquisa? Oportunizar aos alunos da 1ª série do Ensino Médio um trabalho com os números irracionais por meio de atividade de ensino aprendizagem significativa</p> <p>Qual o objetivo da pesquisa? Elaborar e aplicar, e avaliar uma proposta metodológica para o conteúdo números irracionais que priorize a construção dos conceitos pelos estudantes.</p> <p>Qual a metodologia de pesquisa? Avaliação diagnóstica, intervenção em sala de aula, pós-teste, análise dos dados.</p> <p>Qual o método de pesquisa? Documentos; entrevista; Observação participante.</p> <p>Quais as palavras-chave? Ensino-aprendizagem, números irracionais, ensino médio, matemática.</p> <p>Qual o público alvo da pesquisa? Alunos de 1ª serie do ensino médio</p> <p>Qual o tamanho da amostra? Duas turmas do ensino médio Grupo participativo 1 - 28 alunos 17 sexo feminino e 11 sexo masculino Grupo participativo 2 – 17 aluno 8 sexo feminino e 9 sexo masculino</p>
<p>2. Etapa: controle do tratamento dos dados</p> <hr/> <p>Qual base de dado escolhida? Escola pública do ensino médio duas turmas de 1ª série</p> <p>Como o procedimento utilizado para a extração dos dados?</p>

Foi realizada uma avaliação diagnóstica para identificar progressos e dificuldades dos alunos e atuação do professor

Qual o instrumento selecionado para extrair as informações?

Avaliação diagnóstica; prova escrita e entrevista.

Quais os dados que foram selecionados?

Números irracionais

Quais os critérios de inclusão e exclusão dos dados?

Não ficou evidenciado

Análise dos dados da tese nº 05

O problema de pesquisa desta tese é a “Revisão de números irracionais” e para revisar a literatura as Leis sobre a Educação Escolar brasileira (1960-2003), os Parâmetros Curriculares Nacionais para o Ensino Médio, conteúdo abordado nos livros didáticos para a primeira série do Ensino Médio. Para avaliar os dados a avaliação diagnóstica, e entrevista. A análise dos dados aconteceu através da exibição de dados em tabelas e gráficos, e a comparação de dados através da entrevista e prova escrita. A conclusão do desenho e verificação (fase final) foi um texto descritivo sobre os resultados

O que orientou a discussão dos resultados foi a aprendizagem de números irracionais no ensino fundamental, realizada junto a alunos de 8ª série. O construtivismo de Jean Piaget; o construtivismo Radical de Glasersfeld; e os conceitos de compreensão instrumental e a relacional de Skemp; os obstáculos no processo de ensino/aprendizagem. A síntese dos dados é qualitativa, e a contribuição da pesquisa, foi a avaliação diagnóstica de obstáculos que interferem na aprendizagem da matemática. As implicações para a prática é a avaliação diagnóstica que apontou a necessidade de retomarmos conteúdos que consideramos relevantes e necessários ao conhecimento do estudante como pré-requisitos à aplicação dos números irracionais, mesmo não considerando uma organização linear de conteúdos matemáticos. E as implicações para a pesquisa são os conteúdos envolvendo os números irracionais devem ser abordados em sala de aula embasada em atividades construtivistas, seguindo uma Sequência Didática e desenvolvida em pequenos grupos de estudo.

Nesta pesquisa, o objeto de estudo foi Números Irracionais. Trata-se de um conhecimento matemático importante marginal advindo de um conhecimento acumulado Teoria dos Números. A visão do objeto de estudo pelo construtivismo e construtivismo radical por meio da compreensão instrumental e relacional de Richard Skemp. A marca da

objetividade e subjetividade da pesquisa está na avaliação diagnóstica que evidenciou a retomada de conteúdos relevantes e necessários ao conhecimento do estudante como pré-requisito à aplicação de números irracionais. Através de atividades construtivistas seguindo uma sequência didática em pequenos grupos. Neste caso, a evidência da reprodutibilidade requer que o experimento seja refeito por outros pesquisadores.

A originalidade da pesquisa está na aplicação das atividades estruturadas que visam o pensamento relacional e instrumental tal como pensado por Skemp iluminado pelas ideias construtivistas como forma de compreender os obstáculos de aprendizagem dos números irracionais. Para este fim, o refinamento dos métodos foi através da avaliação diagnóstica cujo resultado baseado na amostra da pesquisa, os estudantes não tinham conhecimento satisfatório em matemática. Na intervenção em sala de aula a aplicação da atividade do módulo foi positiva do ponto de vista da aprendizagem. O pós-teste provocou nível avançado na aprendizagem dos estudantes. Para levantamento dos dados foi utilizado documentos escritos pelos estudantes dos resultados encontrados. A entrevista para que o estudante saiba se expressar seu entendimento do assunto. Observação participante que é o olhar do pesquisador na atuação.

A busca por regularidades está na realização das atividades desenvolvidas que destaque o conhecimento acerca de determinado conteúdo, neste caso números irracionais, na forma de entrevista e prova escrita. Buscava-se por evidência de conhecimento do estudante em: números irracionais, teorema de Pitágoras, teorema de Tales, equações irracionais, potenciação, radiciação, decomposição de números e fatores primos, razão, proporção, regra de três simples, equação do 1º e 2º, ângulos, retas paralelas e transversais que a pesquisadora considera como pré-requisito para abordar números irracionais. A forma como o refinamento dos métodos foi planejada garantiu que a pesquisa apontasse para necessidade de retomar para estes conteúdos como forma de revisão para minimizar as deficiências do assunto. Por este motivo, esta pesquisa para garantir o grau de cientificidade que já apresenta, precisaria ser reproduzida nas mesmas circunstâncias.

Esta pesquisa é iluminada pelo construtivismo e construtivismo radical, bem como o pensamento instrumental e relacional de Richard Skemp, como forma de trabalhar os conceitos de aprendizagem

Protocolo 06/20
<p>1. Etapa: identificação pesquisa</p> <hr/> <p>Qual o objeto de estudo da pesquisa? Conceito de volume</p> <p>Qual o <i>background</i> da pesquisa? Interesse surge da pesquisa de mestrado sobre concepções de volume e capacidade</p> <p>Qual a fundamentação teórica escolhida? Teorias construtivistas de Kelly e Vergnaud, teoria de Hasseler Whitney, teoria de Poincaré</p> <p>Qual a questão da pesquisa? Que conhecimentos matemáticos são mobilizados por jovens e adultos em início de escolarização? A solicitação de explicitação oral de procedimentos matemáticos pode propiciar a emergência de atividade meta cognitiva?</p> <p>Qual o objetivo da pesquisa? Analisar a importância de grandezas físicas na construção do conceito de Volume</p> <p>Qual a metodologia de pesquisa? Observação</p> <p>Qual o método de pesquisa? Entrevista, gravações de áudio, caderno de campo, produções gráficas.</p> <p>Quais as palavras-chave? Volume, Teoria dos Construtos Pessoais, Teoria dos Campos Conceituais, Didática das Grandezas Geométricas, Educação Matemática.</p> <p>Qual o público alvo da pesquisa? Primeira etapa 29 alunos do 1º ano do ensino médio do Centro Federal, trinta e seis do 1º ano do ensino médio, e 19 alunos do 8º período do curso de licenciatura em matemática, 6 alunos a universidade federal. Segunda parte 16 alunos</p> <p>Qual o tamanho da amostra? 54 estudantes</p>
<p>2. Etapa: controle do tratamento dos dados</p> <hr/> <p>Qual base de dado escolhida? Escolas públicas federais e estaduais</p> <p>Como o procedimento utilizado para a extração dos dados?</p>

Alunos que quiseram participar da pesquisa foram submetidos ao questionário exploratório e apresentaram amálgama entre massa e volume. Análise do livro didático do conceito de volume

Qual o instrumento selecionado para extrair as informações?

Questionário, análise do livro didático.

Quais os dados que foram selecionados?

Dados do questionário que tratavam de situação de comparação entre volume

Quais os critérios de inclusão e exclusão dos dados?

Conceito de volume que oferece uma boa fundamentação do assunto

Análise dos dados da tese nº 06

O problema de pesquisa desta tese é a “Associação feita pelo professor de volume a massa ou volume a conteúdo dos sólidos”. A revisão de literatura foi a Teoria dos Campos Conceituais e Sequência Didática. para avaliação dos dados foi feita a comparação entre massa e volume. E para a análise dos dados: redução de dados com criação de categorias: conceito de espaço, massa, peso, densidade, forma e tamanho; exibição de dados que foram apresentados em gráficos e a comparação de dados entre massa e volume; e a conclusão desenho e verificação (fase final) foi através da Teoria dos Campos Conceituais, um conceito que se caracteriza pelas situações pelos invariantes e pelas simbolizações empregadas para representá-lo. O questionário capturou a situação apresentada pelo aluno bem como evidenciou a fragilidade do conhecimento sobre o conceito.

O que orientou a discussão dos resultados foi descrever como a inter-relação entre massa e volume participa no processo de ensino-aprendizagem do conceito de Volume. A síntese dos dados foi quantitativa e qualitativa. A contribuição da pesquisa foi referencial para a organização da pesquisa o ciclo da experiência Kellyana e a concepção de Vergnaud na qual defende a necessidade do uso de vários instrumentos de coleta para obter resultados consistentes sobre experimentos que envolvem objetos de pesquisa da Didática da Matemática.

As implicações para a prática, foi a construção de situações experimentais que possibilitaram fazer um paralelo entre as operações no mundo Físico e as que ocorrem no mundo Matemático. Assim, pudemos tratar o Volume como uma grandeza e, portanto, como um objeto do domínio de quantidades. A inserção do Volume nesse domínio possibilita uma mudança na metodologia de ensino desse conceito, que pode contribuir para a superação das

dificuldades encontradas atualmente. As implicações para a pesquisa, no caso do Volume, sugerimos que o ensino desse conceito inclua a realização de atividades que explorem as relações Massa-Peso, Volume-Peso, Volume-Massa e Volume-Densidade. Essa conclusão reforça o consenso entre os adeptos da Educação Matemática, de que os processos de ensino-aprendizagem dessa disciplina não devem ser restritos à mera automatização de procedimentos e comunicação de definições.

O objeto de estudo da pesquisa é Volume. Interessa ao pesquisador as concepções vigentes sobre volume e capacidade entre estudantes do ensino médio e licenciatura em matemática. Este conhecimento é marginal ao conhecimento acumulado como eixos estruturantes de matemática Medidas. A opção pelo estudo de caso é para responder: até que ponto a inter-relação entre massa e volume é representativa no conjunto dos casos? E para este fim, identificaram alguns casos relativos à construção do conceito de volume com atores do ensino médio e ensino superior de matemática.

A marca da objetividade está na clareza da inter-relação entre massa e volume eu uso dos métodos escolhidos para extrair os dados. A marca da subjetividade vem a confirmação através das entrevistas do conjunto de escolhas que favoreceu as hipóteses. A originalidade, segundo a pesquisadora, está na inter-relação entre massa e volume. O refinamento do método forma três questionários aplicados na fase de antecipação do encontro e da revisão construtivista, depois análise do livro didático para identificar a maneira como os autores trabalham o conceito de volume no ensino médio, PCN e orientações curriculares do ensino médio.

A busca por regularidades nos dados que foram analisados a luz da Teoria dos Campos Conceituais na primeira fase da pesquisa, possibilita que a pesquisadora determinasse invariantes operatórios que utilizados ao lidar com o conceito. Entretanto, isso não explica como os esquemas são construídos pelos estudantes. Neste caso, a pesquisadora considerou a Teoria dos Construtos Pessoais cuja ideia é acompanhar a evolução do estudante no processo de construção do sistema de significados da interação dos conceitos no processo de ensino e aprendizagem. Não tem relacionamento fora da matemática.

Protocolo 07/20
<p>1. Etapa: identificação pesquisa</p> <hr/> <p>Qual o objeto de estudo da pesquisa? Ações pedagógicas</p> <p>Qual o background da pesquisa? Identificar formas de integrar espaços de saber como subsidio didático a um ensino que melhore os processos e resultados da aprendizagem</p> <p>Qual a fundamentação teórica escolhida? Sequência Fedathi</p> <p>Qual a questão da pesquisa? Sistematizar uma metodologia para o ensino de matemática com uso do computador tendo como pauta a formação continuada do professor</p> <p>Qual o objetivo da pesquisa? Desenvolver estratégias de sistematização para o acompanhamento metodológico de ensino que possibilite o uso do computador integrado com os objetivos de aprendizagem e programas escolares de forma que o professor adquira autonomia e criticidade do uso dessa ferramenta nas aulas no decorrer da sua formação continuada em serviço</p> <p>Qual a metodologia de pesquisa? Engenharia Didática</p> <p>Qual o método de pesquisa? Fichas de avaliação</p> <p>Quais as palavras-chave? Ensino, Tecnologias Digitais, Matemática.</p> <p>Qual o público alvo da pesquisa? Professor, 6ª e 9ª ano do ensino fundamental e 1º ano do ensino médio.</p> <p>Qual o tamanho da amostra? Cinco alunos monitores, cinco professores de matemática em serviço, 04 alunos da 6º ano do Ensino Fundamental e 03 turmas do 1º ano do Ensino Médio.</p>
<p>2. Etapa: controle do tratamento dos dados</p> <hr/> <p>Qual base de dado escolhida? Escola pública</p>

Como o procedimento utilizado para a extração dos dados?

Desenvolvimento com base na metodologia de ensino Sequência de Fedathi na perspectiva da Engenharia Didática

Qual o instrumento selecionado para extrair as informações?

Pré-teste, pós-teste, participação, ficha didática.

Quais os dados que foram selecionados?

Elementos que os professores conhecem com profundidade ou não mas que acreditam com o uso do computador

Quais os critérios de inclusão e exclusão dos dados?

Não foi identificado

Análise dos dados da tese nº07

O problema de pesquisa desta tese foi identificar as formas de integrar espaços de saber como subsidio didático a um ensino que melhore os processos e resultados da aprendizagem. Para este fim, foi feita uma revisão bibliográfica com livros, artigos, etc. sobre Sequência Fedathi, formação do professor, e informática educativa. E para avaliação dos dados foi feita a correspondência entre Sequência Fedathi e Engenharia Didática. Os dados foram analisados: redução de dados - Números reais; Exibição de dados – discursiva; Comparação de dados – Não houve; e Conclusão desenho e verificação (fase final). Foi feita a criação de *Blog* sobre o desinteresse por parte do professor em desenvolver o planejamento e a dificuldade para compreender a metodologia de ensino.

O que orientou a discussão dos resultados foi como o professor pode utilizar a tecnologia digital da forma mais proveitosa possível no ensino com o viés da aprendizagem, pois o uso do computador não aumenta necessariamente o desempenho dos alunos, tampouco implica educação de qualidade. E a síntese dos dados foi qualitativa. A contribuição da pesquisa foi a conclusão de que reside nesse imediatismo do docente um dos grandes equívocos no ensino da Matemática escolar, pelo fato de que o professor perde ótima oportunidade de compreender melhor o raciocínio do aluno, bem como de desenvolver com ele a formação de conceitos.

As implicações para a prática para que o ensino favoreça a reprodução do trabalho de um matemático, faltam, na mediação do professor, que tem uma atitude tradicional, duas fases intermediárias: a que aproxima o professor dos alunos, por meio das discussões e identificação das estratégias de resolução do problema, e outra, que estimula os alunos a

apresentarem suas soluções, minimizando, portanto, a valorização do resultado final, pois mais importante que saber se a resposta está certa ou não, são os procedimentos de raciocínio desenvolvidos pelo aluno. As implicações para a pesquisa o componente curricular e a formação do professor para o ensino com o uso do computador tornam-se elementos decisivos para a obtenção de resultados satisfatórios, de forma que tendem ao fracasso propostas de ensino que desconsiderem a formação prévia do docente, seja qual for a empreitada didática pretendida.

Esta pesquisa tem como objeto de estudo as ações pedagógicas que possibilitam integração e complementariedade entre a sala de aula de matemática e o laboratório de informática educativa. Neste sentido, a ação docente é conhecimento marginal da Práxis Docente, como conhecimento acumulado, que são a prática e a ação. A relevância é apresentada quando se reflete sobre a ação pedagógica a medida que se articula e entrelaçam às dimensões desejadas. A marca da objetividade está na opção de descrever e sistematizar metodologicamente as ações pedagógicas como subsidio didático que é justamente o seu controle subjetivo.

A pesquisa aponta como novo prisma de pesquisa a ação docente como subsidio didático e na descrição sistemática e metodológica deste objeto de estudo na relação entre a sala de aula de matemática e o laboratório de informática educativa. O refinamento dos métodos iniciou com a necessidade de compreensão da visão dos professores e do núcleo gestor sobre novas propostas metodológicas acerca do ensino e uso do computador tomando como base a metodologia de ensino Sequência Didática e metodologia de pesquisa Engenharia Didática. E, entender os aspectos reais sobre a tecnologia digital como recurso didático.

A busca por regularidade está em descrever a relação entre a sala de aula de matemática e o laboratório de informática educativa. Ao pensar em relação, automaticamente, há espaço para buscar um sistema de explicações, nesta pesquisa, através da Sequência Fedathi. Desta forma, a busca pela reprodutibilidade estaria na reprodução por outro pesquisador, nas mesmas circunstâncias da ação docente como subsidio didático na relação sala de aula de matemática e o laboratório de informática educativa. Não foi identificado ideias fora da matemática.

Protocolo 08 /20	
1. Etapa: identificação pesquisa	
Qual o objeto de estudo da pesquisa?	
Resolução de equação do 1º grau com uma incógnita	
Qual o background da pesquisa?	
A organização didática existente no Brasil e na França em torno do ensino de resolução de 1º grau pode ser reconstruída por meio da análise do programa francês de ensino de matemática e dos parâmetros curriculares nacionais, bem como em livros didáticos franceses e brasileiros.	
Qual a fundamentação teórica escolhida?	
Teoria da Transposição Didática, Teoria Antropológica do Didático.	
Qual a questão da pesquisa?	
Caracterizar o ensino de resolução algébrica na França e no Brasil sobre a resolução de equações do 1º grau com uma incógnita.	
Qual o objetivo da pesquisa?	
Comparar as transposições didáticas realizadas na França e no Brasil de resolução de equações do 1º grau	
Qual a metodologia de pesquisa?	
Análise documental	
Qual o método de pesquisa?	
Testes.	
Quais as palavras-chave?	
Álgebra. Equações do 1º grau. Transposição Didática. Teoria Antropológica do Didático.	
Qual o público alvo da pesquisa?	
Não identificado	
Qual o tamanho da amostra?	
Não identificado	
2. Etapa: controle do tratamento dos dados	
Qual base de dado escolhida?	

Organizações curriculares e as praxeologias de instituições da França e Brasil

Como o procedimento utilizado para a extração dos dados?

Determinar e caracterizar as organizações curriculares e as praxeologias do ensino de equações do 1º grau matemáticas da França e do Brasil (reconstitui a organização curricular existente do ensino de álgebra). Noção de praxeologia visando identificar e caracterizar nos livros didáticos. Análise quantitativa do estado de resolução com relação ao desempenho sucesso e fracasso

Qual o instrumento selecionado para extrair as informações?

Pesquisa documental

Quais os dados que foram selecionados?

As praxeologias da França e Brasil sobre equação do 1º grau

Quais os critérios de inclusão e exclusão dos dados?

Não identificado

Análise dos dados da tese nº08

A identificação do problema perpassa pela organização didática existente no Brasil e na França em torno do ensino de resolução de 1º grau pode ser reconstruída por meio da análise do programa francês de ensino de matemática e dos parâmetros curriculares nacionais, bem como em livros didáticos franceses e brasileiros. Para revisão de literatura foi escolhido a Álgebra, Teoria Antropológica do Didático e Transposição Didática. Não foi identificado como aconteceu a avaliação dos dados, e a análise dos dados foi desenvolvida através da análise praxeológica de matemática no de livro didático.

A redução de dados ocorreu com a caracterização das obras, motivos das escolhas, categorização das organizações matemáticas e didáticas sobre o ensino de equação de 1º grau. A exibição de dados - Gráficos tabelas e figuras. Para a comparação de dados a opção foi o Ensino de equação do 1º grau na França e no Brasil. Na conclusão desenho e verificação (fase final) as taxas de resolução correta e a baixa compreensão dos alunos brasileiros e os franceses forma um pouco melhor.

O que orientou a discussão dos resultados foi busca por compreender os alunos da educação básica que apresentam muitas dificuldades no trato com conhecimentos algébricos. A síntese dos dados é qualitativa e a contribuição da pesquisa é caracterizar e comparar as transposições didáticas realizadas na França e no Brasil sobre o ensino de resolução algébrica de equações do 1º grau. Como implicações para a prática quantificou o desempenho dos mesmos, no geral e por subtipo de tarefa, bem como identificar e caracterizar as técnicas

mobilizadas e os erros cometidos quando da realização dos diferentes subtipos de tarefas. As praxeologias matemáticas pontuais, identificadas na França, do ponto de vista do aluno, se caracterizam em torno do bloco saber-fazer. Quanto as implicações para a pesquisa, sobre o erro pela falta de domínio da técnica, estes erros revelam a falta de domínio dos elementos tecnológicos que explicam e validam tais técnicas.

Tendo como objeto de estudo Equações e 1º grau com uma incógnita, um conhecimento marginal de um conhecimento acumulado Álgebra que é um dos principais ramos da matemática, a relevância deste tema está em comparar as transposições didáticas realizadas na França e no Brasil sobre o ensino de resolução de equações do 1º grau. A marca da objetividade está na comparação através da caracterização das praxeologias existente no Brasil e na França no Ensino Fundamental, e a subjetividade é marcada pelos estudos experimentais feitos nos dois países.

A originalidade é marcada pela comparação entre os países que possibilitou evidenciar que a álgebra não é tratada como domínio próprio do conhecimento matemático nos dois países. O estudo é parte de um projeto de intercâmbio científico cujo objetivo foi consolidar a colaboração em torno de uma metodologia e problema de modelização de conhecimento algébrico e uso de tecnologias comuns. Neste sentido, foi feito uma pesquisa documental para identificar livros nos dois países sobre o ensino de álgebra. Identificado os livros, foi usada a análise em livros didáticos para caracterizar as organizações curriculares, as praxeologias matemáticas e didáticas dos dois países em torno do ensino de álgebra e resolução algébrica da equação do 1º grau. Posteriormente, foi usada a Teoria Antropológica do Didático para reconstruir as praxeologias matemáticas propostas nos livros didáticos nos dois países.

A busca por regularidades e reprodutibilidade ocorreu na comparação entre os dois estudos e na conclusão que tanto no Brasil quanto na França os estudantes do Ensino Fundamental não sabem lidar com o raciocínio algébrico. Não houve identificação de ideias a parte da matemática

Protocolo 09/20
<p>1. Etapa: identificação pesquisa</p> <hr/> <p>Qual o objeto de estudo da pesquisa? Didática da Matemática fundamentada na Pedagogia Histórico Crítica</p> <p>Qual o <i>background</i> da pesquisa? Contempla problemas matemáticos ampliados por discussão de questões político-social relacionado à seguridade social.</p> <p>Qual a fundamentação teórica escolhida? Pedagogia Histórico Crítica, Didática da Matemática, Seguridade Social</p> <p>Qual a questão da pesquisa? Compartilhar os conhecimentos de seguridade social</p> <p>Qual o objetivo da pesquisa? O estudo de Didática da Matemática fundamentada na Pedagogia Histórico-Crítica que utilize a Seguridade Social como tema político social estruturador que envolve aspectos do saber e do agir</p> <p>Qual a metodologia de pesquisa? Dialética Histórica</p> <p>Qual o método de pesquisa? Dialética Materialista Histórica</p> <p>Quais as palavras-chave? Didática da Matemática, Matemática e Seguridade Social; Matemática e Previdência Social.</p> <p>Qual o público alvo da pesquisa? Professores e estudantes da Escola pública</p> <p>Qual o tamanho da amostra? 33 pessoas ao todo</p>
<p>2. Etapa: controle do tratamento dos dados</p> <hr/> <p>Qual base de dado escolhida? Não identificada</p> <p>Como o procedimento utilizado para a extração dos dados? Aula expositiva e dialogada, conversação didática, trabalho em grupo, debate para discussão coletiva de um tema polemico; seminário; estudo dirigido</p>

Qual o instrumento selecionado para extrair as informações?

Exercícios.

Quais os dados que foram selecionados?

Sobre seguridade social

Quais os critérios de inclusão e exclusão dos dados?

Cálculos envolvidos nas contribuições e nos benefícios previdenciários

Análise dos dados da tese nº09

O problema de pesquisa contempla os problemas matemáticos ampliados por discussão de questões político-social relacionado à seguridade social. Existe pouco conhecimento sobre a relação entre matemática e Previdência Social. Para a revisão de literatura foi utilizado a Didática da Matemática, Matemática e Seguridade Social; Matemática e Previdência Social. Para a avaliação dos dados foi trabalhado o tema Seguridade Social a análise foi tomada como base o tema a Pedagogia Histórico Crítica.

O que orientou a discussão dos resultados foi a Didática da Matemática fundamentada na Pedagogia Histórico-Critica utilizando a Seguridade Social como tema político social estruturador que envolve aspectos do saber e do agir. A síntese dos dados é qualitativa. A contribuição da pesquisa foi o tema seguridade Social como tema político social estruturador da Didática da Matemática. As implicações para a prática são os conteúdos de matemática e político sociais vinculados ao tema estruturados Seguridade Social possíveis de serem levados para escola da Educação Básica. Como implicações para a pesquisa os conhecimentos matemáticos possibilitam compreensão das questões sociais relacionada a seguridade social.

Ensaio de uma Didática da Matemática fundamentada na Pedagogia Histórico Crítica é o objeto de estudo desta tese. A relevância deste tema está na utilização do tema Seguridade Social como tema político social estruturador. A marca da objetividade está na compreensão explícita e implícita das reformas ocorridas e que os cidadãos possuem pouco conhecimento sobre este assunto e como a matemática pode auxiliar nesta compreensão. A marca da subjetividade está na articulação entre o conhecimento produzido que pode vir a se tornar decisivo para desvelar o que está oculto.

O novo prisma apontado é a aplicação da Didática da Matemática com fundamentos na Pedagogia Histórico-Critica tendo como eixo estruturador Seguridade Social. O refinamento do método começou com um questionário convite composto por cinco partes para levantar o conhecimento sobre o conceito de Seguridade Social e a relação com Previdência Social. Na

segunda parte do questionário com 12 perguntas a intenção era saber se o uso de termos técnicos atrapalham a compreensão sobre o assunto Seguridade Social. Na terceira parte buscava-se a opinião sobre a Previdência Social, e a quarta parte os participantes assinalaram as expressões que desconheciam. O questionário respondido por etapas auxiliou na tomada de decisão de análise dos dados.

O método dialético histórico antecedeu o questionário houve uma intervenção com oito reuniões e a última reunião a nona aplicação de uma atividade cujo objetivo era utilizar o conhecimento matemático para analisar, compreender, argumentar e posicionar-se de forma crítica sobre temas relacionados à Seguridade Social. A regularidade está na busca do raciocínio explicitado nos fatos utilizados pelos antecessores que usaram temas políticos sociais como eixos estruturadores. As ideias que iluminaram fora da matemática dizem respeito à Seguridade Social e Previdência Privada.

Protocolo 10/20
<p>1. Etapa: identificação pesquisa</p> <hr/> <p>Qual o objeto de estudo da pesquisa? Diferenças e semelhanças nas práticas de professores no trabalho com equações do 2º grau</p> <p>Qual o <i>background</i> da pesquisa? Refletir sobre as semelhanças e diferenças nas práticas dos professores e alunos no trabalho com equação de segundo grau</p> <p>Qual a fundamentação teórica escolhida? Teoria Antropológica do Didático</p> <p>Qual a questão da pesquisa? A Teoria Antropológica do Didático (TAD) situa a atividade matemática e, em consequência, a atividade de estudo em matemática, no conjunto de atividades humanas e das instituições sociais. É a partir da noção de praxeologia que a TAD identifica essa atividade matemática.</p> <p>Qual o objetivo da pesquisa? Caracterizar, comparar e analisar as praxeologias do professor e dos alunos identificando as suas diferenças, no ensino das equações do segundo grau.</p> <p>Qual a metodologia de pesquisa? Análise das atividades propostas pelo professor</p> <p>Qual o método de pesquisa? Análise do livro didático</p> <p>Quais as palavras-chave? Álgebra, Equações de 2º grau, Teoria Antropológica do Didático, Praxeologia.</p> <p>Qual o público alvo da pesquisa? Professores</p> <p>Qual o tamanho da amostra? Um professor com licenciatura em matemática</p>
<p>2. Etapa: controle do tratamento dos dados</p> <hr/> <p>Qual base de dado escolhida? Não foi identificada</p> <p>Como o procedimento utilizado para a extração dos dados? Descrição do livro didático, identificação dos tipos de tarefas propostas, análise da</p>

organização matemática onde foram identificados técnicas e elementos tecnológicos para realização da tarefa, identificar praxeologias.

Qual o instrumento selecionado para extrair as informações?

Filmagem e entrevista, elaboração de atividades sobre equação do 2º grau para o estudante.

Quais os dados que foram selecionados?

Gestos, expressões verbais, dúvidas apresentas pelos alunos.

Quais os critérios de inclusão e exclusão dos dados?

Comparação de praxeologias (professor e alunos) prontas, comparações, observamos as conformidades, ou não, existentes entre as técnicas que foram empregadas por eles (professor e aluno), bem como quais os elementos tecnológicos e teóricos que puderam aparecer.

Análise dos dados da tese nº10

Refletir sobre as semelhanças e diferenças nas práticas de professores e de alunos, no trabalho com equações de segundo grau é o problema de pesquisa desta tese. Para este fim, a revisão de literatura foi a Teoria Antropológica do Didático (TAD), proposta por Yves Chevallard. Essa teoria nos permite explicar o funcionamento das transformações realizadas nos saberes nas instituições de ensino. A avaliação e análise dos dados tomou como base a relação do aluno com o objeto de saber “equações de segundo grau” faz com que ele reorganize, de modo particular, o conhecimento construído em sala de aula. Identificamos que ele usa técnicas e/ou sub-técnicas diferentes das utilizadas pelo professor na resolução das equações de segundo grau.

O que orientou a discussão dos resultados foram as técnicas utilizadas pelos autores e a síntese dos dados foi quali-quantitativa. A contribuição da pesquisa foi a praxeologia dos alunos. E, como implicações para a prática, a síntese das diferenças praxeológicas dos alunos. As implicações para a pesquisa foi o estudo sobre as relações praxeológicas entre alunos e professores.

O objeto de estudo desta tese são as diferenças e semelhanças nas práticas de professores no trabalho com equações do 2º grau. Trata-se de um conhecimento marginal equação do 2º grau dentro do grande eixo álgebra. A relevância do trabalho está na análise da praxeologia do professor comparada as do estudante. A marca da objetividade está no uso da Teoria Antropológica do Didático para análise sob a ótica da praxeologia. A subjetividade está

na evidencia dos elementos que apontam para a diferença nas praxeologia do professor e dos estudantes.

A originalidade está na busca de relações entre a praxeologia do professor e estudante a luz da análise do livro didático de matemática. O refinamento dos métodos se deu através da com a análise do livro didático como forma de reconhecer como era apresentado a equação do 2º. A seguir, o professor foi filmado em sua prática como forma de levantar todos os elementos quando ele estava em ação. Na sequência a análise da organização didática para identificar as técnicas que se apresentavam para realização da tarefa. Entre a terceira e quarta etapa há uma incompreensão no que tange a escrita do pesquisador, permanece a dúvida se há uma ou duas filmagens. A última etapa foi à entrevista semi-estruturada para identificar as escolhas do professor na organização didática.

A regularidade está na comparação das praxeologias dos estudantes e dos professores na ênfase nos subtipos de tarefa baseada nas técnicas de resolução de equação do 2º grau e torná-las categorias e analisá-las. A reprodutibilidade é uma condição que permite a Teoria Antropológica do Didático iluminasse a pesquisa, mas esta pesquisa devido a importância da comparação entre as práticas deveria ser realizada por outros pesquisadores para testar as categorias evidenciadas. Não foi identificado ideias fora da matemática que iluminasse a tese

Protocolo 11/20
<p>1. Etapa: identificação pesquisa</p> <hr/> <p>Qual o objeto de estudo da pesquisa? Aspectos ligados ao Ensino e aprendizagem de matemática tendo como centro a Sequência Fedathi e Tecnologias Digitais</p> <p>Qual o background da pesquisa? Em decorrência da própria trajetória profissional ligada a tecnologias e Educação Matemática</p> <p>Qual a fundamentação teórica escolhida? Sequência Fedathi, Tecnologias Digitais.</p> <p>Qual a questão da pesquisa? Como as tecnologias digitais e a Sequência Fedathi podem favorecer o ensino e a aprendizagem de geometria, dos licenciados em Matemática?</p> <p>Qual o objetivo da pesquisa? Investigar contribuições da Sequência Fedathi e das tecnologias digitais para o ensino e aprendizagem da Geometria na licenciatura em matemática</p> <p>Qual a metodologia de pesquisa? Sequência Fedathi</p> <p>Qual o método de pesquisa? Fichas diagnósticas individuais, aplicação de Sequencias didática.</p> <p>Quais as palavras-chave? Didática, Matemática, Sequência Fedathi, Tecnologias Digitais.</p> <p>Qual o público alvo da pesquisa? 7º semestre de matemática</p> <p>Qual o tamanho da amostra? 76 estudantes</p>
<p>2. Etapa: controle do tratamento dos dados</p> <hr/> <p>Qual base de dado escolhida? Laboratório de Ensino de Matemática</p> <p>Como o procedimento utilizado para a extração dos dados? Estudos teóricos acerca da problemática com realização de um pré-experimento, elaboração das sequencias didáticas, aplicação das sequências, análise das sequências didáticas.</p>

Qual o instrumento selecionado para extrair as informações?

Sequência Fedathi

Quais os dados que foram selecionados?

As interações efetivadas, principalmente, nas fases da maturação e discussão das soluções, possibilitando aos alunos novas percepções relativas à elaboração do conhecimento matemático, entre elas a experimentação, a aplicação de conceitos matemáticos na própria Matemática e a visualização.

Quais os critérios de inclusão e exclusão dos dados?

Não foi identificado

Análise dos dados da tese nº11

O problema: Como as tecnologias digitais e a Sequência Fedathi podem favorecer o ensino e a aprendizagem de geometria, dos licenciados em Matemática? Para responder esta pergunta foi utilizada como revisão de literatura a Didática Geral, Metodologia de ensino, Matemática, Sequência Fedathi, Tecnologias Digitais, Transposição Didática, Teoria das Situações Didáticas. Os dados foram avaliados por uma ficha de diagnóstica inicial e final e quatro sequências didáticas com atividade de geometria com o software Gabri-Géomètre. O experimento foi analisado através da Sequência Fedathi, contrato didático, transposição didática, situações didáticas.

Para a redução de dados a inclusão e exclusão de conceitos para a realização da atividade como os de diagonal e bissetriz. A exibição de dados foi o gráficos e protocolos com os resultados da pesquisa. Para a comparação de dados a análise de uma situação didática e sua comparação com outras situações didáticas, após formulação de várias sequências didática para chegar a uma situação fundamental, ou seja, aquela que apresente as variáveis capazes de coincidir em qualquer situação na qual se intervenha o conhecimento. Para conclusão desenho e verificação (fase final) após a análise das fichas diagnósticas, a interação entre os estudantes surge naturalmente, na maturação das atividades. Com a sequência fedathi a ênfase nos trabalhos individuais foi dada sobre a tomada de decisão, maturação e discussão das soluções e prova.

O que orientou a discussão dos resultados foi a incorporação de utilização das novas tecnologias na formação de alunos. A síntese dos dados é qualitativa. A contribuição da pesquisa foi oferecer tecnologias digitais para professores em um curso de formação. Como

implicações para a prática capacitar professores para o uso de tecnologias. As implicações para a pesquisa aperfeiçoar os resultados obtidos para trabalhar com Educação a Distância.

O objeto de estudo desta tese são os aspectos ligados ao Ensino e aprendizagem de matemática tendo como centro a Sequência Fedathi e Tecnologias Digitais. A relevância desta pesquisa está no uso da Sequência Fedathi como transposição informática com o software Cabri-Géomètre para o ensino e aprendizagem de geometria. A marca da objetividade está no reconhecimento da insuficiência de literatura da área, a subjetividade é marcada pela representação objetiva do conteúdo estudado. É possível dizer que esta tese reitera o mesmo prisma referente ao uso de tecnologias para o ensino de matemática em todos os níveis de ensino.

O refinamento do método iniciou com a elaboração do plano de aula da Sequência Fedathi com a transposição através do software Cabri-Géomètre que possibilitou verificar o desenvolvimento das atividades. A busca de regularidade é identificada com a aplicação de quatro sequências didáticas, e a ficha diagnóstica final. Os achados matemáticos estão em destaque na tentativa de resolver da mesma forma que se faz com lápis e papel. Esta tese é quase uma reprodução da dissertação da autora. A diferença está no uso da Didática geral, que é a ideia que se destaca fora da matemática.

Protocolo 12/20
<p>1. Etapa: identificação pesquisa</p> <hr/> <p>Qual o objeto de estudo da pesquisa? Construção do conceito de proporcionalidade</p> <p>Qual o background da pesquisa? A prática da pesquisadora enquanto professora</p> <p>Qual a fundamentação teórica escolhida? Teoria dos Campos Conceituais</p> <p>Qual a questão da pesquisa? A utilização de softwares educativos envolvendo a proporcionalidade presentes nas atividades digitais pode contribuir para o processo de construção da estrutura multiplicativa do pensamento do aluno?</p> <p>Qual o objetivo da pesquisa? Investigar o processo de construção dos conceitos que envolvem proporcionalidade utilizando atividades digitais de aprendizagem</p> <p>Qual a metodologia de pesquisa? Engenharia Didática</p> <p>Qual o método de pesquisa? Atividades digitais</p> <p>Quais as palavras-chave? Matemática. Proporcionalidade. Teoria dos Campos Conceituais. Engenharia Didática. Ambiente de aprendizagem. Software Educacional. Aluno. Ensino Fundamental. Ambiente Digital. Vergnaud, Gerard</p> <p>Qual o público alvo da pesquisa? Estudantes da Educação Básica nível fundamental 8ª série</p> <p>Qual o tamanho da amostra? Não foi identificado</p>
<p>2. Etapa: controle do tratamento dos dados</p> <hr/> <p>Qual base de dado escolhida? Não se aplica</p> <p>Como o procedimento utilizado para a extração dos dados?</p>

Através das etapas da Engenharia Didática.

Qual o instrumento selecionado para extrair as informações?

Aplicação de sequência didática

Quais os dados que foram selecionados?

Os dados coletados na análise *a priori* e *a posteriori*.

Quais os critérios de inclusão e exclusão dos dados?

A partir do confronto da análise *a priori* e *a posteriori*.

Análise dos dados da tese nº12

Atividades digitais relacionadas com a aprendizagem dos conceitos de proporcionalidade é o problema de pesquisa. Para revisão de literatura a Teoria dos Campos Conceituais, de Gerard Vergnaud foram utilizados. Para garantir uma maior abrangência de situações envolvendo o campo conceitual das estruturas multiplicativas e da proporcionalidade, selecionou-se os softwares Régua e Compasso, planilha eletrônica, geoplano, dois objetos de aprendizagem criados pelo grupo de pesquisa RIVED/UNIFRA, um vídeo “Matemática na Vida: Razão e Proporção”, do portal Domínio Público e objetos materiais como maquetes, molas, moedas, folhas de papel. Na análise prévia para as respostas do questionário se referem à proporcionalidade e a importância deste conteúdo para formação inicial do estudante. Atenção dada às interações entre os pares, registradas nas filmagens ou nos registros das respostas dadas nas atividades. O que orientou a discussão dos resultados foram as causas e dificuldades para mudança no processo de construção do conhecimento de proporcionalidade. A síntese dos dados é qualitativa.

Potenciais contribuições das atividades digitais para o desenvolvimento das estruturas multiplicativas e da proporcionalidade. Como implicações para a prática o professor tem um papel importante no planejamento, na escolha das atividades e no nível de profundidade abordado, devendo levar em conta o desenvolvimento cognitivo dos sujeitos, pois isto é um fator que poderá motivar ou não o aluno a “aprender a aprender”, ou seja, a querer ser o autor do seu próprio processo de construção de conhecimento. Como implicação para a pesquisa a Teoria dos Campos Conceituais é considerada cognitivista e busca compreender os processos de conceitualização, situando e estudando as filiações e rupturas entre conhecimentos do ponto de vista de seu conteúdo conceitual.

O objeto de estudo desta tese é o conceito de proporcionalidade. A relevância desta pesquisa está na análise da inserção do computador e avaliação do processo de formação dos conceitos de proporcionalidade com a utilização de atividades digitais a luz da Teoria dos Campos Conceituais. A marca da objetividade está na busca de novas práticas para o ensino de matemática, e a subjetividade está justamente no aperfeiçoamento das práticas. O trabalho é original no que tange a perspectiva do pesquisador no uso do computador para buscar melhorias do ensino e aprendizagem em matemático sobre o tema proporcionalidade.

O refinamento do método e a busca por regularidade aconteceu com a Engenharia Didática. Foi feito um questionário cujo objetivo era verificar o conhecimento do estudante em participar da pesquisa. Não foi identificar aportes teóricos fora da matemática.

Protocolo 13/20
<p>1. Etapa: identificação pesquisa</p> <hr/> <p>Qual o objeto de estudo da pesquisa? Geometria Euclidiana</p> <p>Qual o <i>background</i> da pesquisa? Trabalhar Geometria Euclidiana, numa abordagem dinâmica, com alunos, futuros professores, do curso de Licenciatura em Matemática da Universidade do Estado da Bahia.</p> <p>Qual a fundamentação teórica escolhida? Geometria euclidiana</p> <p>Qual a questão da pesquisa? Investigar, compreender e evidenciar as potencialidades didático-matemáticas da Metodologia de Ensino-Aprendizagem-Avaliação de Matemática através da Resolução de Problemas nos processos de ensinar e aprender Geometria.</p> <p>Qual o objetivo da pesquisa? Investigar, compreender e evidenciar as potencialidades didáticas - matemáticas da Metodologia de Ensino-Aprendizagem - Avaliação de Matemática através da Resolução de Problemas nos processos de ensinar e aprender Geometria.</p> <p>Qual a metodologia de pesquisa? Metodologia de pesquisa de Romberg</p> <p>Qual o método de pesquisa? A observação, o material escrito pelos alunos, questionários, filmagens, gravações e diário de campo.</p> <p>Quais as palavras-chave? Formação Inicial de Professores. Didática da Matemática. Resolução de Problemas. Geometria. Laboratório de Ensino de Matemática.</p> <p>Qual o público alvo da pesquisa? Professores</p> <p>Qual o tamanho da amostra? 13 alunos</p>
<p>2. Etapa: controle do tratamento dos dados</p> <hr/> <p>Qual base de dado escolhida? Não se aplica</p> <p>Como o procedimento utilizado para a extração dos dados?</p>

A observação, o material escrito pelos alunos, questionários, filmagens, gravações e diário de campo.

Qual o instrumento selecionado para extrair as informações?

Dois projetos de ensino foram criados e aplicados nas disciplinas Didática da Matemática e Laboratório de Ensino de Matemática II, respectivamente. Na junção desses dois projetos, depois de aplicados, concluiu-se que essa é mais uma pesquisa no contexto da Educação Matemática que une as disciplinas trabalhadas como uma dupla necessária para a formação de professores.

Quais os dados que foram selecionados?

Através de questionamentos sobre a Geometria Euclidiana: como a resolução de problema pode contribuir para a formação matemático-pedagógica do professor? Como o conhecimento didático aliado ao conhecimento matemático usando uma metodologia alternativa contribui de forma eficiente na formação do professor? Como compreender o processo de ensino e aprendizagem de geometria?

Quais os critérios de inclusão e exclusão dos dados? Não foi identificado

Análise dos dados da tese nº13

Importância de um Laboratório de Ensino de Matemática na formação de um professor de Matemática foi o problema de pesquisa. Para revisão de literatura a Metodologia de Ensino-Aprendizagem-Avaliação de Matemática através da Resolução de Problemas por meio da Geometria das Transformações, exigindo uma participação mais ativa dos alunos, desde o momento dos experimentos e observações até a generalização de novos conceitos geométricos. A avaliação dos dados aconteceu por meio de Resolução de Problemas. Análise dos dados foi identificado através de três eixos: Didática da Matemática na Formação do Professor, Resolução de Problemas na formação de professores e Geometria na História e seu ensino e aprendizagem. Depois foi relacionado os três eixos com a Metodologia de Romberg em questões que destacam a contribuição na formação do professor, necessidade do conhecimento didático aliado a um conhecimento matemático, e compreensão do processo de ensino e aprendizagem de geometria através da resolução de problemas.

O que orientou a discussão dos resultados foi a metodologia de Pesquisa de Romberg coma síntese dos dados é qualitativa. A contribuição da pesquisa para a Educação Matemática está, de fato, relacionada a esses três componentes. Quanto ao primeiro, podemos dizer que

esta pesquisa quis focar o professor em sua formação inicial e mostrar-lhe um caminho para melhorar a eficácia didática do ensino. O segundo mostrou-se como recurso – a resolução de problemas – para melhorar a eficácia do ensino da Matemática e, em especial da Geometria. O terceiro refere-se à pesquisa propriamente dita que, por sua vez, é de suma importância para a comunidade de pesquisadores e tem o espírito de promover mudanças, pois é coisa nova.

Como implicação para a prática a análise sobre as potencialidades que a Metodologia de Ensino-Aprendizagem-Avaliação de Matemática através da Resolução de Problemas oferece no sentido de incrementar a aprendizagem e melhorar os processos de ensino, assim como o de promover o aprimoramento das práticas dos professores no contexto de sala de aula de Matemática. E, como implicações para a pesquisa as mudanças urgentes na prática de ensino de muitos professores e acreditamos que essas mudanças devem acontecer no curso de Licenciatura, pois é nele, que esse futuro professor deve aprender Matemática com a finalidade de “ensinar Matemática” na Escola Básica.

O objeto de estudo da tese é a Geometria Euclidiana um conhecimento marginal que compõe conhecimento acumulado geometria, um dos grandes eixos de matemática. A relevância do tema está no tratamento metodológico de ensino para que a geometria euclidiana possa ser ensinada e aprendida de forma dinâmica em um Laboratório de Ensino de Matemática através de Resolução de Problemas.

A marca da objetividade da pesquisa está na potencialidade do material manipulável que favorece a subjetividade dos sujeitos envolvidos com respeito à compreensão do assunto abordado. O refinamento dos métodos se dá a partir da Metodologia de Pesquisa de Romberg com um bloco para identificação do problema de pesquisa, um bloco para resolução do problema de pesquisa e o último bloco para coletar e tirar conclusões. A observação, o material escrito pelos alunos, os questionários, as filmagens e o diário de campo auxiliou no tratamento dos achados.

A busca por regularidade apoia-se nos campos de Resolução de Problemas com Geometria Euclidiana envolvendo computadores e no desenvolvimento da metodologia de Romberg como forma de estabelecer conjecturas sobre a melhor forma de trabalhar com a formação inicial do professor de matemática. Devido à importância do conteúdo matemático seria importante reaplicar o projeto nas mesmas circunstâncias e atores de outras instituições públicas, como forma de apresentar a interação a prática profissional em termos matemático. Não há relacionamento com outras áreas fora da matemática.

Protocolo 14/20
1. Etapa: identificação pesquisa
<p>Qual o objeto de estudo da pesquisa? Potencialidade de um Ambiente Virtual de Ensino</p> <p>Qual o <i>background</i> da pesquisa? Avaliou as potencialidades de um Ambiente Virtual de Ensino- Telemeios no desenvolvimento de um curso a distância de Construções Geométricas com régua e compasso como o professor exercendo sua função mediadora seguindo as orientações da Sequência Fedathi.</p> <p>Qual a fundamentação teórica escolhida? Geometria plana</p> <p>Qual a questão da pesquisa? Quais são os impactos dos Ambientes Virtuais de Ensino – AVE no ensino e na aprendizagem de Matemática?</p> <p>Qual o objetivo da pesquisa? Discutir a utilização do Ambiente Virtual de Ensino TeleMeios no ensino de Matemática analisando seus desafios mais recorrentes e refletindo sobre o papel mediador do professor, nesse ambiente, empregando a Sequência Fedathi</p> <p>Qual a metodologia de pesquisa? Pesquisa Ação Participativa</p> <p>Qual o método de pesquisa? Gravação e</p> <p>Quais as palavras-chave? Sequência Fedathi, TeleMeios, Ambientes Virtuais de Ensino, Ensino de Matemática, Construções Geométricas</p> <p>Qual o público alvo da pesquisa? Pessoas que pudessem operar matemática e informática</p> <p>Qual o tamanho da amostra? 05 cinco</p>
2. Etapa: controle do tratamento dos dados
<p>Qual base de dado escolhida?</p>

Ambiente Virtual de Ensino (AVE)- TeleMeios

Como o procedimento utilizado para a extração dos dados?

Elaborou um curso de construções geométricas no ambiente virtual de ensino telemeios.

Qual o instrumento selecionado para extrair as informações?

O próprio Ambiente Virtual de Ensino

Quais os dados que foram selecionados?

Atividades desenvolvidas nas etapas da Engenharia Didática

Quais os critérios de inclusão e exclusão dos dados?

Não foi identificado

Análise dos dados da tese nº14

A Mediação entre professor, estudante e ambiente virtual foi o problema de pesquisa. Para revisão de literatura o estudo sobre construções Geométricas. Para avaliação, os dados foram extraídos das atividades realizadas no Ambiente Virtual de Ensino. A redução de dados foi gravada em disco rígido todas as ações das sessões. *Audacity* para o áudio e *CamStudio* para o vídeo ambos *softwares* livres. A exibição de dados foi os Gráficos e a comparação de dados foi entre o significado dado com o plano inicial das atividades, com a sala de aula tradicional e aula virtual. Para conclusão desenho e verificação (fase final) o Ambiente Virtual de Ensino foi montado em forma de curso para desenvolvimento dos experimentos relacionados com geometria.

O que orientou a discussão dos resultados foi a prática do estudante e a síntese dos dados foi quali-quantitativa. A contribuição da pesquisa foi o desenvolvimento do curso com utilização de tecnologias digitais com interação síncrona e compartilhamento total dos aplicativos. As implicações para a prática foi o conteúdo de Construções Geométricas, apesar de sua importância, tem sido pouco estudado no ensino básico no Brasil, e por meio de uma pesquisa-ação participativa, usando a metodologia da Engenharia Didática, uma nova proposta que agregou a tecnologia como elemento motivador e facilitador do trabalho com o tema. Implicações para a pesquisa foi a efetividade do ambiente tecnológico montado pela vigorosa interação entre os sujeitos e pela ativa mediação do professor. As construções geométricas foram elaboradas colaborativamente com a participação de todo o grupo.

Esta pesquisa tem como objeto de estudo a potencialidade de um Ambiente Virtual de Ensino. A relevância e originalidade deste tema estão no desenvolvimento de um curso a distância de construções geométricas através de um ambiente telemático denominado de Telemeios arquitetados com a utilização de rotinas de *softwares* livres, dotados de interface

que permite a comunicação através de texto, som, imagem e e-mail que possibilita compartilhamento de aplicativos. O diferencial está na interação total entre os sujeitos através de interligação síncrona, em tempo real, via internet.

A marca da objetividade está na utilização de rotinas virtuais de ensino e aprendizagem que marca a subjetividade do que está sendo apreendido pelo estudante à distância. O refinamento dos métodos foi através da pesquisa-ação participativa, e Engenharia Didática como referencial para elaboração de Sequência Didática. A busca por regularidade está no uso de software, o ambiente Telemeios, Geogebra, aplicativos *Audacity* e *CamStudio* da potencialidade do ambiente virtual. A reprodutibilidade está na produção e conhecimento. Não houve ideias fora da matemática.

Protocolo 15/20
<p>1. Etapa: identificação pesquisa</p> <hr/> <p>Qual o objeto de estudo da pesquisa? Raciocínio intuitivo</p> <p>Qual o background da pesquisa? Ensino e aprendizagem do Cálculo Diferencial e Integral a Várias Variáveis (CVV)</p> <p>Qual a fundamentação teórica escolhida? Teoria das Representações Semióticas</p> <p>Qual a questão da pesquisa? A importância da intuição, sua função na atividade inventiva, criativa e solucionadora de problemas para descrever categorias intuitivas estimuladas por mediação midiática.</p> <p>Qual o objetivo da pesquisa? Discutir sobre o papel da intuição estimulada por mediação midiática.</p> <p>Qual a metodologia de pesquisa? Análise de livros e Engenharia Didática</p> <p>Qual o método de pesquisa? Entrevistas semiestruturada</p> <p>Quais as palavras-chave? Sequência de Fedathi, Intuição, Cálculo a várias variáveis, Representações semióticas.</p> <p>Qual o público alvo da pesquisa? Estudantes de matemática</p> <p>Qual o tamanho da amostra? 80 alunos do curso de licenciatura de matemática matriculados na disciplina Cálculo III</p>
<p>2. Etapa: controle do tratamento dos dados</p> <hr/> <p>Qual base de dado escolhida? Proporcionar a evolução do conhecimento a respeito dos conceitos principais CVV</p> <p>Como o procedimento utilizado para a extração dos dados? Aplicação e experimentação da SF, aportamos os resultados mais proeminentes colhidos das entrevistas semi-estruturadas realizadas individualmente com um grupo de quatro alunos (e mais quatro no anexo II), nos momentos de aulas de ‘tira dúvidas’, e quando da aplicação das sete atividades distribuídas em dois momentos avaliativos após abordagem dos conteúdos</p>

previstos na disciplina Cálculo III.

Qual o instrumento selecionado para extrair as informações?

Entrevista e software

Quais os dados que foram selecionados?

08 alunos

Quais os critérios de inclusão e exclusão dos dados?

Os alunos exploraram os elementos principais das atividades propostas por intermédio da *percepção e visualização dos registros gráficos em 2D*.

Análise dos dados da tese nº15

A descrição e a adequação das categorias intuitivas (intuição afirmativa, intuição conjectural e intuição antecipatória) às fases de ensino do previstas pela proposta metodológica nominada Sequência Fedathi. Para a revisão de literatura, deste problema de pesquisa, o Cálculo Diferencial e Integral a Uma Variável Real - CUV noção de Conflitos Teóricos Computacionais – CTC. Todas as atividades desenvolvidas tiveram como ponto de partida e percepção e a visualização dos registros gráficos em 2D e em 3D.

O que orientou a discussão dos resultados foi a identificação/descrição das categorias do raciocínio intuitivo ao longo das fases de ensino da metodologia nominada Sequência Fedathi. A síntese dos dados foi a qualitativa. A contribuição da pesquisa foi a exploração didática de categorias do raciocínio intuitivo (intuição afirmativa, intuição conjectural e intuição antecipatória), com base em uma mediação didática que envolveu a exploração de registros de representação semiótica, pode proporcionar a evolução do conhecimento do estudante a respeito dos conceitos principais do CVV.

As implicações para a prática foi a importância do estímulo à elaboração de imagens mentais produzidas pelo ensino que estimula a intuição matemática, a produção de metáforas e a apreensão perceptual dos objetos em 3D do CVV e, deste modo, a evolução de crenças e valores epistêmicos não contraditórios relativos às propriedades formais do CVV. E, as implicações para a pesquisa foi o apoio computacional, com o emprego de softwares como o Geogebra e do CAS *Maple*, pode indicar elementos mais significativos no que diz respeito à transição interna do CUV para o CVV.

Esta pesquisa tem como objeto de estudo o Raciocínio Intuitivo. A relevância desta pesquisa está na busca em compreender como a intuição favorece a compreensão de Cálculo e

Várias Variáveis. A marca da objetividade está na busca da marca da subjetividade em compreender o que vem a ser o desenvolvimento da intuição no ensino e aprendizagem matemática. A originalidade desta tese está no papel da intuição, sua função na atividade inventiva, criativa e solucionadora de problemas para descrever categorias intuitivas estimuladas por mediação midiática.

O refinamento dos métodos aconteceu com análise de livros didáticos buscando regularidades na forma como o conteúdo cálculo e várias variáveis são apresentadas de forma equivocada. Para verificar estas afirmativas foi feito entrevistas tentando reconhecer categorias intuitivas. Por se tratar de um tema relacionado à matemática pura, a reprodutibilidade nas mesmas circunstâncias garantiria maior compreensão do papel da intuição no ensino de matemática. Psicologia Cognitiva se relacionou com Matemática.

Protocolo 16/20

1. Etapa: identificação pesquisa**Qual o objeto de estudo da pesquisa?**

Analisar o quanto o pensamento matemático pode contribuir com a formação de um administrador e, por conseguinte, entender como a matemática pode auxiliar uma ciência social aplicada, em especial a administração, a compreender melhor os seus fenômenos.

Qual o *background* da pesquisa?

Construção e da adequação de uma proposta pedagógica de ensino de matemática em uma disciplina introdutória na formação em administração, mediante uma abordagem metodológica de ensino produzida especificamente para tal pesquisa e abrangendo a matematização de fenômenos da realidade física por meio de uma ação interdisciplinar inerente a contextura complexa.

Qual a fundamentação teórica escolhida?

Redução e complexidade; Organização de sistema; Epistemologia e conhecimento.

Qual a questão da pesquisa?

O conhecimento matemático, o desenvolvimento do raciocínio lógico e o domínio da linguagem matemática podem auxiliar o profissional da administração no decorrer desse processo?

Qual o objetivo da pesquisa?

Investigar a construção e a adequação de uma proposta pedagógica de ensino introdutório de matemática, para o curso de administração, mediante uma abordagem metodológica de ensino que se fundamenta nos aportes teóricos da matematização, segundo uma ação interdisciplinar que permeia a dinâmica estabelecida pelo desenvolvimento do conhecimento matemático em meio às contexturas de redução e de complexidade.

Qual a metodologia de pesquisa?

A metodologia de pesquisa compreende uma sequência didática de ensino do conhecimento matemático, – análise textual discursiva –, traz as bases para a realização da análise dos dados obtidos na aplicação da proposta.

Qual o método de pesquisa?

Análise documental

Quais as palavras-chave?

Educação matemática. Administração. Ensino e metodologia. Modelos matemáticos. Matematização. Complexidade. Interdisciplinaridade. Proposta pedagógica.

Qual o público alvo da pesquisa?

Alunos de ensino superior do primeiro semestre do curso de administração

Qual o tamanho da amostra?

20 discentes - quatorze eram representantes do gênero feminino e seis do gênero masculino

2. Etapa: controle do tratamento dos dados

Qual base de dado escolhida?

Não se aplica

Como o procedimento utilizado para a extração dos dados?

Investigação para fundamentar teoricamente os conhecimentos relativos à complexidade e à interdisciplinaridade, pesquisa teórica a respeito da sistematização do curso de administração e dos conhecimentos inerentes a essa área, produzida uma proposta pedagógica de trabalho, segundo uma abordagem metodológica de ensino; análise textual do discurso dos professores que realizaram a análise da proposta pedagógica, a proposta pedagógica foi aplicada a uma turma de primeiro semestre do curso de administração, análise textual discursiva numa amostra representativa dos alunos e das atividades realizadas.

Qual o instrumento selecionado para extrair as informações?

Documentos (análise documental)

Quais os dados que foram selecionados?

Os perfis dos professores, dos alunos e da instituição de ensino onde foi aplicada a proposta, bem como a síntese de cada análise com seu respectivo meta-texto.

Quais os critérios de inclusão e exclusão dos dados?

Não foi identificado

Análise dos dados da tese nº16

O problema de pesquisa é a discussão sobre o paradigma da redução não era suficiente para responder a todas as questões impostas pelo atual contexto complexo, no qual se encontra a ciência e a sociedade. A revisão de literatura foi fundamentada nos aportes teóricos da complexidade e da interdisciplinaridade e estruturados segundo a abordagem metodológica de ensino desenvolvida especificamente para esta proposta pedagógica – abordagem

metodológica para uma integração conciliadora -, busca ser uma proposta inovadora ao ensino do conhecimento matemático introdutório nos cursos de administração.

A análise textual discursiva abrangente, realizada neste trabalho, envolvendo aspectos procedimentais de resolução, epistemológicos, de interdisciplinaridade suplementar e da textura complexa, com onze unidades e trinta subunidades diferentes, exigiu diversas organizações até atingir a forma final. A pesquisa revelou que o emprego da matematização (com seus componentes horizontal e vertical) – na obtenção dos modelos matemáticos contextualizados e tipo-essência em meio às contextualizações, recontextualizações e descontextualizações do conhecimento matemático – é um procedimento viável para o ensino da matemática, sobretudo com relação ao assunto funções.

O que orientou a discussão dos resultados foi a relevância do ensino de matemática no curso de administração, mediante a quantidade de fatores que influenciam a articulação entre essas áreas e face à complexa realidade que permeia o atual contexto sócio-cultural. A síntese dos dados é qualitativa. A contribuição da pesquisa foi a proposta pedagógica, avaliando questões relativas aos seus aspectos didático-sintáticos, didático-metodológicos, pedagógicos da aprendizagem, interdisciplinares e da complexidade. Como implicações para a prática a análise epistemológica, a qual foi apresentada os paradigmas da redução e da complexidade. Como implicação para a pesquisa o papel e a relevância do conhecimento matemático na área de administração e a construção de uma proposta pedagógica do ensino introdutório de matemática para o curso de administração, segundo uma abordagem metodológica apropriada.

Esta pesquisa tem como objeto de estudo a contribuição do pensamento matemático na formação do administrador. A relevância deste tema compreende entender como a matemática pode auxiliar uma ciência social aplicada, em especial a administração, a compreender melhor os seus fenômenos. A marca da objetividade está no desenvolvimento do assunto epistemologicamente, que se relaciona subjetivamente com o desenvolvimento do raciocínio lógico. A originalidade está em promover aplicação de conceitos matemáticos no campo educacional.

O refinamento dos métodos seguiu uma abordagem metodológica para uma integração conciliadora apresentando uma estrutura constituída por três fases: confrontação, teorização e atuação investigativa. A metodologia de pesquisa compreendeu uma sequência didática de ensino do conhecimento matemático, análise textual discursiva em fontes primárias que possam vir a trazer a base para a realização da análise dos dados obtidos na aplicação da proposta. A reprodutibilidade está na experiência que permitiu incluir no processo de

desenvolvimento do curso de administração a contribuição do conhecimento matemático. As ideias da área administração se relacionaram as ideias de matemática.

1. Etapa: identificação pesquisa

Qual o objeto de estudo da pesquisa?

Identificar as contribuições: 1) da Teoria de Registros de Representação Semiótica, aliada à Teoria das Situações Didáticas, para a conceitualização da Integral de Riemann para funções de uma Variável Real (chamada de Integral Definida, ao longo do texto); 2) da utilização dos Mapas Conceituais para acompanhar o desenvolvimento da conceitualização da Integral Definida.

Qual o *background* da pesquisa?

Elaborar uma sequência de tarefas, embasada nestas concepções teóricas, para o conceito de Integral de Riemann para funções de um Variável Real.

Qual a fundamentação teórica escolhida?

Pressupostos teóricos estão alicerçados às Teorias das Situações Didáticas e à Teoria de Registro de Representação Semiótica. Os Mapas Conceituais foram usados como instrumento didático de acompanhamento.

Qual a questão da pesquisa?

Em que medida os Mapas Conceituais contribui para acompanhar o desenvolvimento da conceitualização da Integral de Riemann?

Qual o objetivo da pesquisa?

Considerar os pressupostos das Teorias das Situações Didáticas e dos Registros de Representação Semiótica seja uma opção importante para a elaboração de tarefas que visem maior autonomia estudantil e para atender as especificidades da matemática.

Qual a metodologia de pesquisa?

Engenharia Didática

Qual o método de pesquisa?

Sequência didática por meio de minicurso

Quais as palavras-chave?

Integral de Riemann. Mapas Conceituais. Teoria de Registro de Representação Semiótica. Teoria da Situação Didática.

Qual o público alvo da pesquisa?

Estudantes do ensino superior

Qual o tamanho da amostra?

Grupo de treze alunos de 1º a 3º períodos dos cursos de Engenharia Civil, de Engenharia Ambiental, Engenharia de Produção e Licenciatura em Química.

2. Etapa: controle do tratamento dos dados**Qual base de dado escolhida?**

Não se aplica

Como o procedimento utilizado para a extração dos dados?

Variáveis micro-didáticas foram consideradas como tais, aquelas diretamente ligadas à sequência didática: o domínio de conceitos tidos como pré-requisitos para a compreensão do conceito de Integral Definida, como a convergência de sequências e séries e o cálculo de áreas sob uma curva (que requerem as noções de infinito, infinitésimo, proximidade); familiaridade discente com a representação em Língua Natural (facilidade de comunicação escrita); conversão de registros de representação com apoio do aplicativo computacional.

Qual o instrumento selecionado para extrair as informações?

O meio é o conjunto de situações (tarefas) que serão propostas aos alunos a fim de construir o conceito de Integral Definida, incluindo aí as conversões de registros, a utilização de mídias digitais, a elaboração de mapas conceituais, a estrutura da sala de aula e a comunicação com os demais alunos. Todas estas características permitem classificar o meio como um sistema antagônico ao sistema de ensino, pois proporcionam modificações sobre as quais o estudante não tem controle.

Quais os dados que foram selecionados?

Sequência didática planejada, as atividades foram elaboradas para que atingissem os quatro níveis das situações: ação, formulação, validação e institucionalização, e para que proporcionassem a desestabilização necessária para a ancoragem do conhecimento novo. Desse modo, a intenção era que ocorresse uma aprendizagem por adaptação, uma vez que, em vários momentos, é solicitado que o aluno observe, faça conjecturas e teste suas afirmações, antes mesmo da apresentação formal do conteúdo abordado em cada uma das etapas. Esta abordagem permite que o aluno experimente, discuta com os colegas e comece por desvelar o saber visado.

Quais os critérios de inclusão e exclusão dos dados?

Dois processos de regulação nos quais o professor é peça fundamental: o de devolução e o de institucionalização.

Análise dos dados da tese nº17

É possível observar a construção da conceitualização da Integral de Riemann por meio de Mapas Conceituais? A elaboração de Mapas Conceituais facilita a compreensão e a construção do conceito em tela? Para responder estas questões foi utilizado a Teorias das Situações Didáticas e dos Registros de Representação Semiótica, Integral de Riemann. Para as variáveis macro-didáticas consideradas foram a organização temporal do minicurso (tempo disponibilizado pelos alunos para a realização da sequência), e o uso de *softwares* computacionais. Foram considerados, como pré-requisitos para a compreensão do conceito de Integral Definida, os conceitos de convergência de sequências e séries, a notação somatória e o cálculo de áreas por meio do método dos retângulos. Desta forma, a sequência didática constou de cinco partes, sendo que cada uma delas contemplou um destes conceitos e a última parte foi dedicada à Integral Definida. Ao final de cada parte, solicitou-se a elaboração de um Mapa Conceitual, que serviu para análise do alcance do objetivo relativo a cada uma delas.

O que orientou a discussão dos resultados foi o mapa conceitual de cada uma das 11 atividades desenvolvidas pelos estudantes, através da síntese qualitativa de natureza exploratória. A contribuição da pesquisa são os Mapas Conceituais que foram usados como instrumento didático de acompanhamento. Com implicações para a prática quando na discussão em grupo e a exploração computacional trazem importantes contribuições para a aprendizagem dos conceitos. Além disso, pode-se inferir que a análise dos Mapas Conceituais elaborados pelos alunos, permite, ao professor, conhecer os aspectos que devem ser reforçados para que a compreensão do conteúdo integral definida seja amplificada, identificar possíveis obstáculos didáticos e confrontar conceitos-chave de docentes e discentes. As implicações para a pesquisa foram as atividades planejadas a fim de proporcionar autonomia e ação pelo aluno, baseadas nos diferentes registros de representação semiótica, tornam-se mais propícias à atribuição de significação ao conteúdo ensinado.

Esta pesquisa tem como objeto de estudo as contribuições do Mapa Conceitual para acompanhar o processo de conceitualização de Integral de Riemann. A relevância está no uso do Mapa Conceitual para acompanhar a aprendizagem discente em relação ao conceito de Integral. A marca da subjetividade está nas categorias criadas no uso do Mapa Conceitual para que objetivamente possa ser testado pelos sujeitos. A originalidade está no uso dos Mapas Conceituais como forma de contribuir para entendimento do conceito da Integral de Riemann.

O refinamento dos métodos e a reprodutibilidade foram através da Engenharia Didática na análise a priori e posteriori das 11 atividades desenvolvidas, da análise didática de

cada uma destas atividades e pela análise dos Mapas Conceituais. Depois o pesquisador para sintetizar estabeleceu relações entre o desenvolvimento das sequências didáticas x aprendizagem autônoma apresentando dificuldade da escrita seja usando a linguagem natural, seja a algébrica podendo vir a ser o motivo da falta de compreensão do assunto. Em metodologia docente x consequência para o professor no caso da dificuldade da linguagem para o estudante obtenha o professor deve planejar as sequências a ponto de atingir os objetivos planejados. Os mapas conceituais x aprendizagem x postura do professor, conforme os objetivos da disciplina o professor pode acompanhar o desenvolvimento intelectual do estudante por meio do confronto do que foi observado pelos Mapas Conceituais. A ideia fora da matemática são os Mapas Conceituais.

Protocolo 18/20
<p>1. Etapa: identificação pesquisa</p> <hr/> <p>Qual o objeto de estudo da pesquisa? Pesquisar sobre a própria prática docente</p> <p>Qual o <i>background</i> da pesquisa? Gênero “Pesquisa sobre a própria prática”, pois, como o próprio nome diz, corresponde ao nosso propósito de pesquisar nossa prática docente.</p> <p>Qual a fundamentação teórica escolhida? A Teoria do Agir Comunicativo de Jüngen Habermas - conceitos agir comunicativo, discurso, entendimento, agir estratégico, linguagem, atos de fala, pretensões de validade, mundo objetivo, mundo social, mundo subjetivo, mundo da vida e mundo sistêmico, como base para o desenvolvimento da unidade didática Matemática e Trânsito.</p> <p>Qual a questão da pesquisa? O que ocorre quando, numa sala de aula, trabalhando o tema Matemática e Trânsito, alunos e professora estão envolvidos em ações educativas pautadas na Teoria do Agir Comunicativo?</p> <p>Qual o objetivo da pesquisa? Compreender a própria prática para transforma- la.</p> <p>Qual a metodologia de pesquisa? Etnometodologia</p> <p>Qual o método de pesquisa? Observação participante, gravação, entrevista semi-estruturada.</p> <p>Quais as palavras-chave? Educação Matemática. Interface Matemática e Trânsito. Agir comunicativo. Pesquisa sobre a própria prática.</p> <p>Qual o público alvo da pesquisa? As atividades foram aplicadas em aulas para 28 alunos do 4º ano do Ensino Fundamental, na faixa etária de 9 a 11 anos, pela própria professora.</p> <p>Qual o tamanho da amostra? 28 alunos</p>
<p>2. Etapa: controle do tratamento dos dados</p> <hr/> <p>Qual base de dado escolhida?</p>

Não se aplica

Como o procedimento utilizado para a extração dos dados?

As interpretações foram feitas a partir da análise dos dados, que mostraram uma disposição dos alunos para participar das atividades e uma gradual evolução no agir comunicativo durante as aulas da unidade didática. Esta evolução foi percebida na interação entre os alunos e na existência da conexão entre os seus atos de fala, os quais mostravam uma complementaridade de seus raciocínios na concordância ou refutação dos argumentos apresentados.

Qual o instrumento selecionado para extrair as informações?

Gravação e entrevista semi estruturada

Quais os dados que foram selecionados?

Ações educativas

Quais os critérios de inclusão e exclusão dos dados?

Não houve

Análise dos dados da tese nº18

Compreender a própria prática profissional era o problema de pesquisa. A revisão de literatura foi a Teoria do Agir Comunicativo de Jüngen Habermas. A metodologia utilizada foi a Etnometodologia. As ações educativas realizadas contribuíram para fazer emergir nos alunos o agir comunicativo, posto que, nas aulas iniciais, as manifestações verbais eram feitas de maneira individual, de modo egocêntrico e, nas últimas aulas, pudemos perceber a ocorrência da intersubjetividade pela coordenação das ideias durante as discussões que marcavam o desenrolar das atividades. Atribuímos isto às ações educativas empreendidas que se tornaram enriquecedoras fornecendo informação e fazendo educação ao abrir espaço para o desenvolvimento do agir comunicativo e visar uma formação cidadã.

Os dados foram coletados nas gravações das aulas em áudio e vídeo, na observação participante, nas anotações em bloco de notas, nas atividades não diretivas que guardam certa semelhança com as entrevistas não estruturadas, nas produções escritas e nas manifestações orais dos alunos. As transcrições dos 13 encontros, formando uma unidade completa da aula, da introdução à avaliação de cada uma, que perfizeram 35 tempos de 45 min da grade horária escolar, foram analisadas, investigando o que emergia dos dados e nós fomos atribuindo-lhes

significado, o que também foi feito com as descrições da primeira, segunda, terceira e décima segunda aula.

O que orientou a discussão dos resultados foi a Teoria do Agir Comunicativo de Jüngen Habermas, e a síntese dos dados é qualitativa. Como contribuição da pesquisa as ações educativas, operadas nas aulas da unidade didática Matemática e Trânsito, foram o motor de propulsão para o Agir comunicativo, sendo o trabalho na interface Matemática e Trânsito a possibilidade do despertar da consciência ética e social dos alunos. A implicação para a prática são as ações educativas, operadas nas aulas da unidade didática Matemática e Trânsito, foram o motor de propulsão para o Agir comunicativo, sendo o trabalho na interface Matemática e Trânsito a possibilidade do despertar da consciência ética e social dos alunos. Como implicações para a pesquisa foi sobre a própria prática possibilitou a reflexão sobre o cotidiano da sala de aula, as atribuições docentes e a história de vida dos alunos e da professora.

O objeto de estudo desta tese é sobre pesquisar sobre a própria prática docente. A relevância e originalidade deste tema estão no estudo sobre a Teoria do Agir Comunicativo de Jüngen Habermas de onde é extraída a base para o desenvolvimento da unidade didática Matemática e Trânsito. A marca da objetividade está em distinguir duas modalidades pesquisadora e professora, cuja subjetividade é compreender a própria prática. O refinamento dos métodos aconteceu inicialmente por meio de gravação de áudio e vídeo das atividades diretivas que guardam semelhanças às entrevistas semi-estruturada e na observação participante, nas anotações em blocos de notas, nas manifestações orais e produções escritas dos estudantes.

Diante de um objeto de estudo como prática interessante que outro pesquisador nas mesmas condições e circunstâncias repetisse esta pesquisa. A questão não é atestar a veracidade das conclusões nem do estudo, mas para ampliar e aprofundar a evolução da compreensão sobre a própria prática docente diante de uma unidade didática. A ideia fora da matemática é a Teoria do Agir Comunicativo de Jüngen Habermas.

1. Etapa: identificação pesquisa

Qual o objeto de estudo da pesquisa?

Possibilidades e limites da criação de um ambiente que favorecesse o diálogo e a cooperação entre os diferentes sujeitos que interagem no contexto da aprendizagem escolar da Matemática, nos anos finais do ensino fundamental.

Qual o background da pesquisa?

Essa tese se debruça sobre as histórias de Gisele, Priscila, George, Tadeu, Wilson e alguns outros estudantes que aceitaram o desafio de dialogar para aprender e ensinar Matemática em um contexto escolar.

Qual a fundamentação teórica escolhida?

Concepção de diálogo de Bakhtin (2010), Bakhtin e Volochínov (2009) e Freire (1977, 1992, 2010, 2011a, 2011b, 2011c) e também no trabalho de Alrø e Skovsmose (2006) sobre diálogo e aprendizagem matemática.

Qual a questão da pesquisa?

É possível construir uma aprendizagem dialógica, de tal forma que todos possam aprender significativamente a Matemática? Como transformar a sala de aula em espaço de diálogo e interação, de tal forma que todos possam contribuir com a aprendizagem matemática de todos? Quais são as dificuldades e as possibilidades de se motivar o diálogo e a interação no processo de aprendizagem e ensino da matemática?

Qual o objetivo da pesquisa?

Analisar possibilidades e limites da criação de um ambiente que favorecesse o diálogo e a cooperação entre os diferentes sujeitos que interagem no contexto da aprendizagem escolar da Matemática, nos anos finais do ensino fundamental.

Qual a metodologia de pesquisa?

Epistemologia qualitativa de González-Rey

Qual o método de pesquisa?

Observação

Quais as palavras-chave?

Interação; diálogo; aprendizagem matemática

Qual o público alvo da pesquisa?

Anos finais do ensino fundamental.

Qual o tamanho da amostra?

4 estudantes do 7º e 30 da 8ª ano do ensino fundamental.

2. Etapa: controle do tratamento dos dados

Qual base de dado escolhida?

Projeto de monitoria de aprendizagem

Como o procedimento utilizado para a extração dos dados?

O primeiro foi o espaço/tempo de um projeto de extensão denominado “Matemática: nenhum a menos”, que acontecia no turno contrário ao das aulas regulares e no qual os estudantes eram motivados a interagir e a dialogar, colaborando uns com os outros na aprendizagem da Matemática, a partir da resolução de exercícios tradicionais, problemas e durante jogos. O segundo cenário foi o da própria sala de aula, onde esses mesmos estudantes foram observados em interação e diálogo, sobretudo na realização de exercícios tradicionais. O terceiro cenário foi o espaço/tempo do laboratório de informática, em que os estudantes foram observados interagindo e dialogando a partir de sequências didáticas em que foram utilizados aplicativos tecnológicos.

Qual o instrumento selecionado para extrair as informações?

Observação dos diálogos

Quais os dados que foram selecionados?

O jogo de perguntas e respostas revelando a presença do professor na fala dos estudantes. A relação entre o espaço/tempo dos cenários da pesquisa, a interação, o diálogo e a aprendizagem matemática. O diálogo a partir dos registros escritos uma possibilidade, e também um limite no desenvolvimento da atividade,

Quais os critérios de inclusão e exclusão dos dados?

Não foi identificado

Análise dos dados da tese nº19

“Analisar possibilidades e limites da criação de um ambiente que favorecesse o diálogo e a cooperação entre os diferentes sujeitos que interagem no contexto da aprendizagem escolar da Matemática nos anos finais do ensino fundamental. ” Não se tratava mais do diálogo entre estudantes em situação de fracasso e estudantes em situação de sucesso escolar, mas de todos os sujeitos que interagem no processo de aprendizagem escolar da

Matemática, entre eles, a própria pesquisadora. Para revisão de literatura foi utilizada Paulo Freire e Mikhail Bakhtin, com as ideias sobre diálogo e dialogismo.

A discussão e análise dos registros dos estudantes, concomitante às interações, tanto os diálogos desencadeiam e potencializam as aprendizagens, como estas desencadeiam e potencializam situações de diálogos. Na interação com seus pares, os estudantes, por meio do diálogo, entram em uma dinâmica sociocognitiva e metacognitiva que lhes possibilitam pensar sobre o que sabem e sobre o que não sabem, sobre o que sabem e o que não sabem os colegas, de tal forma que os permitem tomar consciência

A produção oral e escrita possibilitou falar sobre o que produziu e estimulá-lo a trocar experiências com os colegas, a explicar seus procedimentos é tanto uma possibilidade epistemológica quanto metodológica. Mas insistimos que tal perspectiva não prescinde da presença do professor que é aquele que está em melhores condições para efetivar mediações e intervenções necessárias à aprendizagem, sobretudo em situações de conflito.

O que orientou a discussão dos resultados foram os diálogos que também permitiram a observação de processos metacognitivos de autorregulação e validação, que indicam o funcionamento cognitivo dos estudantes e, portanto, o processo de desenvolvimento e aprendizagem matemática dos mesmos através da síntese dos dados qualitativa. As informações coletadas da pesquisa possibilitam afirmar que há uma mútua implicação entre diálogo e aprendizagem matemática. Como implicações para a prática tanto os diálogos potencializam e desencadeiam aprendizagens matemáticas, como as aprendizagens matemáticas potencializam e qualificam os diálogos. Como implicações para a pesquisa é possível observar que os estudantes interagem e dialogam de modo bastante diverso e tendem a reproduzir enunciados de seus professores. Fica evidente pelos diálogos que as relações dos estudantes entre si podem ser mais horizontais, quando há cooperação e parceria no trabalho, ou as mais verticais, quando a parceria cede lugar à orientação e supervisão.

O objeto de estudo desta pesquisa são as possibilidades e limites da criação de um ambiente que favorecesse o diálogo e a cooperação entre os diferentes sujeitos que interagem no contexto da aprendizagem escolar da Matemática, nos anos finais do ensino fundamental. A relevância e originalidade do tema estão na fundamentação teórica baseada em Mikhail Bakhtin e V. N. Volochínov, como também em Paulo Freire e Helle Alrø e Ole Skovsmose. A marca da objetividade está na busca de observar os processos metacognitivos de autorregulação e validação que indicam a marca da subjetividade do funcionamento cognitivo dos estudantes, e, portanto, o processo de desenvolvimento e aprendizagem dos mesmos.

O refinamento dos métodos buscou descrever e analisar a relação entre diálogo e aprendizagem matemática iniciado por um estudo exploratório em tempos. Os estudantes foram observados durante desenvolvimento de um projeto de extensão no laboratório de informática onde os estudantes eram motivados a interagir e dialogar durante a resolução dos jogos. Devido o experimento em um laboratório de informática reproduzir esta pesquisa possibilitar ampliar as conclusões sobre o processo de ensino e aprendizagem através dos diálogos. A ideia fora da matemática é sobre estética verbal.

Protocolo 20/20
1. Etapa: identificação pesquisa
<p>Qual o objeto de estudo da pesquisa? Produção de conhecimentos matemáticos de pessoas jovens e adultas, de caráter cognitivo e metacognitivo, mobilizados em tarefas escolares.</p> <p>Qual o <i>background</i> da pesquisa? Nossos sujeitos são jovens e adultos trabalhadores, empregados ou não, que se constituem em “seres matemáticos” mediante participação em práticas sociais e culturais organizadas, especialmente a convivência familiar e social, as passagens anteriores pela escola e as situações de trabalho.</p> <p>Qual a fundamentação teórica escolhida? Teoria dos Campos Conceituais e da Teoria das Situações Didáticas.</p> <p>Qual a questão da pesquisa? Que conhecimentos matemáticos são mobilizados por jovens e adultos em início de escolarização? A solicitação de explicitação oral de procedimentos matemáticos pode propiciar a emergência de atividade metacognitiva?</p> <p>Qual o objetivo da pesquisa? Identificar e analisar a produção de conhecimentos matemáticos em diferentes graus de formalização e explicitação oral e escrita, de caráter cognitivo e metacognitivo</p> <p>Qual a metodologia de pesquisa? Não foi identificada</p> <p>Qual o método de pesquisa? Entrevista clínica e microanálise na explicitação dos esquemas mentais</p> <p>Quais as palavras-chave? Alfabetização matemática de pessoas jovens e adultas, conhecimentos matemáticos de pessoas jovens e adultas, teoria dos campos conceituais.</p> <p>Qual o público alvo da pesquisa? Vinte e três educandos jovens e adultos, sendo quinze matriculados em um projeto de alfabetização popular e oito educandos, no total, matriculados em duas escolas públicas de primeiro segmento de Educação de Pessoas Jovens e Adultas na cidade de Brasília, Distrito Federal, Brasil.</p> <p>Qual o tamanho da amostra? 23 jovens adultos</p>

2. Etapa: controle do tratamento dos dados

Qual base de dado escolhida?

Não se aplica

Como o procedimento utilizado para a extração dos dados?

Entrevista aberta com os sujeitos do segundo estudo, na qual foram propostas as seguintes questões: (a) fale sobre sua vida escolar; (b) fale sobre sua vida profissional; e, (c) fale sobre o uso da Matemática no seu dia a dia.

Depois da entrevista semiestruturada, a entrevista análise clinica análise das produções dos educandos.

Qual o instrumento selecionado para extrair as informações?

Entrevista, gravações de áudio, caderno de campo, produções gráficas dos educandos.

Quais os dados que foram selecionados?

Os dados selecionados para microanálise foram às ações cognitivas dos sujeitos por ocasião de realização de tarefas escolares

Quais os critérios de inclusão e exclusão dos dados?

Não identificado

Análise dos dados da tese nº 20

A origem dos conhecimentos matemáticos no contexto da EJA é híbrida. É mesclada pelas experiências de vida em suas diversas dimensões, com destaque especial para o mundo do trabalho e para as passagens anteriores pela escola. A revisão de literatura utilizada foi a Teoria dos Campos Conceituais e das Situações Didáticas. Através da microanálise dos processos mentais quando no desenvolvimento de atividades a luz da Teoria dos Campos Conceituais e das Situações Didáticas.

O que orientou a discussão dos resultados foi a ampliação do repertório das estratégias de resolução de problemas e o uso de processos metacognitivos de solução de problemas, os quais englobam o conhecimento que o sujeito tem de seus próprios processos de pensamento. A síntese dos dados é qualitativa. A contribuição da pesquisa é uma das principais contribuições desta pesquisa a constatação de que a mobilização dos conhecimentos matemáticos de jovens e adultos tem influência do seu *locus* de produção, da natureza do conhecimento requerido pela situação e do contrato didático estabelecido entre educador, pesquisador e educandos. Isso nos revela um contexto tanto psicológico e cultural extremamente complexo quanto rico.

As implicações para a prática foi um papel importante da mediação do professor é estimular o registro dos procedimentos utilizados com a finalidade de produzir uma solução mediante representações numéricas e gráficas. Ocorre que muitos jovens e adultos resolvem situações-problema utilizando cálculo mental e têm dificuldade de “colocar no papel” o que fizeram “de cabeça”. Isto se dá, em parte, porque esses mesmos sujeitos não têm consciência de seus processos mentais. Cabe ao professor e ou pesquisador questioná-los sobre esse processo de resolução de problemas, pois na verbalização dos procedimentos adotados aparecem lacunas que podem ser esclarecidas e ocorre uma conscientização das maneiras de operar mentalmente por meio de sua explicitação. Como implicações para a pesquisa traduz um espaço necessário e desejável de análise e compreensão, com suas implicações pedagógicas, não só para o educador como também para o pesquisador.

O objeto de estudo desta tese é a produção do conhecimento matemático de Jovens e Adultos. A relevância e originalidade do tema estão justamente no processo de produção de conhecimento neste nível escolar. A marca da objetividade esta na explicitação dos esquemas mentais dos sujeitos envolvidos quando desenvolvem Situações Didáticas, evidenciando a marca da subjetividade na ocorrência de produção de conhecimento. O refinamento dos dados foi inicialmente por entrevista aberta com as seguintes questões: (a) fale sobre sua vida escolar; (b) fale sobre sua vida profissional; e, (c) fale sobre o uso da Matemática no seu dia a dia. Depois da entrevista semiestruturada, a entrevista análise clínica análise das produções dos educandos. Entrevista, gravações de áudio, caderno de campo, produções gráficas dos educandos possibilitaram refinar a compreensão do processo de produção de conhecimento, e os dados selecionados para microanálise foram às ações cognitivas dos sujeitos por ocasião de realização de tarefas escolares.

Estudos sobre Jovens e Adultos, e com relação à produção de conhecimento matemático ainda deixa a desejar. Neste sentido, a reprodução desta pesquisa nas mesmas condições favorecerá em maior fundamentação como norte de outros futuros trabalhos, que podem vir a se relacionar. Não foi identificadas ideias fora da matemática.

4.2. Análise da dinâmica da pesquisa: Metodologia Quadripolar da Prática de Pesquisa

O lugar da pesquisa quando tratada no polo morfológico, lugar da objetivação, requer tratamento metodológico específico. Ou seja, plano de organização dos fenômenos, os modos de articulação da expressão teórica objetivada da problemática da pesquisa. É, ao mesmo tempo, o quadro prático e operatório da representação e elaboração da estrutura dos objetos científicos. Tem como função a exposição, causação e objetivação que são complementares e indissociáveis. Como lugar de articulação do sentido e articulação das teorias trabalhar um conceito é fazer variar sua extensão e generalizar tornando-o modelo ou procurando um modelo para ele conferindo progressivamente transformações reguladas.

Nesta direção, a articulação se revela no estilo do pesquisador quando exprime seus resultados. É, justamente, esta forma de expressar que é correlata a sua prática metodológica. Trabalha-se com estilos do pesquisador para compreender sua prática de pesquisa. O pesquisador que tem o estilo literário é aquele que menos se afasta do saber não científico, portanto, é menos rigoroso na sua exposição. Ao optar pelo estilo acadêmico o pesquisador rompe com o senso comum desenvolvendo uma linguagem esotérica, com relativa coerência. O estilo erístico de um pesquisador tem sua argumentação toda desenvolvido rigorosamente, as definições e as proposições tem por vistas administrar a prova do seu trabalho.

Ao optar pelo estilo simbólico o pesquisador recorre à abstração lógico-matemática ou a quantificação, implicando em formulação estrita. O estilo postulativo o pesquisador busca a correspondência na lógica hipotético-dedutiva com o objetivo de fornecer provas rigorosas e com a finalidade de desenvolver um sistema de axiomas. E, no estilo formal o pesquisador realiza a abstração e desenvolve seu trabalho no rigor dedutivo sem se preocupar com problemas substanciais marginais.

Com estilos diversos, cada pesquisador realiza uma articulação significativa entre os elementos o que significa um rigor particular que adota. A noção de validade, como critério de qualidade, remete, neste sentido, a pertinência do sistema teórico matemático e as áreas atinentes para pesquisa fora da matemática, mas próximas da Educação Matemática. A prova neste polo é unicamente a função metodológica de fornecer configuração de exposição com exigência de coerência. Na causação articulam-se os fatos em uma configuração operatória para observar se a noção funciona. Ou seja, trata-se de coerência semântica, cuja tônica é colocada na predominância do todo sobre as partes quando o fenômeno é compreendido. Na objetivação a um conjunto onde a crítica do pesquisador pode desempenhar papel regulador.

Um aspecto importante nas teses em Didática da Matemática é o modo como o pesquisador exprime seus resultados e o modo de articulação que revela seu estilo que é a expressão correlata ao modo de reflexão da sua própria prática metodológica. Esta questão indiretamente determina a observação dos critérios de qualidade, o rigor e a precisão, não é de pertinência metodológica. Por exemplo, um dos assuntos recorrentes é o uso da Sequência Didática e Sequência Fedathi para verificação de aprendizagem de algum aspecto conceitual que foi trabalhado através de uma destas sequências coloca-as como solução eficaz diante de um contrato didático quando bem estabelecido nos diferentes níveis de ensino.

O uso dos estilos tem relação com o problema essencial da própria pertinência do espaço morfológico diante do problema de pesquisa que o pesquisador se propõe a objetivar e tornar coerente. Apresenta-se a noção de validade quanto à pertinência do sistema teórico, mais do que uma verificação particular da teoria. Sendo a expressão da verdade a força do formal é tornar presente, logo à legitimidade da pertinência da analogia ao uso desta ou daquela teoria é o que legitima ou não a reivindicação da problemática que a teoria explicita. Em última instância as teorias destacadas nas teses analisadas têm como referência e prestam contas a Didática da Matemática integrando-a de com o poder explicativo da Psicologia da Didática da Matemática e seus postulados teóricos.

Colocar o poder explicativo da Psicologia da Didática da Matemática é a tentativa de não reduzir o estudo do objeto de pesquisa ao aspecto apenas de articulação do que é visto de seus elementos em detalhes, mas uma significação que a ultrapassa a simbolização. No polo teórico não se trata de aplicar uma lógica da prova de verificação de como foi o procedimento do polo morfológico. A única prova é o rigor e precisão, e a coerência dos objetos de estudos. Ao polo morfológico compete justamente a função metodológica de fornecer uma configuração delineada com a exigência latente da coerência entre as partes no sentido de rede. Cada ponto da rede morfológica, objetivo, hipóteses, variável, contribuições, representam várias entradas de conexões múltiplas.

Neste caso, a modalidade expressa desta rede quando na relação entre a Psicologia da Didática da Matemática e a Didática da Matemática estabelece-se mais através do argumento tomado em sua extensão geral apresentando uma rede tabular onde os elementos são interdependentes, onde é possível recortar subconjuntos restritos, localmente organizados, destacando suas totalidades parciais, plurais e setoriais. Esta forma de trabalhar coloca uma questão importante: refinasse e torna-se complexo o modelo que o pesquisador está buscando e aproxima-se o problema de pesquisa, generalizando a técnica.

Desta forma, a complexidade não seria mais obstáculo ao conhecimento, apresentam-se modelos teóricos icônicos ou simbólicos que serviriam para interpretar uma teoria abstrata, em um movimento axiomático, expressando parte de uma teoria por uma tradição de pesquisa e colocando o sentido explicando o resultado do estudo por outra tradição de pesquisa. Do ponto de vista da causação isto pode vir a ser um problema de indeterminação.

A questão que se coloca em estudo é a possibilidade de passar à ideia de algo que é dado a primeira vista que nunca foi dado, ou que não pode ser dado na experiência. A causalidade precisa, neste caso, ultrapassar o dado observado, mais do que o dado pode ser dado. Ou seja, tal acontecimento X sendo anterior a Y e tal W sobre influência de Z deve ter como frequência raciocínio um modelo funcionalista aspectos em termos da função explicação. Ou seja, se é dado uma sequência didática se a finalidade e o objetivo é a causa determinante, não se trata, portanto, de apreender consistência lógica do todo sobre as partes, mas seu inverso. De maneira geral, nas teses estudadas é estabelecida na rede morfológica e estabelecida entre seus correspondentes teóricos como conexões “frouxas” ou “densas” em relação ao seu objeto de estudo.

Uma simples ordem de classificação não é garantia de cientificidade de análise para apreciar o problema da gênese das hipóteses que orientam essas análises. A explicação possível é que o pesquisador ao criticar o caráter excessivamente arbitrário na sua prática de pesquisa apresenta, em sua maioria, conexões teóricas densas. De qualquer modo, precisão analítica reforçada pela precisão quantitativa ou formalista não recusa a teoria explicativa porque seria evitar o refinamento do esquema teórico de sua prática de pesquisa.

A reunião de diversas tradições de pesquisa e suas contribuições pode vir a construir um mosaico cuja coerência de produção se torne fraca com utilidade bastante restrita, apenas como um instrumento de pesquisa e não um método de explicação. Precisa, portanto, caracterizar metodologicamente as condições formais de construção do “conceito” original. É necessário um conceito que defina o objeto de estudo. Em seguida, é necessário que as relações determinem uma ordem entre os elementos teóricos trabalhados para que estabeleça proposições que impliquem em determinadas características da transitividade destas relações.

O quadro sistêmico de análise reconhece numa problemática qualquer de pesquisa a predominância do todo sobre as partes e, por conseguinte, aborda seu objeto sob a forma coerente e globalizante de uma rede de relações. Este quadro tende a totalidade das realidades sociais estudadas privilegiando seus aspectos estruturais apreendendo através do conjunto dos seus elementos constitutivos e das relações entre estes elementos. Como também, presta uso

diferenciado da pesquisa e coloca exigência metodológica diferente conforme o sistema. O sistema é então a articulação das teorias em um todo.

Em relação aos modos de investigação e coleta diante do seu campo de observação, o pesquisador pode ocupar uma posição muito diferente. Como um observador distante e separado do real que estuda ou implicado pessoalmente e aborde de algum modo a partir de dentro da comunidade. Nas teses trabalhadas há evidências das duas situações. Na primeira perspectiva o pesquisador tende a permanecer neutro e emprega procedimentos aos quais os objetos a eles estão submetidos não reagem. O modo de investigação e coleta não implica nenhum processo de interação com o contexto, há presença de fontes documentais e estatísticas. Este modo de investigar se relaciona com as teses sobre como ensina e aprende matemática através das Sequências Didáticas e Sequência Fedathi.

A segunda perspectiva repousa na ideia de que o pesquisador deve adotar uma orientação subjetiva aos fenômenos e se aproximar o máximo a fim de compreender os atores e seus comportamentos. Esta perspectiva se aproxima das teses que discutem sobre o conhecimento do professor de matemática. Há uma atitude compreensiva que supõe uma participação ativa na vida dos sujeitos e uma análise em profundidade, embora não tenha sido objetivo do pesquisador adquirir conhecimento sobre o que acontece de fato, mas se familiarizar com a situação como é definida pelos atores estudados. A utilização da observação participante, e da pesquisa-ação acentua a compreensão intersubjetiva dos dados. Parte do sujeito mais do que a partir do conceito e dos protocolos que falseariam o conhecimento do mundo empírico devido a sua própria subjetivação.

Essas diferenças entre os modos de fazer pesquisa fazem deles estratégias de pesquisa de valor desigual no plano metodológico. Existe uma complementariedade entre estas perspectivas que justificara sua integração em um mesmo programa de pesquisa constituindo cada um, uma elucidação particular. Há também as teses pesquisadas que contemplam os estudos comparativos. O interesse reside na ultrapassagem da unicidade e na evidenciação de regularidades cujas semelhanças e não semelhanças são analisadas. Estudo comparativo assume formas variadas, a natureza – qualitativa ou quantitativa – dos dados na perspectiva sincrônica ou diacrônica.

Uma dificuldade inerente aos estudos comparativos quantitativos reside precisamente na definição e na medida dos dados e na construção das variáveis, de tal maneira que o recurso aos métodos estatísticos seja possível e fecundo. Quando se trata de estudo sobre a mudança ou evolução do objeto de pesquisa a análise comparativa deve recorrer para um

método e pesquisa histórica porque marca a origem das transformações e utilização de conceitos que explique o processo sequencial de mudança.

Nas teses coletadas em Didática da Matemática muitas versam sobre experimentação. Existem várias estratégias de experimentação possíveis cujas exigências e valores metodológicos variam sensivelmente desde a experimentação pura nas condições do laboratório até a pesquisa ação que mede os efeitos de uma mudança induzida que constitui uma espécie de experiência de campo. A diferença é o que é essencial, com vistas ao maior ou menor controle de manipulação das variáveis.

A experimentação assume, então, formas adaptadas ao campo como, por exemplo, a quase-experimentação, ou pesquisa ação que suscita o problema de validade interna. A validade interna é a exigência mínima na falta da qual a experiência não pode ser interpretada. Os efeitos dos tratamentos dos dados não podem ser distorcidos por variáveis que escapam ao controle. A validade externa é a representatividade da experiência ou a medida na qual seus resultados podem ser generalizados. Os dois tipos de validade raramente estão juntos e a experimentação é sempre confrontada com o dilema entre o controle e a representatividade.

Com relação às escolas de pensamento filosófico contemporâneo em sua relação com a visão de ciência metodologia de pesquisa: positivismo, estruturalismo, fenomenologia e construtivismo. Estas escolas são como grandes guarda-chuvas que abrigam diferentes posicionamentos não necessariamente excludentes. Ao falar sobre as diferentes abordagens filosóficas na pesquisa identifica-se complementariedades e cumplicidades nas teorias rivalidades e contradições. Estas escolas estão presentes nas teses estudadas neste trabalho cuja tradição de pesquisa é Didática da Matemática. As teses estudadas apresentaram como fontes de formulação teórica devem ser procuradas ao nível do polo epistemológico: fenomenologia, dialética, lógica hipotético-dedutiva e quantificação.

A fenomenologia é como prática científica, como metodologia de compreensão, como filosofia crítica das ciências, como estética da existência. A fenomenologia não tenta substituir a ciência, mas estabelecer com precisão sua problemática reorientando a pesquisa. O pesquisador, nas teses estudadas, utilizou a fenomenologia para objetivar a compreensão de seu objeto de pesquisa e pensar em um procedimento útil e fecundo. A etnometodologia apoia-se nos métodos fenomenológicos e hermenêuticos. A etnometodologia é o estudo do raciocínio prático constitutivo da sociedade, uma interação situada, autorregulada e reflexiva entre a organização da memória, e a palavra. A reflexão fenomenológica guia o pesquisador ao rigor na observação e exige uma metodologia que não dissocie a teoria da experiência. Esta é a

lógica do pesquisador, nas teses estudadas, quando escolhe em sua prática a abordagem fenomenológica.

A abordagem dialética possuem várias concepções que se articulam entre autores. Nas teses estudadas, a dialética significa a tentativa do pesquisador conceber a cada momento a análise como parte do processo social analisado e sua consciência crítica. Um processo epistemológico crítico essencial cujo campo de pertinência se situa na teoria. A relação essencial que a dialética evidencia é a identidade de um pensamento. O método dialético deve revelar os problemas reais em todas as suas formas. Vários procedimentos críticos estão disponíveis, uma delas é a complementariedade tal como apresentada por Hans Georg Steiner. A complementariedade desvela a aparência da exclusão recíproca entre os elementos estudados destacando suas relações mútuas. Os pesquisadores, das teses estudadas, que trabalham com esta abordagem apresentam a relatividade e a insuficiência de conceitos contrários que estão em continuidade.

A abordagem hipotético-dedutiva se desenvolve na pesquisa como um ciclo. Coloca-se uma hipótese ao encontro de um fenômeno e pressupõe-se que reencontre e seja confrontada com os fatos disponíveis. O método da hipótese tenta trazer uma resposta para o problema estudado e submete-se em seguida a um controle empírico, derivam-se da hipótese novas implicações e verificações a luz de observações ou experimentações. As teses com esta abordagem, desenvolve uma demonstração axiomática onde separando o hipotético do lógico. Usar unicamente a esta abordagem é negligenciar o papel dos polos morfológico e epistemológico.

A quantificação são os modos de raciocínio que permitem guiar a pesquisa e expor rigorosamente os seus resultados consolidando uma argumentação, e possibilitando precisão. Nas teses estudadas, constituiu uma ligação entre a operacionalização das hipóteses e a coleta de informações, e exigências metodológicas. O pesquisador estabeleceu números dispostos segundo determinadas regras, uma ordem quantitativa, fiel, discriminante e válida. A validade, entretanto, é uma função do conjunto de operações metodológicas e não uma precisão de medidas.

A preparação de um conjunto de dados conduz a escolha de uma Metodologia de Pesquisa iluminada por Critérios de Qualidade de Pesquisa. A discussão sobre metodologia de pesquisa pode vir a se tornar empobrecida devido a pouca criatividade em relação ao uso dos métodos e quando há maior valorização da forma técnica. O pesquisador não deve contentar apenas com o desenvolvimento de publicações, mas deve ser capaz de debater em espaços

públicos sobre o assunto pesquisado em relação as distintas perspectivas filosóficas e suas concepções epistemológicas.

CONSIDERAÇÕES FINAIS PARA A PESQUISA

Como analisar a metodologia de pesquisa nas teses de Didática da Matemática? A Revisão Sistemática Integrativa favoreceu ao levantamento bibliográfico maior rigor e articulação no campo de criação. E os polos da prática metodológica levam a campo um determinado potencial de produtividade que representa a constituição do objeto como singularidade. A epistemologia foi tomada como “consciência” metodológica capaz de definir a própria dinâmica. Esta perspectiva faz compreender a proposição da complementariedade (Hans Georg Steiner) da pesquisa em Educação Matemática entre objeto de estudo e preocupação metodológica.

O pesquisador em Educação Matemática não pode prescindir de ampliação da dimensão da área para melhor compreender o fenômeno estudado. E, para este fim, a opção pela Revisão Sistemática Integrativa, usada na área de saúde, é apropriada para delinear o processo de formação bibliográfico do *framework* da pesquisa a ser trabalhada. E para prover maior compreensão, rigor e inclusão destas bibliografias referentes a teorias, e métodos, os polos da prática de pesquisa trabalhará na perspectiva epistemológica, teórica, técnica e morfológica, mais usada nas ciências sociais. Para analisar as inter-relações no tratamento do construto Metodologia de pesquisa destaca-se o uso dos Critérios de Qualidade, mais usada nas ciências naturais como discutido por Jeremy Kilpatrick e Anna Sierpiska.

Compreender a natureza do método científico nas ciências naturais e sociais e realizar pesquisas, estimular uma visão crítica do método-científico, promover reflexão crítica de fundamentos teóricos, metodológicos, filosóficos, explicar o porquê da utilização dos procedimentos: análise de gráficos, técnicas de medida, testes estatísticos, tudo isso e muito mais faz parte da prática do pesquisador. *Quais as ideias sobre metodologia de pesquisa em destaque?*

A questão de qualidade na pesquisa pode ter seu ponto de partida na construção e projeção da pergunta de pesquisa que se não for clara e precisa aflora características marginais. Se a questão de pesquisa for significativa às respostas podem vir a ter uma grande variedade de consequências para a Educação Matemática. Significado em último sentido é referido com relevância. Profundidade intelectual tem relação com a numerosidade de links, portanto, a reprodutibilidade com inúmeras ligações. A originalidade pode abrir novas perspectivas sobre o que vale a pena conhecer.

Não existe um consenso entre os pesquisadores em Educação Matemática e critérios de qualidade na pesquisa. Discutir sobre estes critérios está relacionado com as diferentes escolas filosóficas de pesquisa. Quando o pesquisador não faz uma escolha epistemológica clara e precisa é difícil discutir diferentes posições. As diferentes opções epistemológicas leva a de critérios de qualidade na prática de pesquisa, e nos diferentes modos de ajuizar a presença.

Entretanto, Didática da Matemática é uma tradição diversa em enfoque, métodos e contextos e aborda questionamentos de diferentes ordens. O que caracteriza uma pesquisa em Didática da Matemática? Didática da Matemática é uma tradição de pesquisa que tem como objeto de estudo a compreensão interpretação e descrição dos fenômenos referente ao ensino e aprendizagem de matemática. Como julgar se uma pesquisa é boa?

Pode-se inferir que a tradição de pesquisa Didática da Matemática brasileira tem um comportamento diferenciado em relação ao tratamento metodológico. Entretanto, para que esta questão possa vir a ter evidências, é necessário passar pelos critérios de qualidade aqui propostos tal como Jeremy Kilpatrick. Sendo assim, para afirmar a importância dos critérios, acredita-se que é necessário replicar esta pesquisa em questão, como forma de atender, inclusive aos Critérios de Qualidade de Pesquisa, com a mesma tradição ou com outra tradição de pesquisa.

Nos últimos 30 anos com a expansão da pós-graduação no Brasil novas abordagens metodológicas se apresentam. Os temas começam a tomar uma dimensão que podem impactar ou não a produção científica. A propagação da ideia de sequências didáticas sem relação com a Didática da Matemática, por exemplo, uma metodologia de ensino tratada como metodologia de pesquisa, uma metodologia de pesquisa sem o lastro da comunidade onde está inserida, gera resultados marginais diante do objeto de estudo quando na prática de pesquisa do próprio pesquisador. Para compreender e interpretar parte das questões e problemas da Educação Matemática recorre-se as outras áreas de pesquisa. Emergem uma nova compreensão a cerca da natureza e uso da abordagem qualitativa, quantitativa ou quali-quantitativa.

Uma abordagem orientada para problemas é caracterizada por uma multiplicidade de métodos. Não existe uma escolha por um método certo ou errado, pois a escolha por este ou aquele método enfatiza o critério de qualidade que está aí associado, ao passo que uma abordagem centrada no problema incidirá sobre a escolha do problema de pesquisa e sobre as suas consequências. Adotar a RSI e Metodologia Quadripolar na formação inicial do pesquisador em Educação Matemática, pode vir a trazer maior interlocução logo no projeto de

pesquisa, no *design* da pesquisa como um todo, ou em suas aulas de Metodologia de Pesquisa que não são específicas da área.

Esta pesquisa é uma proposição à comunidade de Educação Matemática sobre a discussão dos Critérios de Qualidade de Pesquisa diante da tarefa de adquirir marcos metodológicos precisos, adequados às bases construídas da área. Vale ressaltar, que o ponto de vista do pesquisador jamais será o da comunidade sem que produza diálogos, mas na produção de diálogos a comunidade está inserida no ponto de vista do pesquisador.

Pode-se recorrer em Educação Matemática ao domínio aos métodos das Ciências Naturais ou Ciências Sociais? Uma possibilidade consistiria em encontrar um meio de analisar os fenômenos humanos e sociais colocando os agentes e fazendo aparecer sistemas e subsistemas tal como Hans-Georg Steiner propôs através das nove ideias desenvolvidas no capítulo 1. O desenvolvimento de uma abordagem global para a Educação Matemática com um sistema interativo que inclui o desenvolvimento e a prática de uma visão sistêmica.

Para analisar em termos de sistemas, do ponto de vista de alguns autores, bastaria estabelecer uma analogia formal entre um conhecimento matemático e uma unidade de comportamento ou interação social e descobrir parâmetros de natureza abstrata a ponto de adaptar a natureza do objeto estudado e captá-lo na forma de ação, ou seja, na própria produção. Parte-se, então, para interpretação e tenta-se reunir as intencionalidades próprias do próprio pesquisador. Conclusão funda-se um método de alcance universal, fixada em uma perspectiva singular que pode deixar de lado o que de mais significativo à pesquisa propõe.

Neste sentido, o mais interessante é trabalhar com métodos pelo qual será possível atingir concepções coerentes. Este é o pensamento de Jeremy Kilpatrick quando aponta que diante dos vários elementos o pesquisador em Educação Matemática tem a possibilidade de analisar o uso dos métodos diante de seu objeto de estudo. Jeremy Kilpatrick pensou em Critérios de Qualidades para Educação Matemática, na expectativa de trabalhar a identidade da área.

Um tema comum Metodologia da Pesquisa situada sempre em capítulos de produção acadêmica. Esta tese apresenta uma mudança de perspectiva denominada de Metodologia da Pesquisa em Educação Matemática. Cada tradição de pesquisa precisa de um olhar acurado quando se trata de Metodologia de Pesquisa. Não é possível estabelecer um padrão de uniformidade diante dos seus objetos de estudos em suas pesquisas. Conclui-se defendendo a tese que os a discussão sobre a possibilidade de uma Teoria em Educação Matemática, os Critérios de Qualidade de Pesquisa, na formação de novos pesquisadores pode vir a oferecer

estímulos e reflexões tanto para pesquisadores experientes quanto para pesquisadores neófitos em qualquer Tradição de Pesquisa em Educação Matemática.

A tese foi estruturada topologicamente para fornecer uma síntese da representação do domínio de pesquisa, suas representações e autores e suas contribuições. Centra-se nos diferentes caminhos metodológicos, nas relações entre os capítulos e não tem como proposta oferecer um manual de Didática da Matemática. Claro que, há diferença nas tradições de pesquisa, entre um referencial teórico, na diferenciação dos métodos utilizados, na discussão internacional.

Quanto à reflexão de como a Metodologia de Pesquisa pode vir a se organizar de maneira explícita coloca-se o próprio processo em seu devir histórico. Existem determinações imanentes que se impõem no processo histórico nas condições que determinam as relações entre o pesquisador e o conhecimento. O procedimento científico, portanto, é ao mesmo tempo aquisição de um saber, aperfeiçoamento de uma metodologia e elaboração de uma norma. Logo, é possível uma reflexão de natureza epistemológica compreendida como ideia reguladora que orienta o pesquisador e que assim favorece e consegue aperfeiçoar métodos cada vez mais eficazes.

Neste sentido, torna-se claro a importância de discernir sobre o papel e a importância da discussão epistemológica no processo de pesquisa que revela seu caráter reflexivo, como vigilância interna da ciência sobre seus procedimentos e resultados. Paul de Bruyne, Jacques Herman e Marc de Schoutheete propõem que a epistemologia estabeleça as condições de objetividade dos conhecimentos científicos, dos modos de observação e de experimentação e as relações entre as teorias e fatos. Coaduna, portanto, com o exame dos Critérios de Qualidade na Pesquisa proposto por Jeremy Kilprattick e Anna Sierpinska. Igualmente, o pesquisador encontra na reflexão epistemológica os fundamentos que asseguram o rigor, a exatidão, a precisão de utilização de procedimentos metodológicos.

Diante do crescimento da área, em um dado momento, o que é produzido não virá mais acrescentar o que já foi produzido anteriormente, mas criar condições de nova produção mais qualificada. Trata-se, entretanto, de assegurar mecanismos para aquisição de novas informações. A preocupação que inspira a construção deste trabalho são as teses em Didática da Matemática e a Metodologia de Pesquisa que possa vir a trazer elementos constitutivos de funcionamento em termos de Critérios de Qualidade de Pesquisa. Era necessário situar os aspectos em um quadro mais amplo, onde os dados pressupõem esquemas conceituais

carregados de teorias, partindo da construção do objeto de estudo que só poderia ser captado em um procedimento dinâmico.

REFERÊNCIA

ALMOULOUD, S.A., COUTINHO, C.Q.S. Engenharia Didática: características e seus usos em trabalhos apresentados no GT-19 / ANPed 1. **REVEMAT** - Revista Eletrônica de Educação Matemática. v. 3. (6), p.62-77, UFSC: 2008. Disponível em: http://scholar.google.com.br/citations?view_op=view_citation&hl=pt-BR&user=06dXr0AAAAAJ&citation_for_view=06dXr0AAAAAJ:9yKSN-GCB0IC. Acesso em: 08.02.2014.

ARTIGÜE, M. LENFANT, A. RODITI, E. Comparison of different theoretical frameworks in didactic analyses of videotaped classroom observations. Proceedings of the 4 **Conference of the European Society in Mathematics Education**, 2005, p. 1316-1326

BALACHEFF, N., HOWSON, A. G., SFARD, A., STEINBRING, H., KILPATRICK, J., & SIERPINSKA, A. Discussion document. In: KILPATRICK, J., & SIERPINSKA, A. (Eds.), Mathematics education as a research domain: A search for identity (pp. 3–8). Dordrecht: Kluwer. 1998.

BALDINO, R. Ensino da Matemática ou Educação Matemática? Revista Temas e Debates; Ano IV; n.3; pp. 51 - 60, 1991

BISHOP, A. Research, effectiveness, and the practitioners' world. In: SIERPINSKA, A. KILPATRICK, J. (eds) Mathematics education as a research domain: a search for identity. Dordrecht: Kluwer. 1997.

BOGDAN, R. C.; BIKLEN, S. K. Investigação qualitativa em educação: uma introdução à teoria e aos métodos. Porto: Porto Editora, 1994

BRITO, M. R. F. de. Psicologia da educação matemática: um ponto de vista. Educar em Revista, Curitiba, Brasil, n. Especial 1/2011, p. 29-45, 2011. Editora UFPR

BROUSSEAU, G. Theory of didactical situations in mathematics - Didactique des mathématiques, 1970-1990. Kluwer: New York, 2002

BRUYNE, P. HERMAN, J. SCHOUTHEETE, M. Dinâmica da pesquisa em ciências sociais: os polos da prática metodológica, 2 ed. Rio de Janeiro: Livraria Francisco Alves, 1982, 251p.

CRESWELL, J.W. Educational research: planning, conducting, and evaluating quantitative and qualitative research. Person: Boston, 2012.

D'AMBROSIO, U. Educação Matemática: da teoria à prática. Campinas, SP: Papirus, 1996 (Coleção Perspectivas em Educação Matemática)

DEEKS, JJ, HIGGINS, JPT, Altman DG. Analysing data and undertaking meta-analyses. In: Higgins JPT, Green S, editores. Cochrane Handbook for Systematic Reviews of Interventions. Version 5.0.1 [Internet]. Melbourne: The Cochrane Collaboration; 2008 [cited 2010 Sept 01]. Available from: www.cochrane-handbook.org

DENZIN, N, LINCOLN, Y. Handbook qualitative of research. Sage Publications, New York, 2005.

EISENHART, M. A. Conceitual frameworks for research circa 1991: ideas from a cultural anthropologist; implications for mathematics education researcheres. Proceedings of the 13th annual meeting of the North American Chapter of the International Group for the Psychology of Mathematics Education. V,1, pp.202-219, 1991

FIORENTINI, D. Mapeamento e balanço dos trabalhos do GT-19 (Educação Matemática) no período de 1998 a 2001. In: REUNIÃO ANUAL DA ANPEd, 25., 2002, Caxambu, MG. Anais..., Caxambu, MG: Associação Nacional de Pós-graduação e Pesquisa em Educação, 2002. (versão em CD-ROM). Disponível em <<http://www.gt19edu.mat.br>>. Acesso em: 08.02.2014.

GUANILO, Mônica Cecilia De-la-Torre-Ugarte. *et.al.* Revisão sistemática: noções gerais. Rev. Esc. Enferm.USP,45(5):1260-6.2011. Disponível em: <http://www.scielo.br/pdf/reeusp/v45n5/v45n5a33.pdf>. Acesso em: 21.02.2014

HEJNY, M. research paradigms and methodologies and their relationship to questions in mathematical education. Proceedings of the First **Conference of the European Society in Mathematics Education**, 1999, **Vol. II**, p. 211-220.

HIGGINS, J.PT; GREEN, S. (Eds.) Cochrane Handbook for Systematic Reviews of interventions. Wiley-Blackwell: England, 2008

HOWE, K. EISENHART, M. Standards for qualitative (and quantitative) research: A prolegomenon. Educational research, V.19, N.4, pp.2-9. 1990

LAKATOS, Imre. La metodología de los programas de investigación científica. Madrid: Alianza, 1989

LESTER, Jr. F. On the theoretical, conceptual, and philosophical foundations for research in mathematics education. *ZDM*, V37 (6), 2005

KADIJEVICH, Dj. Towards basic standards for research in mathematics education. *Teaching of Mathematics*, V.8,2, pp.73-81, 2005

KILPATRICK, J. Fincando estacas: uma tentativa de demarcar a educação matemática como campo profissional e científico. *Zetetiké*, Campinas, v. 4, n. 5, p. 99 - 120, jan./jun. 1996a. Disponível em: http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci_nlinks&ref=000206&pid=S0103-636X201200010000900023&lng=en. Acesso em: 08.02.2014

MATOS, J. M. Metodologias de investigação em Educação Matemática: a importância de diversidade. In: MORENO, M. F; GIL, F; SOCAS, M.; GODINO, J.D. (Eds.), *Investigación en educación matemática: Quinto Simposio de la Sociedad Española de Investigación en Educación Matemática* (pp. 133-142). Almería: Servicio de Publicaciones. (2001). Disponível em: <http://funes.uniandes.edu.co/1419/>. Acesso em: 08.02.2014.

MIGUEL, A. et al., (2003). A Educação Matemática: uma área de conhecimento em consolidação. O papel da constituição de um grupo de trabalho dessa área na Anped. 26 A REUNIÃO ANUAL DA ANPED. Caxambu, MG. Disponível em <http://www.anped.org.br/26/outrostextos/tegt19.rtf.>>. Acesso em: 12.02.2014.

MOREIRA, M. A. A teoria dos campos conceituais de Vergnaud, o ensino de ciências e a pesquisa nesta área. *Investigações em Ensino de Ciências – V 7(1)*, pp.7-29,2002. Disponível em: http://www.if.ufrgs.br/ienci/artigos/Artigo_ID80/v7_n1_a2002.pdf. Acesso em: 23.02.2014

NACARATO, A., FERREIRA, A. C., ESPASANDIN, C. L., FIORENTINI, D. GRANDO, R. C. modalidades de pesquisas em educação matemática: um mapeamento de estudos qualitativos do GTt-19 da ANPED. In: REUNIÃO ANUAL DA ANPED, 28., 2005, Caxambu, MG. *Anais...*, Caxambu, MG: Associação Nacional de Pós-graduação e Pesquisa em Educação, 2005. (trabalho apresentado na Mesa redonda: Conquistas e problemáticas em metodologia da pesquisa na área de formação de professores). Disponível em: www.anped.org.br/.../Artigo_Anped2005_Pesquisas_qualitativas.pdf. Acesso em: 08.02.2014.

NISS, M. What is quality in a PhD dissertation in mathematics education? *Nordic Studies in Mathematics Education*, 15 (1), 5–23. 2010

OLIVEIRA, R.A.C. Pensamento sistêmico: os dilemas da educação superior. 2013. 164f. (tese de doutorado) – Programa de Pós- Graduação em Educação. Universidade Federal de Mato Grosso, Cuiabá, Mato Grosso.

PAIS, Luiz Carlos. Didática da Matemática; uma análise da influência francesa. 2ª ed. Belo Horizonte: Autêntica, 2002

PETROU, M. using mixed-methods methodology to investigate cypriot preservice teachers' mathematics content knowledge. Proceedings of the 5 **Conference of the European Society in Mathematics Education**, 2007, p.1735-1744.

PINTO, Neusa. Tendências e desafios no cenário investigativo da educação Matemática. Trabalho apresentado na 27ª Reunião Anual da ANPEd, Caxambu, 2004.

SALOMON, G. Transcending the qualitative – quantitative debate: the analytic and systemic approaches to educational research. Educational research, V.20, n.6, pp. 10-18.1991

SANDELOWSKI, M. BARROSO, J. Handbook for synthesizing qualitative research. Sringer: New York, 2007.

SIERPINSKA, A.; LERMAN, S. Chapter 22: Epistemologies of mathematics and of mathematics education. In Bishop, A.J. et al . (Eds.) (1996) International Handbook of Mathematics Education. 1996 (Vol. 4). (pp. 827 - 876). Dordrecht: Kluwer.

SILVEIRA, R, GALVÃO, CM. O cuidado de enfermagem e o cateter de Hickman: a busca de evidências. Acta Paul Enferm. 2005;18(3):276-84.

SKEMP, R. **Mathematics in the primary school**. London: Routledge, 1989

SHOENFELD, A. Purpose and methods of research in mathematics education. AMS, California, V7 N6, 2000.

STEINER, H.-G. Philosophical and epistemological aspects of mathematics and their interaction with theory and practice in mathematics education. Quebec, Canadá. For the Learning of Mathematics, V. 7(1), pp. 7–13. 1987

STEINER, H-G. Theory of Mathematics Education (TME): an introduction. Quebec, Canadá. For the Learning of Mathematics, V. 5 (2), pp. 11-17. 1985

SRIRMAN, B. ENGLISH, L. Theories and philosophies of mathematics education. In B. Sriraman & L. English (Eds). *Theories of Mathematics Education: Seeking New Frontiers*. Monograph 1 of Advances in Mathematics Education, Springer Science, Berlin/Heidelberg, 2010

TORGERSON, C. Systematic reviews. Continuum: London, 2003

TORNER, G. SHRIRMAN, B. A contemporary analysis of the six Theories of Mathematics Education theses of Hans-Georg Steiner'. Zentralblatt für Didaktik der Mathematik 39(1-2), 155-163. 2007

WELBOURNE, Michael. Central problems of philosophy. Chesham : Acumen, 2001. *Apud*. MORTON, A. A Guide Through the Theory of Knowledge, 2nd edn. Oxford: Basil Blackwell, 1997.

WHITTEMORE, R. Combining evidence in nursing research: methods and implications. Nursing Research, Baltimore, v. 54, n. 1, p. 56-62, Jan./Feb. 2005

WILLIAMS, Michael. Problems of Knowledge: A Critical Introduction to Epistemology. Oxford University Press, USA, 2001