

O conceito de função na produção acadêmica da PUC/SP via registros de representação semiótica¹

The concept of function in the academic production of PUC/SP way registers of semiotic representation

ÉDREI HENRIQUE LOURENÇO²
PAULO CÉSAR OLIVEIRA³

Resumo

Neste estudo desenvolvemos um Estado da Arte, ou seja, uma exposição do nível de conhecimento e o grau de desenvolvimento das dissertações e teses defendidas no Programa de Estudos Pós-Graduados em Educação Matemática da PUC/SP, que abordaram o conceito de função à luz da teoria dos Registros de Representação Semiótica. O foco desta pesquisa são as contribuições que esta teoria traz ao processo ensino-aprendizagem do conceito de função na educação básica. Para tanto, sistematizamos a produção de informações em duas fases: levantamento de todos os possíveis trabalhos e análise dos trabalhos que tangenciam o Ensino Fundamental e Médio. Na análise dos 16 trabalhos produzidos e defendidos entre 2002 e 2011, observamos que a preocupação dos pesquisadores centrou no objeto matemático a ser aprendido, isto é, o que uma sequência, um livro ou outro material didático proporciona de real conhecimento do ponto de vista dos registros de representação semiótica.

Palavras-chave: Registros de Representação Semiótica; Funções; Educação Matemática; Estado da Arte.

Abstract

In this study we have developed a state of the art, ie, an exposure level of knowledge and degree of development of dissertations and theses in the Postgraduate Studies Program in Mathematics Education PUC / SP, which addressed the concept of function in the light theory of Semiotics Records Representation. The focus of this research are the contributions that this theory brings to the teaching and learning of the function concept in basic education process. To do so, we systematized the production of information in two phases: a survey of all possible jobs and jobs that are tangent analysis of the Elementary and Secondary Education. In the analysis of 16 produced and defended between 2002 and 2011, we observed that the concern of researchers focused on mathematical object to be learned, ie, a sequence, a book or other courseware provides real knowledge from the point of view of registers of semiotic representation.

Keywords: Registers Representation Semiotics; Functions; Mathematics Education; State of the Art.

¹ Apoio: Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico (CNPq).

² Licenciando em Matemática pela Universidade Federal de São Carlos, *campus* de Sorocaba – henrique.edrei@gmail.com

³ Doutor em Educação Matemática e professor do Departamento de Física Química e Matemática da Universidade Federal de São Carlos, *campus* de Sorocaba – paulooliveira@ufscar.br

Introdução

A palavra “abstrato” no contexto matemático diz respeito ao fato de que esse objeto não é perceptível, mas seu acesso se dá via representações semióticas. Este é um marco, dentre outros, dos estudos do filósofo e psicólogo de formação Raymond Duval (2003, 2009, 2011). Na condição de pensador contemporâneo e investigador da aprendizagem da matemática, ele estuda o funcionamento cognitivo do aluno na realização de atividades matemáticas e seus possíveis problemas de aprendizagem.

Com efeito, outro argumento se constrói, desta vez em relação ao binômio objeto-representação: “não se pode ter compreensão em matemática, se nós não distinguimos um objeto de sua representação” (DUVAL, 2009, p.14). Há, ainda, uma ênfase para a necessidade de não confundir os objetos matemáticos com suas representações, pois diversas representações podem estar associadas ao mesmo objeto matemático.

Se considerarmos o objeto matemático função, por exemplo, podemos representá-lo, por um lado, a partir do contexto da álgebra, como sendo a relação entre duas ou mais variáveis ou, por outro lado, por meio de uma tabela ou mesmo por meio de um gráfico, etc.

A teoria dos registros de representação desenvolvida por Raymond Duval estabelece que, para um indivíduo desenvolver o funcionamento do seu pensamento na aquisição de um conhecimento matemático é necessário tanto diferenciar uma noção científica dos registros semióticos que a representam, quanto conhecer a funcionalidade desses registros. Neste contexto, ocorre no funcionamento cognitivo do pensamento humano, aquisições funcionais relativas tanto aos sistemas orgânicos, disponíveis desde o nascimento, como a audição, a visão, o tato e a memória; quanto aos sistemas semióticos, usados para se comunicar e também para organizar e tratar as informações.

Com isso, numa atividade de aquisição de conhecimento matemático, tem que ser levados em conta dois componentes: os próprios conteúdos desse conhecimento, nos quais existem métodos e processos para descobrir e estabelecer resultados e, o cognitivo, que segundo Duval (2009), a identificação de uma noção matemática com seus registros de representação semióticos pode constituir-se num dos problemas centrais da aprendizagem dessa noção.

Um registro de representação semiótico de um objeto matemático pode ser um símbolo, uma figura ou a língua natural. Cada tipo de registro apresenta um conteúdo diferente estabelecido pelo sistema no qual ele foi produzido. A apreensão das características diferentes só terá sucesso quando o indivíduo que aprende for capaz de efetuar transformações nos registros, seja na forma de tratamento (operações internas a um mesmo registro) e/ou conversões (passagem de um registro a outro, com mudança na forma pela qual determinado registro é representado).

Inserido neste contexto, escolhemos o conteúdo funções como foco de pesquisa, visto que a forma como é ensinado ou mesmo a capacidade do indivíduo em mobilizar diferentes registros e a coordenação entre eles têm gerado dificuldades em interpretação até mesmo em alunos de cursos em nível superior ao estudarem disciplinas que discutem os fundamentos da matemática, em especial funções, bem como no próprio Cálculo Diferencial e Integral.

1. Delineamento da Pesquisa

O montante de trabalhos defendidos no Mestrado Acadêmico, Mestrado Profissionalizante e Doutorado do Programa de Educação Matemática da Pontifícia Universidade Católica de São Paulo (PUC-SP), totalizando 610 até 2012, tem sido alvo de diversas dissertações que contemplam o Estado da Arte, ou seja, uma exposição do nível de conhecimento e o grau de desenvolvimento do campo de pesquisa em determinada área (FERREIRA, 2002). Podemos citar os casos: Junho (2003) analisou as dissertações em nível de Ensino Superior no período de 1994 a 2000; Oliveira (2003) avaliou as dissertações com foco no Ensino Médio no período de 1994 a 2000; Pereira (2003) caracterizou as dissertações direcionadas ao Ensino Fundamental no período de 1994 a 1997. Ardenghi (2008) analisou teses e dissertações no período de 1970 a 2005, além de dois artigos internacionais e um capítulo do livro “As ideias da álgebra”, tudo envolvendo o conceito de função. Rosa (2009) apresentou um estudo do panorama das teses e dissertações que utilizaram ambientes computacionais pertinentes ao contexto da Geometria, no período de 1994 a 2007. Oliveira (2010) realizou uma investigação com o objetivo de expor um quadro sobre as dissertações com foco nas séries iniciais, produzidas no período de 1994 a 2008.

Estes exemplos dizem respeito às análises de produções acadêmicas exclusivas do

banco de teses e dissertações da PUC-SP. Há trabalhos como o de Ribeiro (2010) que poderia ser citado, porém, seu estudo bibliográfico contemplou investigações defendidas em outros programas de Pós-Graduação em Educação Matemática.

Uma pesquisa mais recente desenvolvida por Colombo *et al* (2008) pontuou a tendência das pesquisas brasileiras defendidas no período de 1999 a 2005, envolvendo a teoria dos Registros de Representação Semiótica. Do levantamento de 30 trabalhos de pesquisas, 18 deles foram defendidos na PUC/SP.

Consideramos estas informações relevantes para a delimitação do tema de pesquisa. Assim, analisamos as dissertações e teses do banco de dados da PUC/SP envolvendo o conceito de função no período de 1996 a 2012, com o objetivo de verificar que contribuições os registros de representação semiótica agregam à aprendizagem do objeto matemático função.

A relevância desta pesquisa é devido ao propósito de querermos conhecer o que foi produzido sobre o processo de ensino e aprendizagem do conceito de função, mais especificamente, tendo em vista a utilização dos registros de representação semiótica.

A compreensão do estado do conhecimento sobre um tema, em determinado período, permite ordenar periodicamente o conjunto de informações e resultados já obtidos. Conseqüentemente, esperamos que o produto desta pesquisa seja referência para o encaminhamento de futuras investigações.

A sistematização da análise da produção de informações contida em cada pesquisa do nosso repertório foi produzida com base na seguinte questão de investigação: quais as contribuições dos registros de representação semiótica para o processo de ensino e aprendizagem de funções no Ensino Fundamental II e Ensino Médio?

2. Percurso Metodológico

Esta investigação contempla as características do método de pesquisa qualitativa bibliográfica. Nesta perspectiva, a produção de informações foi obtida pela análise dos trabalhos selecionados e disponibilizados publicamente, por meio eletrônico na página institucional dos Programas de Pós-Graduação em Educação Matemática da PUC-SP.

Para atender os propósitos de nossa questão de investigação foi necessário fazer um

mapeamento dos trabalhos em duas fases. Primeiramente consideramos as seguintes categorias de análise: modalidade de Programa de Pós-Graduação, ano de publicação, título, autor e orientador. Em diversos casos, na leitura do título e resumo não houve a menção dos registros de representação semiótica, assim como alguma referência das publicações atribuídas a Raymond Duval ou algo similar ao que citamos. Recorremos, então, às referências bibliográficas destes trabalhos e uma breve avaliação do construto teórico desse autor.

Esta deficiência em alguns resumos foi determinante para decidirmos sobre a leitura na íntegra de cada trabalho selecionado na triagem dos trabalhos envolvendo o conteúdo Função, segundo nossa questão de pesquisa.

Para a segunda fase, adaptamos de Fiorentini (2002), a eleição das informações gerais (ano, título do trabalho, autor e orientador) para disponibilizá-las em quadros seguindo uma ordem cronológica, de acordo com o nível de ensino abordado. Outras informações mais específicas, como o problema de pesquisa, objetivos do estudo, procedimentos metodológicos, resultados obtidos, contribuições e implicações no âmbito educacional e em futuras investigações; foram utilizadas na análise da relação entre os registros de representação semiótica e suas contribuições no processo de ensino e aprendizagem do conceito de função.

3. Os trabalhos selecionados

Por meio da consulta realizada na página eletrônica do Programa da PUC/SP, pudemos selecionar os trabalhos que atendiam a nossa questão de pesquisa. Os quadros 1 e 2 contemplam os trabalhos que nortearam suas indagações no âmbito do Ensino Fundamental II e Médio, respectivamente.

Quadro 1 - Pesquisas relacionadas ao Ensino Fundamental II

ANO	NÍVEL	TÍTULO	AUTOR	ORIENTADOR
2003	Mestrado Acadêmico	A importância da utilização de múltiplas representações no desenvolvimento do conceito de função: uma proposta de ensino	LOPES, Wagner Sanches	FRANCHI, Anna
2007	Mestrado Acadêmico	Função Quadrática: um estudo didático de uma abordagem computacional	MAIA, Diana	ALMOULOU, Saddo Ag
2008	Mestrado Profissional	Conceito de função: atividades introdutórias propostas no material de Matemática do Ensino fundamental da rede Pública Estadual de São Paulo	SILVA, Alexandre de Paula	BIANCHINI, Barbara Lutaif

2009	Mestrado Profissional	Função afim: uma sequência didática envolvendo atividades com o Geogebra	SCANO, Fábio Correa	SILVA, Maria José Ferreira da
2011	Mestrado Profissional	Um estudo exploratório das relações funcionais e suas representações no 3º ciclo do Ensino Fundamental	CASTRO, Edson Eduardo	BIANCHINI, Barbara Lutaif

Fonte: Elaborado pelos autores

O conjunto de trabalhos listados neste quadro contemplam pesquisas voltadas à introdução do conceito de função, por meio da Função Afim, além do trabalho de Maia (2007) cujo foco é a Função Quadrática. Exceto Silva (2008) que analisou material didático, todos os outros conceberam uma sequência didática à luz da teoria de Duval. Duas das pesquisas utilizaram recursos tecnológicos para o desenvolvimento de suas investigações. Foram motivados, em suma, pelas dificuldades observadas em suas práticas em sala de aula.

Enfatizamos que os cinco trabalhos apresentados neste quadro caracterizam-se como dissertação de mestrado, ou seja, neste segmento escolar não encontramos nenhuma Tese de Doutorado abordando o conceito de função sob a óptica dos registros de representação semiótica.

Quadro 2 - Pesquisas relacionadas ao Ensino Médio

ANO	NÍVEL	TÍTULO	AUTOR	ORIENTADOR
2002	Mestrado Acadêmico	Função Afim $y = ax + b$: a articulação entre registros gráficos e algébricos com auxílio de um <i>software</i> educativo	SANTOS, Edivaldo Pinto dos	SILVA, Benedito Antônio da
2003	Mestrado Acadêmico	Introdução ao conceito de função: a importância da compreensão das variáveis	PELHO, Edeweiss Benez Brandao	SILVA, Benedito Antônio da
2009	Mestrado Acadêmico	Funções afins em livros didáticos: relações entre aspectos visuais e textuais	BICA, Luis Manuel Peliz Marques	COELHO, Sônia Pitta
2009	Mestrado Acadêmico	Equações e Funções: Descontinuidades Conceituais	LUCAS, Anderson Barros	COELHO, Sônia Pitta
2010	Mestrado Profissional	O tratamento dado ao conceito de Função em Livros Didáticos da Educação Básica	SILVA, Ligia Maria da	SILVA, Benedito Antonio da
2010	Mestrado Profissional	A função exponencial no caderno do professor de 2008 da Secretaria do Estado de São Paulo, análise de atividades realizadas por alunos da 2ª série do Ensino Médio	SOUZA, Claudia Vicente de	BIANCHINI, Barbara Lutaif
2010	Mestrado Profissional	As funções seno e cosseno: diagnóstico de dificuldades de aprendizagem através de sequências didáticas com	SOUZA, Edilson Paiva de	OLIVEIRA, Gerson Pastre

		diferentes mídias		
2010	Mestrado Profissional	Funções Monotônicas: alunos da 3ª série do Ensino Médio frente às Olimpíadas de Matemática das Escolas Públicas	ZUCCO, José	IGLIORI, Sonia Barbosa Camargo
2011	Mestrado Profissional	Modelagem matemática e o ensino de função do 1º grau	GONÇALVES FILHO, Luiz	BROLEZZI, Antônio Carlos
2011	Mestrado Profissional	Uma proposta dinâmica para o ensino de função afim a partir de erros dos alunos no primeiro ano do Ensino Médio	REIS, Adinilson Marques	OLIVEIRA, Gerson Pastre de Oliveira
2011	Mestrado Acadêmico	O ensino da função logarítmica por meio de uma sequência didática ao explorar suas representações com o uso do software GeoGebra	SANTOS, Adriana Tiago Castro dos	BIANCHINI, Barbara Lutaif

Fonte: Elaborado pelos autores

Tendo por base o trabalho de Ardenghi (2008), que mapeou as teses e dissertações brasileiras relacionadas ao conceito de função no período de 1970 a 2005, confirmamos que apenas três dissertações foram defendidas na primeira metade da década passada. Em contrapartida, a partir de 2005, é expressivo o crescimento do número de dissertações defendidas na temática de nossa pesquisa, ou seja, 13 do total de 16 dissertações.

4. Análises

No **Quadro 1** apresentamos as pesquisas voltadas ao Ensino Fundamental II que atendem nossa intenção de pesquisa. Observamos que tais investigações foram, sumariamente, motivadas pelas dificuldades que seus respectivos autores observaram quanto ao aprendizado do Conceito de Função no decorrer de suas experiências em sala de aula. Segundo Booth (2005), a motivação para se realizar uma pesquisa pode ser decorrente da vivência do pesquisador na área de interesse, fato que corrobora com a problemática apresentada pelos autores.

Além disso, dados de documentos avaliativos oficiais, análise de livros didáticos, bem como relatos de investigações anteriores foram utilizados para comprovar tais dificuldades observadas. Em suma, as dificuldades centram-se no reconhecimento e articulação entre distintos registros de representação e na dificuldade em relação à dependência entre as variáveis.

Com exceção ao trabalho de Maia (2007), todas as dissertações analisadas nesse

contexto tiveram por objeto matemático bem delimitado a Função Afim. Essas tencionaram a introdução do conceito de função. Lopes (2003), Scano (2009) e Castro (2011) organizaram sequências didáticas com atividades específicas a luz da Teoria dos Registros de Representação Semiótica e algum outro referencial que subsidie a aplicação da sequência, tendo em vista a interação professor-aluno, tais como as noções de Contrato Didático e a Teoria das Situações Didáticas. De modo geral, o objetivo foi minimizar as dificuldades notadas em suas respectivas práticas por meio da aplicação de tais sequências.

Neste segmento escolar, apenas Silva (2008) desenvolveu uma investigação que não contemplasse uma sequência didática. Esse autor procurou investigar o material intitulado “Jornal do Aluno” que fora distribuído no ano de 2008 como parte integrante da inserção da nova proposta curricular do estado de São Paulo, que hoje se firmou como Currículo Oficial do estado com algumas alterações. Objetivou verificar como as atividades propostas neste material contribuem para minimizar as dificuldades notadas em relação ao conceito de função, com base na diversidade de registros de representação e na articulação entre os mesmos, proposto por Duval.

Somente Maia (2007) desenvolveu uma sequência didática cujo objeto matemático bem delimitado foi a Função Quadrática, diferentemente dos outros trabalhos que focaram na Função Afim, conforme mencionado anteriormente. A sequência estava estruturada de forma a partir da representação algébrica na forma canônica para a representação gráfica e posteriormente explorar o sentido contrário, isto é, transitar da representação gráfica para a algébrica, objetivando ampliar a gama de trabalhos a este respeito, além de propor uma abordagem diferente daquela ponto a ponto, tradicional no ensino deste tópico. A respeito da articulação entre as representações algébrica e gráfica, Duval (2011 , p.97) destaca que:

De fato, o ensino e mesmo certos estudos didáticos, atém-se a passagem da equação para a sua representação gráfica com a construção ponto a ponto, esquece-se que é a passagem inversa que traz problema. Para efetuar tal passagem, a abordagem ponto a ponto não é somente inadequada como constitui um obstáculo [...]

Maia (2007) e Scano (2009) utilizaram os softwares matemáticos Winplot e GeoGebra, respectivamente, como parte integrante de suas sequências didáticas. Em suma, a utilização deste foi motivada pela facilidade de se obter a representação gráfica. Podemos dizer que o objetivo é a articulação entre as representações gráfica e algébrica

das funções afim e quadrática.

A utilização destes softwares vem a calhar com a citação anterior, pois estes possibilitam uma facilidade em transitar entre tais representações. No entanto, acreditamos que, só a utilização de softwares não garante a aquisição de saberes relacionados aos conceitos abordados; é preciso, de acordo com a teoria de Duval, considerar as variáveis visuais pertinentes no gráfico, relacionando-as com as unidades significativas da escrita algébrica.

Tal procedimento permitiu expor os alunos a construção da representação gráfica partindo da representação algébrica sem a utilização do procedimento ponto a ponto, deixando de lado a representação tabular, tão explorada no ensino de tal tópico. Além, principalmente, de explorar a passagem inversa, ou seja, da representação gráfica para a representação algébrica, por meio da identificação e observação das variáveis visuais pertinentes elencadas na teoria de Duval.

Verificamos que, ao conceber sequências didáticas a luz da teoria dos Registros de Representação Semiótica, os autores estavam preocupados em compreender a complexidade da aprendizagem do conceito de função, além, é claro, de procurar minimizá-la. Estes buscam priorizar as transformações de registros de representação do tipo tratamento e, prioritariamente, a conversão.

Convém destacar que tais sequências podem ser vistas como um modelo, tendo foco na construção de outras sequências didáticas a luz da teoria de Duval, seja para tópicos relacionados às funções ou mesmo para outros dentro do domínio da matemática.

No **Quadro 2** apresentamos um montante de 11 pesquisas voltadas ao Ensino Médio no qual verificamos que o conteúdo predominante em tais Dissertações de Mestrado é a função Afim, com os trabalhos de Santos (2002), Bica (2009), Lucas (2009), Gonçalves Filho (2011), Reis (2011). Vale destacar que no trabalho de Lucas (2009) o conceito de função Quadrática também foi tratado em nível de investigação.

Dentre esses trabalhos, Santos (2002), por exemplo, procurou verificar se a informática como ferramenta de ensino proporciona um ambiente de aprendizagem propício para a construção de conhecimentos relacionados às transformações dos registros de representação semiótica da função afim. Assim, após certa etapa de investigação pode

inferir que tal ferramenta despontou-se como uma importante estratégia para resolução de problemas por meio da atividade que denominamos “jogo”, pois apresenta uma característica lúdica. Embora tal pesquisa tenha se restringido apenas à função afim e sua representação, se mostrou que um ensino via ambiente informatizado, quando bem planejado, é eficaz para abordagens relacionadas à atividade de conversão entre representação gráfica e algébrica.

No que tange à introdução ao conceito de função como tema da pesquisa, verificamos os trabalhos de Pelho (2003) e Silva (2010). O primeiro trabalho (Pelho(2003)) investigou se a utilização de um ambiente também informatizado contribui para que alunos do Ensino Médio rompam com suas interpretações mecânicas do conceito de função, enquanto o segundo estudo (Silva (2010)) analisou livros didáticos, quanto a variedade e articulação entre registros de representação na introdução do conceito aqui em discussão.

Há ainda alguns casos isolados que tomaram outras funções como foco de pesquisa: as funções trigonométricas seno e cosseno foram assunto da dissertação de Souza (2010); o conceito de função monotônica foi tratado por Zucco (2010); a função logarítmica foi o conteúdo escolhido por Santos (2011); enquanto a função exponencial foi o alvo da pesquisa de Souza (2010).

O uso de *softwares* como o Graphmatic, Geogebra, Funcplus e o Cabri-Géométrie II, utilizados por Santos (2010), Santos (2011) e Reis (2011), Santos (2002) e Pelho (2003), respectivamente, foram os aparatos tecnológicos que ajudaram a avaliar a mobilização de diferentes registros de representação semiótica ou avaliar a transição entre registro gráfico e algébrico numa via de mão dupla, conforme mencionado em alguns casos supradiscutidos.

A utilização de tais *softwares* permitiu avaliar a eficácia dos mesmos na atividade de conversão entre representação gráfica e algébrica (Santos (2002) e Souza (2010)). Já na pesquisa de Pelho (2003), além das conversões citadas, acrescenta-se o registro numérico e a relação de dependência entre as variáveis que foram exploradas.

O uso do *software* Geogebra por Reis (2011) e Santos (2011) revelaram como resultados de pesquisa a importância do processo de visualização do gráfico da função, bem como a possibilidade de explorar o comportamento da função, à medida que se produz

variabilidades nos elementos que compõe a escrita de uma função.

A análise de livros didáticos foi a opção de três pesquisadores (Bica (2009), Lucas (2009) e Silva (2010)). Porém, apenas Lucas (2009) aplicou uma sequência de atividades com o objetivo de avaliar a formação de conceito de zero de função, na transição entre a resolução de equação de 1º e 2º grau e o estudo de função afim e quadrática. Os outros dois pesquisadores aqui listados optaram por um delineamento metodológico de pesquisa bibliográfica.

No segmento de materiais curriculares, Souza (2010) e Gonçalves Filho (2011) optaram pela análise do Caderno do professor e do aluno (2010) e posterior seleção de situações de aprendizagem, aplicadas para estudantes do Ensino Médio.

Os resultados alcançados pelos pesquisadores permitiram-nos esboçar as principais contribuições da Teoria dos Registros de Representação Semiótica para o processo ensino-aprendizagem deste objeto matemático na educação básica que, a seguir, será apresentado nas considerações finais. Mas em suma, tais trabalhos nortearam levou-nos a inferir que a utilização de diferentes registros de representação semiótica no ensino de tal objeto matemático, bem como as transformações que o envolvem – podendo estas serem exploradas via utilização de um ambiente informatizado – quando realizadas em dupla direção, além de quando exploradas os fenômenos de congruência e não-congruência, são eficazes e auxiliam grandemente na compreensão de tal conceito.

Considerações finais

Neste estudo objetivamos verificar quais resultados foram alcançados nas dissertações e teses defendidas no Programa de Estudos Pós-Graduados em Educação Matemática da Pontifícia Universidade Católica de São Paulo (PUC/SP) de modo a contribuir na aprendizagem do conceito de função na educação básica. Os trabalhos analisados foram aqueles cujo aporte teórico foi a Teoria dos Registros de Representação Semiótica de Raymond Duval (2003, 2009, 2011).

Sistematizamos a produção de informações em dois momentos: o de levantamento, que constou da eleição dos trabalhos a serem analisados, por meio da consulta na página eletrônica do Programa da PUC/SP; e o momento de fichamento e análise dos trabalhos.

Elaboramos dois quadros, sendo que cada um deles agrupa uma parcela do montante de

trabalhos selecionados, divididos segundo o critério de níveis de ensino – Ensino Fundamental e Ensino Médio.

Verificamos que na segunda metade desta última década a produção foi maior (13 trabalhos) do que a primeira metade (3 trabalhos). Isso permite esboçar o crescente interesse de pesquisadores de Educação Matemática pela área.

Observamos com a leitura destas dissertações que, o problema motivador destas pesquisas está relacionado com a vivência dos pesquisadores no ensino deste conceito. A notável dificuldade no aprendizado deste objeto matemático incentivou aprofundamento em diversos temas, com abordagens distintas.

Podemos dizer que as pesquisas estão encabeçadas em três linhagens: análise de material didático; aplicação de sequências didáticas “tradicionalmente”; e aplicação de sequências didáticas com utilização de *softwares*.

Estas procuraram, em suma, enfatizar as transformações das representações, com ênfase na questão de conversão entre registro gráfico e algébrico, posto que os mesmos sejam os que provocam maiores dificuldades nos estudantes. Não menos importante, há uma preocupação pertinente e necessária com a utilização da linguagem natural, pois de modo geral os estudantes apresentam dificuldades em sistematizar uma informação e expô-la em língua natural.

De modo geral, os autores estavam preocupados com o objeto matemático a ser aprendido, isto é, o que uma sequência, um livro ou outro material didático proporciona de real conhecimento do ponto de vista dos registros de representação semiótica.

Verificamos que a realização de abordagens de ensino por meio de sequências didáticas fundamentadas na teoria dos registros de representação semiótica, na qual a articulação entre os mais diversificados tipos de representação de um mesmo objeto matemático é vista como essencial para a atividade cognitiva de aquisição do conhecimento matemático se mostra eficaz para a aprendizagem do conceito de função.

Referências

ARDENGHI, M. J. (2008) *Ensino aprendizagem do conceito de função: pesquisas realizadas no período de 1970 a 2005 no Brasil*. 182f. Dissertação (Mestrado). Pontifícia Universidade Católica de São Paulo, São Paulo.

BICA, L. M. P. M. (2009). *Funções afins em livros didáticos: relações entre aspectos visuais e textuais*. 146f. Dissertação (Mestrado Acadêmico em Educação Matemática). Pontifícia Universidade Católica de São Paulo, São Paulo.

BOOTH, W. C. *et al.* (2005) *A arte da pesquisa (the craft of research)*. Tradução de Henrique A. Rego Monteiro. São Paulo: Martins Fontes, 2ª Edição.

CASTRO, E. E. (2011). *Um estudo exploratório das relações funcionais e suas representações no 3º ciclo do ensino fundamental*. 175f. Dissertação (Mestrado acadêmico em Educação Matemática). Pontifícia Universidade Católica de São Paulo, São Paulo.

COLOMBO, J. A. A.; FLORES, C. R.; MORETTI, M. T. (2008) Registros de representações semiótica nas pesquisas brasileiras em Educação Matemática: pontuando tendências. *Zetetiké*, v.16, n.29, p. 41-72.

DUVAL, R. (2003) Registros de representações semióticas e funcionamento cognitivo da compreensão matemática. In: MACHADO, S. D. A. (Org.) *Aprendizagem em matemática: registros de representação semiótica*. Campinas: Papirus. p. 11-33

DUVAL, R. (2009) *Semiósis e pensamento humano: registro semiótico e aprendizagens intelectuais* (Sémiosis et Pensée Humaine: Registres Sémiotiques et Apprentissages Intellectuels). Tradução de Lênio Fernandes Levy e Marisa Rosâni Abreu da Silveira. São Paulo: Editora Livraria da Física, fascículo I.

FERREIRA, N. S. de A. (2002) As pesquisas denominadas “Estado da Arte”. *Educação & Sociedade*, ano XXIII, n.29, p.257-272.

FIORENTINI, D. (1995) Alguns modos de ver e conceber o ensino de Matemática no Brasil. In: *Zetetiké*, Ano 3,n.4, p.1-37.

FIORENTINI, D. (2002) Mapeamento e balanço dos trabalhos do GT-19 (Educação Matemática) no período de 1998 a 2001. In: REUNIÃO ANUAL DA ANPED, 25ª, 2002, Caxambu. *Anais...* Caxambu. 12 p.

GONÇALVES FILHO, L. (2011). *Modelagem matemática e o ensino de função do 1º grau*. 140f. Dissertação (Mestrado Profissional em Ensino de Matemática). Pontifícia Universidade Católica de São Paulo, São Paulo.

JUNHO, B. A. P. (2003) *Panorama das dissertações de Educação matemática sobre o ensino Superior da PUC/SP de 1994 a 2000*. 156f. Dissertação (Mestrado). Pontifícia Universidade Católica de São Paulo, São Paulo.

LOPES, W. S. (2003). *A importância da utilização de múltiplas representações no desenvolvimento do conceito de função: uma proposta de ensino*. 106f. Dissertação (Mestrado Acadêmico em Educação Matemática). Pontifícia Universidade Católica de São Paulo, São Paulo.

LUCAS, A. B. (2009). *Equações e funções: descontinuidades conceituais*. 130f. Dissertação (Mestrado Acadêmico em Educação Matemática). Pontifícia Universidade Católica de São Paulo, São Paulo.

MAIA, D. (2007). *Função quadrática: um estudo didático de uma abordagem computacional*. 141f. Dissertação (Mestrado Acadêmico em Educação Matemática). Pontifícia Universidade Católica de São Paulo, São Paulo.

OLIVEIRA, E. A. (2003) *A Educação Matemática & Ensino Médio: um panorama das pesquisas produzidas na PUC/SP*. 160f. Dissertação (Mestrado). Pontifícia Universidade Católica de São Paulo, São Paulo.

OLIVEIRA, S. D. de. (2010) *Séries Iniciais: um panorama das pesquisas produzidas no Programa de Estudos Pós-Graduados em Educação Matemática da PUC/SP no período de 1994 a 2008*. 115f. Dissertação (Mestrado). Pontifícia Universidade Católica de São Paulo, São Paulo.

PELHO, E. B. B. (2003). *Introdução ao conceito de função: a importância da compreensão das variáveis*. 146f. Dissertação (Mestrado Acadêmico em Educação Matemática). Pontifícia Universidade Católica de São Paulo, São Paulo.

PEREIRA, L. M. X. O. (2003) *A Educação Matemática & Ensino Fundamental: um panorama das pesquisas produzidas na PUC/SP nos anos de 1994 a 1997*. 134f. Dissertação (Mestrado). Pontifícia Universidade Católica de São Paulo, São Paulo.

REIS, A. M. (2011) *Uma proposta dinâmica para o ensino de função afim a partir dos alunos no primeiro ano do Ensino Médio*. 171f. Dissertação (Mestrado Profissional em Ensino de Matemática). Pontifícia Universidade Católica de São Paulo, São Paulo.

RIBEIRO, S.D. (2010) *As pesquisas sobre o ensino da Estatística e da Probabilidade no período de 2000 a 2008: uma pesquisa a partir do banco de teses da CAPES*. São Paulo. 114f. Dissertação (Mestrado). Pontifícia Universidade Católica de São Paulo, São Paulo.

REIS, A. M. (2011). *Uma proposta dinâmica para o ensino de função afim a partir dos alunos no primeiro ano do Ensino Médio*. 171f. Dissertação (Mestrado Profissional em Ensino de Matemática). Pontifícia Universidade Católica de São Paulo, São Paulo.

ROSA, K.C. (2009) *Ambientes computacionais no contexto da Geometria: Panorama das teses e dissertações do Programa de Educação Matemática da PUC-SP no período de 1994 a 2007*. São Paulo. 106f. Dissertação (Mestrado). Pontifícia Universidade Católica de São Paulo, São Paulo.

SANTOS, A. T. C. dos. (2011). *O ensino de função logarítmica por meio de uma sequência didática ao explorar suas representações com o uso do software GeoGebra*. 200f. Dissertação (Mestrado Acadêmico em Educação Matemática). Pontifícia Universidade Católica de São Paulo, São Paulo.

SANTOS, E. P. dos. (2002). *Função afim $y = ax + b$: a articulação entre registros gráficos e algébricos com auxílio de um software educativo*. 120f. Dissertação (Mestrado Acadêmico em Educação Matemática). Pontifícia Universidade Católica de São Paulo, São Paulo.

SCANO, F. C. (2009). *Função afim: uma sequência didática envolvendo atividades com o GeoGebra*. 150f. Dissertação (Mestrado Profissional em Ensino de Matemática).

Pontifícia Universidade Católica de São Paulo, São Paulo.

SILVA, A. P. (2008). *Conceito de função: atividades introdutórias proposta no material de Matemática do ensino fundamental da rede pública estadual de São Paulo*. 93f. Dissertação (Mestrado Profissional em Ensino de Matemática). Pontifícia Universidade Católica de São Paulo, São Paulo.

SILVA, L. M. da. (2010). *O tratamento dado ao conceito de função em livros didáticos da educação básica*. 127f. Dissertação (Mestrado Profissional em Ensino de Matemática). Pontifícia Universidade Católica de São Paulo, São Paulo.

SOUZA, C. V. de. (2010). *A função exponencial no caderno do professor de 2008 da Secretária do Estado de São Paulo, análise de atividades realizadas por alunos da 2ª série do Ensino Médio*. 179f. Dissertação (Mestrado Profissional em Ensino de Matemática). Pontifícia Universidade Católica de São Paulo, São Paulo.

SOUZA, E. P. de. (2010). *As funções seno e cosseno: uma sequência didática envolvendo atividades com o Graphmatic*. 134f. Dissertação (Mestrado Profissional em Educação Matemática). Pontifícia Universidade Católica de São Paulo, São Paulo.

ZUCCO, J. (2010). *Funções monotônicas: alunos da 3ª série do Ensino Médio frente às Olimpíadas de Matemática das Escolas Públicas*. 2010. 117f. Dissertação (Mestrado Profissional em Ensino de Matemática). Pontifícia universidade Católica de São Paulo, São Paulo.