

Registros de representação semiótica nas pesquisas brasileiras em Educação Matemática: pontuando tendências¹

*Janecler Ap. Amorin Colombo²
Claudia R. Flores³
Méricles T. Moretti⁴*

Resumo: A questão proposta neste artigo é a de trazer reflexões sobre a forma de utilização dos estudos de Raymond Duval sobre o papel dos registros de representação semiótica no ensino e na aprendizagem da matemática, a partir da análise das pesquisas realizadas no Brasil no período de 1990 a 2005, que utilizam os pressupostos teóricos desenvolvidos por esse autor, como principal fundamento em suas investigações. Este estudo se faz importante por permitir pontuar a tendência das pesquisas brasileiras nesse foco e traçar o panorama geral dessas investigações, como forma de apontar possibilidades de utilização dessa teoria em um âmbito maior: na organização de propostas curriculares e na formação, tanto inicial quanto continuada de professores que ensinam matemática.

Palavras-chave: registros de representação semiótica; currículo, Educação Matemática.

¹ Este trabalho teve o apoio financeiro do Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico — CNPq —, entidade governamental brasileira promotora do desenvolvimento científico e tecnológico.

² Professora de Educação Matemática da UTFPR/Campus Pato Branco. E-mail: janecler@ced.ufsc.br;janecler@utfpr.edu.br

³ Professora do Departamento de Metodologia/CED/UFSC e do Programa de Pós-Graduação em Educação Científica e Tecnológica/PPGECT/CED/CFM/UFSC. E-mail:crf@mbox1.ufsc.br

⁴ Professor do CFM e do Programa de Pós-Graduação em Educação Científica e Tecnológica/PPGECT/CED/CFM/UFSC. E-mail: mericles@mtm.ufsc.br

Registers of semiotic representation in Brazilian research about Math Education: pointing out tendencies

Abstract: The question proposed in this article is the one to raise a discussion about the way of using Duval's studies about the registers of semiotic representation role in math teaching and learning, analysing research made in Brazil, from 1990 to 2005, which use theoretical presuppositions developed by this author, as the main grounds in his investigations. This study is important itself because it allows to point out the Brazilian research tendency in this focus and set these investigations overall prospect, as a way of point out possibilities of using this theory in a bigger scope: in the organization of syllabus proposals and in math teachers formation, both initial and continued.

Keywords: Registers of semiotic representation; syllabus ; Math Education.

Introdução

O estudo sobre a complexidade da aprendizagem em matemática; sobre os aspectos cognitivos envolvidos no processo de ensino e também da aprendizagem dessa disciplina; sobre metodologias de ensino da matemática; enfim, sobre o que constitui a melhor maneira de ensinar faz parte de nossas inquietações como educadores matemáticos.

Atualmente, há uma grande preocupação com os aspectos ligados não somente à aprendizagem e ao ensino, mas também relacionados à forma como o saber pode ser estruturado para ser ensinado e aprendido. Assim, dentro deste ponto de vista, encontramos os estudos de Raymond Duval⁵ que, ao tomar a questão dos registros de representação semiótica como premissa para suas investigações, discute a especificidade da aprendizagem e do ensino da matemática ligada aos aspectos semióticos das representações matemáticas.

⁵ Raymond Duval é psicólogo e filósofo de formação e investiga sobre a aprendizagem matemática. Atualmente é professor emérito na Université du Littoral Côte d'Opale, França.

A divulgação de artigos científicos relatando pesquisas brasileiras que enfocam os registros de representação semiótica em congressos de Educação Matemática, tais como EBRAPEM (Encontro Brasileiro de Estudantes de Pós-Graduação em Educação Matemática), CIEM (Congresso Internacional de Ensino de Matemática), ENEM (Encontro Nacional de Educação Matemática), EPREM (Encontro Paranaense de Educação Matemática), SIPEM (Seminário Internacional de Pesquisa em Educação Matemática), vem crescendo substancialmente, apontando para novas alternativas na busca de soluções para os problemas da aprendizagem da matemática.

Esse contexto nos leva à reflexão sobre a importância dos estudos de Duval e, conseqüentemente, daqueles que utilizam seus construtos teóricos, para a realidade educacional. Isso significa considerar, ao menos, que os professores que ensinam matemática poderão encontrar nesses estudos respostas para algumas de suas questões a respeito dos problemas que envolvem o ensino e a aprendizagem da matemática.

Isso nos leva a considerar que, se a noção teórica proposta por Duval tem sido cada vez mais aprofundada e tem se mostrado profícua para os estudos sobre a aprendizagem da matemática, podemos encontrar nessas pesquisas elementos metodológicos para subsidiar uma proposta teórico-metodológica para o ensino da matemática que considere os registros de representação semiótica como fundamento e pressuposto para a organização dos conteúdos a serem trabalhados na matemática escolar.⁶

Sendo assim, propomo-nos a analisar e apresentar, neste artigo, como esses estudos vêm sendo articulados nos diferentes cursos de pós-graduação por pesquisadores em Educação Matemática, em que nível de abrangência e quais aspectos da teoria vêm sendo explorados, com o intuito de traçar um panorama da pesquisa brasileira acerca das representações semióticas; dispomo-nos também a pontuar a tendência para esse foco de pesquisa e apontar possibilidades para investigações futuras.

⁶Essa idéia faz parte das reflexões da tese de doutoramento desenvolvida por Janecler A. A. Colombo no Programa de Pós-Graduação em Educação Científica e Tecnológica da UFSC.

Desse modo, este artigo se organiza em três partes: a primeira, intitulada “Situando as bases teóricas das pesquisas”, traz alguns apontamentos sobre a noção teórica dos registros de representação semiótica proposta por Raymond Duval, para situar o leitor quanto aos principais fundamentos utilizados pelos pesquisadores nas suas investigações. Sob o título “A noção dos registros de representação semiótica na pesquisa brasileira em Educação Matemática”, apresentamos um resumo dos estudos realizados no Brasil acerca deste tema, no período de 1990 a 2005, e indicamos algumas considerações sobre esses trabalhos, referentes ao nível de abrangência das pesquisas, à articulação das pesquisas nos de pós-graduação e aos aspectos da noção teórica abordados. E, em “Apontamentos finais”, destacamos um panorama geral das pesquisas, apontando possibilidades para investigações futuras, e a utilização mais aprofundada das premissas de Duval, tanto na formação de professores quanto na organização de propostas curriculares para o ensino da matemática.

Situando as bases teóricas das pesquisas

Os estudos de Duval⁷ inserem-se nas pesquisas atuais que concebem o educando como sujeito ativo no processo de sua aprendizagem ou, em outras palavras, como o sujeito que *constrói* conhecimentos a partir da interação entre os vários elementos que compõem o ato pedagógico — o professor, o meio, a linguagem, o aluno, o saber matemático e suas representações semióticas, ou seja, o funcionamento cognitivo implicado na aprendizagem da matemática com vistas a desenvolver a capacidade de raciocínio, de análise e de visualização (DUVAL, 2003).

Quando dizemos *construção do conhecimento em matemática*, estamos considerando, como em D’Amore (2005), as “operações de base” sobre as quais o significado de *construção* está sendo erigido, para não cairmos na utilização de termos banais e modismos. Assim, quando dizemos *construção dos conceitos*, estamos nos referindo às três ações fundamentais: [...] *de representar os conceitos, de tratar as representações obtidas no registro estabelecido e de converter as representações num registro para outro* (D’AMORE, 2005, p. 63).

⁷ Leia-se Duval (1988, 1993, 1996, 2003).

Representar, tratar e converter registros de representação semiótica são argumentos fundamentais na proposta teórica de Duval (2003), que acredita ser necessário mobilizar sistemas cognitivos específicos para cada atividade matemática, que é essencialmente ligada às operações semióticas. Em outras palavras, para Duval só é possível conhecer, compreender, aprender matemática pela utilização das representações semióticas do objeto matemático. E vai mais além: o sujeito precisa mobilizar tais representações para verdadeiramente conhecer, ou seja, operar com elas, “converter” instantaneamente uma representação do objeto matemático, dado num sistema semiótico, em outra representação de um outro sistema semiótico, que seja mais econômico cognitivamente, na resolução de um dado problema.

Fica claro, portanto, que Duval defende a idéia de que “não se deve jamais confundir um objeto e sua representação” (DUVAL, 2003, p.21), uma vez que, operando em mais de um sistema de representação, é implícito e primordial o entendimento de que nenhum dos registros de representação “é” o objeto matemático, mas eles apenas o “representam”, estão “no lugar dele” para, assim, permitir o acesso a esses objetos matemáticos. Assim, 5 ; $20/4$; *cinco*; $10,0,5$ são representações diferentes que se referem a um mesmo objeto matemático.

Adotando essa perspectiva, Duval afirma ainda que a originalidade da atividade matemática está na mobilização simultânea de ao menos dois registros de representação ao mesmo tempo, ou na possibilidade de trocar a todo o momento de registro de representação (DUVAL, 2003, p. 14). Isso nos leva ao fato de que as atividades cognitivas envolvidas no ensino e na aprendizagem da matemática, quais sejam, a conceitualização, o raciocínio, a resolução de problemas, requerem regras de codificação próprias. Cada registro apresenta certas limitações representativas específicas, surgindo daí a necessidade da utilização de outros sistemas de expressão e de representação, além da linguagem natural e das imagens, como sistemas de escrita para os números, notações simbólicas para os objetos, escrita algébrica, escrita lógica, figuras geométricas, representações em perspectiva, gráficos cartesianos, redes, diagramas, esquemas, etc.

Partindo dessa diversidade de possibilidades para representar os objetos matemáticos conceituais, Duval nos traz as noções de *tratamento*

e de *conversão* como operações cognitivas diretamente envolvidas no processo de apreensão do conhecimento matemático ou, em outras palavras, na *construção dos conceitos*.

O tratamento de uma representação refere-se às operações dentro de um mesmo registro de representação, por isso é dita “interna a um registro”. Por exemplo, quando resolvemos uma equação de primeiro grau para encontrar o valor numérico da incógnita x :

$$2x = 8 \Rightarrow \frac{2}{2}x = \frac{8}{2} \Rightarrow x = 4, \text{ estamos realizando um tratamento.}$$

Já a conversão de uma representação se refere às operações em que o registro inicial é transformado em outro registro; por essa razão, é considerada como uma “transformação externa”. Por exemplo, ao utilizarmos a linguagem algébrica para representar a frase “o dobro de um número resulta em oito”, estamos realizando uma conversão do registro dado na língua natural para o registro dado na linguagem algébrica.

Vale ressaltar, então, que, para Duval, é no trânsito entre esses diversos registros de representação que se encontra a chave para a aprendizagem em matemática. Ainda, escolher o registro mais apropriado para aplicar os tratamentos implica uma desenvoltura do raciocínio e, conseqüentemente, leva à resolução dos problemas matemáticos e, por fim, à aprendizagem.

O argumento sobre a necessidade da distinção entre o objeto matemático e sua representação e sobre o uso das representações semióticas para a aprendizagem matemática constitui-se numa preocupação importante para Duval. Essa premissa fica evidente quando Duval (1993) afirma: *A compreensão (integral) de um conteúdo conceitual repousa sobre a coordenação de ao menos dois registros de representação, e esta coordenação se manifesta pela rapidez e a espontaneidade da atividade cognitiva de conversão.*

Esse argumento é essencial para se entender a proposta de Duval e utilizá-la para a fundamentação teórica e metodológica nas pesquisas em Educação Matemática. Não só permite perceber o quanto a matemática é dependente das representações que utilizamos para

acessá-la, mas também proporciona estratégias específicas para o trabalho pedagógico do professor com essa disciplina.

O estudo pautado nos registros de representação semiótica, tanto nas pesquisas em Educação Matemática, quanto no interior das escolas, nas salas de aula, onde realmente o processo de ensino e aprendizagem acontece, oferece uma possibilidade para entender os processos de aquisição e funcionamento dos conceitos matemáticos.

A noção dos registros de representação semiótica na pesquisa brasileira em Educação Matemática

A inserção dos estudos da semiótica⁸, particularmente da problemática que envolve o trânsito entre os diversos registros de representação semiótica na aprendizagem Matemática, desmembrou-se numa forma de investigar o funcionamento cognitivo implicado na atividade matemática. Essa consideração iniciou-se com Raymond Duval, a partir de seus estudos em Psicologia Cognitiva no Instituto de Pesquisa em Educação Matemática (IREM) de Estrasburgo, na França, desde 1986.

A noção dos registros de representação semiótica na aprendizagem da matemática chegou ao Brasil no início da década de 1990, e as primeiras pesquisas realizadas aqui que utilizam a noção dos registros de representação semiótica como principal referencial teórico, começaram a ser publicadas e difundidas na segunda metade da década de 1990.

Os estudos de Duval ganharam força e começaram a ser considerados em cursos tais como o Programa de Pós-Graduação em Educação Matemática da PUC de São Paulo; o Programa de Pós-Graduação em Educação da UFSC, na linha de pesquisa em Ensino de Ciências (que a partir de 2002 se desmembrou e se tornou o Programa de Pós-Graduação em Educação Científica e Tecnológica); e, mais recentemente, o Programa de Pós-Graduação em Educação da UFPR, na linha de pesquisa em Educação Matemática, e o Programa de Mestrado

⁸ Aqui entendida como em NOTH, 1995: “ciência dos signos e dos processos significativos (semiose) na natureza e na cultura”.

em Ensino de Ciências e Educação Matemática da Universidade Estadual de Londrina.

Desse modo, e considerando a importância dos estudos de Duval para a aprendizagem matemática, este artigo traz um levantamento dessas pesquisas. Destaca-se que esse tema é recente na pesquisa em Educação Matemática e merece os esforços para a continuidade de dos estudos a seu respeito.

Para esse levantamento utilizamos consulta *on-line* aos principais bancos de dissertações e teses do Brasil, como o *site* da CAPES, do INEP e o banco de teses EduMat do Círculo de Estudo, Memória e Pesquisa em Educação Matemática (CEMPEM) da Unicamp. Contudo, observamos que muitos trabalhos, dos quais já tínhamos conhecimento, não constavam de tais bancos. Partimos então para uma nova investigação nos *sites* dos próprios programas de pós-graduação e, cruzando as informações com os dados anteriores, obtivemos uma relação das pesquisas realizadas no Brasil e de seus autores, que trabalham com a noção dos registros de representação semiótica. Destacamos seus objetivos e/ou a temática, o título, o ano, o nível, o orientador e a universidade onde cada uma foi produzida. Essa relação encontra-se nos quadros 2 e 3 anexos.

Primeiramente, focamos nosso olhar nos resumos desses trabalhos e concentramo-nos em analisar em torno de quais programas de pós-graduação os trabalhos estavam concentrados, com o intuito de observar o nível de divulgação dos estudos de Duval no Brasil, ao mesmo tempo que tentamos observar quais as principais problemáticas abordadas. A partir disso, poderíamos ver o uso dos registros de representação semiótica nas pesquisas, buscando subsídios para pensar uma proposta curricular pautada nessa noção. No entanto, neste artigo, limitamo-nos a analisar a utilização dos registros de representação semiótica por pesquisadores brasileiros, bem como os temas matemáticos mais apropriados e usados nas pesquisas.

A noção dos registros de representação semiótica na década de 1990 foi foco de pesquisa de seis trabalhos, dos quais dois são da UFSC e quatro são da PUC/SP, denotando um início discreto da utilização desse aporte teórico, porém compreensível, por ser uma noção que também estava em desenvolvimento. Já na década seguinte,

provavelmente por conta dos resultados positivos encontrados pelos pesquisadores do período anterior, houve um salto quantitativo bastante significativo, totalizando 24 trabalhos no período de 2001 a 2005. Desta forma, este texto apresenta a análise de 30 trabalhos de pesquisa.

Esse cenário nos mostra um interesse crescente na utilização da noção dos registros de representação semiótica como forma de investigar os problemas de aprendizagem da matemática, apontando alternativas concretas para o ensino. Isso porque a maioria das investigações tinha como temática principal o processo de ensino-aprendizagem de conteúdos voltados seja para o Ensino Fundamental, seja para o Ensino Médio ou, ainda, para cursos de formação de professores.

Nesse ponto, sentimos necessidade de ampliar a análise, realizando o estudo do texto completo das pesquisas. E, assim, debruçamo-nos em uma leitura mais detalhada. Para tanto, foram elencadas categorias de análise e, a partir destas, procurou-se responder sobre o tipo de pesquisa/metodologia; o nível de abrangência; os resultados e os aspectos abordados da noção teórica, para cada um dos trabalhos de pesquisa analisados.

Para melhor delinear a existência das categorias elencadas, elaboramos o quadro-síntese abaixo, com as 30 pesquisas analisadas; no entanto, é preciso destacar que não foi possível obter o texto completo de alguns trabalhos (seis ao todo): tivemos acesso apenas ao resumo; por essa razão algumas linhas da tabela não se encontram totalmente completas.

Nos quadros, as indicações utilizadas têm os seguintes significados:

* - Trata-se de análise de livros didáticos utilizados no Ensino Fundamental.

** - Trata-se de conteúdos do Ensino Fundamental em classes de alunos Jovens e Adultos.

*** - Trata-se de análise de livros didáticos utilizados no Ensino Superior.

EF- Ensino Fundamental – (SI - séries iniciais e SF – séries finais).

EM – Ensino Médio.

ES – Ensino Superior.

FP – Formação de Professores (C-continuada; I-inicial);

LD – Livro Didático.

RRS – Registros de Representação Semiótica.

Operações – tratamento, conversão, coordenação entre os registros.

Quadro 1 – Síntese das pesquisas analisadas

Tipo de Pesquisa/ Metodologia	Objeto matemático bem delimitado	Nível de abrangência				Resultados	Aspectos abordados da noção de RRS	
		EF		E	E			FP
		S	S	M	S			
		I	F					
Pesquisa-ação/engenharia didática.	Multiplicação	X					Para haver compreensão do sentido da operação e o significado operatório, o aluno deve dominar os diferentes RRS e estabelecer as relações entre eles.	Operações; diversidade de registros.
Não define especificamente, aborda os passos a seguir (seqüência didática).	Papel heurístico das figuras na visualização		X				Conclui que atividades que considerem as operações de reconfiguração podem auxiliar na apreensão visual.	Operação de reconfiguração.

Engenharia didática	Demonstração em geometria		X				A abordagem a partir dos RRS favoreceu o aprendizado da técnica da demonstração em geometria.	-
Pesquisa de abordagem qualitativa/ seqüência didática.	Números racionais positivos	x					-	Operações; diversidade de registros; <i>semiosis</i> e <i>noesis</i> .
Não define especificamente, aborda os passos a seguir (análise de livros didáticos).	Número racional	X	X				Os LD abordam todos os registros, mas carecem de atividades de mobilização nos dois sentidos da conversão.	Operações; diversidade de registros.
Engenharia didática	Probabilidade condicional					x	Concluí que a aplicação da seqüência didática auxiliou os alunos a minimizar as dificuldades sobre o conceito de probabilidade condicional.	Operações; diversidade de registros.

Tipo de Pesquisa/ Metodologia	Objeto matemático bem delimitado	Nível de Abrangência					Resultados	Aspectos abordados da noção de RRS
		EF		EM	ES	F		
		SI	SF					
Pesquisa de campo/ engenharia didática	Porcentagem		X				A articulação dos diferentes RRS possibilita ao aluno a compreensão do sentido e a atribuição do significado operatório da porcentagem.	Operações; diversidade de registros.

Pesquisa-ação (seqüência didática)	Frações					x - C	A compreensão e a aquisição do conceito de fração, através dos diferentes RRS, possibilitaram a identificação da grandeza e o significado da fração dada, principalmente pelo uso de desenhos ou gráficos.	Operações; diversidade de registros.
Engenharia didática	Vetores – geometria analítica					x	Os alunos evoluíram na aquisição do conceito de vetor após a aplicação da seqüência didática.	Operações; diversidade de registros.
Define como uma pesquisa de sala de aula com abordagem qualitativa - Seqüência didática.	Conceito de fração na sua representação decimal	X					Concluí que os alunos perceberam a necessidade de novos números para exprimir medidas menores do que uma unidade predeterminada e se apropriaram da adição e da subtração a partir de atividades com diversos registros de representação.	-
Não define especificamente, aborda os passos a seguir (seqüência didática).	Mensuração, algarismos significativos e notação científica.			X			Concluí que a metodologia aplicada, diversificando os registros do objeto e explorando as conversões e as	Operações; diversidade de registros (superficial)

						transformações dadas pelas regras de tratamento de cada registro, possibilitou a apreensão do objeto pelo aluno. Utiliza estatística descritiva para validar suas conclusões.	
Não define especificamente, aborda os passos a seguir (seqüência didática).	Distribuição binomial de probabilidade				x	Concluí que os alunos apresentam dificuldades na conversão entre linguagem natural e simbólica e que seriam necessárias mais sessões de um trabalho centrado nessas operações e na idéia da dialética ferramenta-objeto para que todos os alunos apreendessem o conceito trabalhado.	Diversidade de registros e conversão (superficial) – utiliza a idéia de mudança de quadros (Douady) e contrato didático (Brousseau).
Não define especificamente, aborda os passos a seguir (seqüência de atividades – oficina).	Geometria – quadriláteros				x - C	O trabalho com os diferentes RRS proporcionou reflexão e conhecimentos didáticos.	Operações; diversidade de registros.
Não define especificamente, aborda os passos a seguir (seqüência didática).	Números inteiros e noções de álgebra (pré-álgebra)	X				Concluí que a seqüência didática aplicada, considerando os estudos de Duval,	Operações; <i>noesis</i> e <i>semiosis</i> ; congruência semântica; sentido e referência;

						proporcionou aprendizagem aos alunos e que é possível ensinar noções de pré-álgebra a partir de problemas verbais aditivos, utilizando números inteiros a alunos das séries iniciais do EF.	diversidade de registros plurifuncionais e monofuncionais.
--	--	--	--	--	--	---	--

Tipo de Pesquisa/ Metodologia	Objeto matemático bem delimitado		Nível de Abrangência				Resultados				Aspectos abordados da noção de RRS	
			EF		EM	ES	FP					
			SI	SF								
Não define especificamente, aborda os passos a seguir (seqüência didática).	Função afim			X							A articulação de ambiente informático com os estudos de Duval na elaboração da seqüência didática foi positiva, pois os alunos evoluíram na compreensão do conceito e na construção de significados dos coeficientes da representação algébrica da função afim, associados a sua representação gráfica - reta correspondente.	Operações; tratamentos heterogêneos das representações gráficas; variáveis visuais pertinentes.
Engenharia Didática	Inequações de 1º. grau			X							O trabalho com tratamentos, conversão e coordenação dos RRS do objeto matemático	Operações; diversidade de registros.

						sistema de inequações contribui para a formação do conceito e a aplicação deste na resolução de problemas de programação linear.	
Não define – dilui os passos no corpo do texto, refere-se a trabalho de campo, mas parece ser um estudo de caso (seqüência didática).	Equações		x**	X**		A aplicação da seqüência didática favoreceu o trânsito entre registros de representação semiótica e possibilitou a aprendizagem de equações em relação ao sinal de igual enquanto relacional; contudo, não foi suficiente para superar o sentido de incógnita como valor numérico desconhecido.	Tipos de representações; diversidade de registros, operações; <i>noesis</i> e <i>semiosis</i> ;
-	Geometria					x - c	-
-	-					-	-
Engenharia didática	Função linear			x		Concluí que os alunos ampliaram a significação do conceito de função linear, adotando diferentes estratégias na resolução de problemas e aumentando a utilização de conversões e tratamentos dos vários registros	Tipos de representações; operações; diversidade de registros.

							de funções.	
Engenharia didática	Área		x				x - C Concluí que a aplicação da seqüência didática baseada em composição e decomposição de figuras auxilia na aprendizagem do conceito de área.	Diversidade de registros; apreensões seqüencial, perceptiva, discursiva e operatória; reconfiguração de figuras.
Pesquisa qualitativa – (seqüência didática)	Função afim		x				Concluí que as múltiplas representações para conceitualizar funções favoreceram a coordenação entre as variáveis visuais pertinentes, no registro gráfico, e os correspondentes valores categoriais, no registro algébrico.	Diversidade de registros - plurifuncionais e monofuncionais; tipos de representação; <i>semiosis</i> e <i>noesis</i> ; operações.
Engenharia didática	Introdução do conceito de função			x			Concluí que os alunos evoluíram na apreensão do conceito de função, propiciada pela compreensão e pelo relacionamento entre as variáveis e também pelas devidas articulações entre os diferentes registros de representação da função - do gráfico para o numérico e deste para o algébrico.	Diversidade de registros; operações.

Tipo de Pesquisa/ Metodologia	Objeto matemático bem delimitado	Nível de abrangência				Resultados		Aspectos abordados da noção de RRS	
		EF	EM	ES	FP				
		SI	SF						
Engenharia Didática	Apreensões perceptiva e operatória em objetos geométricos tridimensionais.					x-I	Concluí que o ambiente Cabri-Géomètre II contribui para as apreensões perceptiva e operatória de objetos tridimensionais por meio da seqüência didática baseada em tratamentos e conversões de registros.	Operações; diversidade de registros.	
Pesquisa-ação	Número racional	x					Concluí que a mediação no processo de conceitualização do número racional pode ser mais produtiva se conhecermos os significados que as crianças atribuem aos registros que produzem ou a que têm acesso.	-	
Não define especificamente, aborda os passos a seguir..	Integral				X** *		Concluí que os LD analisados utilizam os mesmos RRS da integral: simbólico (algébrico e numérico), língua natural, gráfico e tabela. São valorizados tanto os tratamentos quanto as conversões.	Operações; diversidade de registros.	
Engenharia	Densida					x-C	Houve resultados	Diversidade	

Didática	de dos reais					positivos na apropriação da propriedade da densidade dos números reais e na aceitação da teoria de Duval por parte dos professores, porém algumas dúvidas persistiram, como, por exemplo, a associação da representação infinita com irracionalidade e a identificação de um número racional como sendo somente aquele que tem representação finita.	de registros - plurifuncionais e monofuncionais; <i>semiosis</i> e <i>noesis</i> ; operações.
Não define especificamente, aborda os passos a seguir (aplica testes diagnósticos)	Derivada			X		A articulação dos RRS constitui uma condição de acesso à compreensão de um conceito matemático e as dificuldades no processo de ensino-aprendizagem da derivada podem estar ligadas ao fato de no ensino privilegiarem-se apenas alguns RRS, sem a devida articulação entre eles.	Operações; diversidade de registros.
Não define especificamente, aborda os passos a seguir	Sistema de numeração decimal	x				Conclui que uma abordagem voltada para o trânsito entre as duas formas de	Operações, diversidade de registros, metodologia de pesquisa.

(seqüência de ensino).							RRS do número, a escrita e o numeral arábico, visto que eles explicitam de modos diferenciados a estrutura do SND, é essencial para haver real compreensão desse objeto.	
Engenharia Didática	Função exponencial			X			Concluí que uma abordagem voltada para o tratamento, a conversão e a coordenação dos registros de representação semiótica da função exponencial contribuíram para a aprendizagem desse conceito.	Operações.

Os dados coletados permitem dizer que as pesquisas estão articuladas em torno das principais dificuldades apresentadas por alunos — sejam estes do Ensino Fundamental, Médio ou Superior — que, ao utilizarem a noção de registros de representação semiótica, buscam possíveis soluções para minimizar tais dificuldades. Para isso, a grande maioria dos pesquisadores organizou seqüências didáticas dos conteúdos investigados, pautadas em atividades específicas que contemplem esse aporte teórico, aplicando-as a turmas de alunos e realizando análises das experiências. Além disso, esses resultados nos dão suporte para pensar os temas trabalhados no Ensino Fundamental e no Ensino Médio à luz da noção teórica dos registros de representação semiótica.

Apenas dois trabalhos realizaram uma investigação que envolvesse análise de livros didáticos, mas, mesmo nesses casos, o critério de escolha dos conteúdos para análise, à luz da noção dos registros de representação semiótica, foi o da dificuldade que os alunos apresentavam na sua apreensão.

Esse fato parece mostrar que os pesquisadores em Educação Matemática que utilizam os estudos de Duval para fundamentar suas pesquisas são aqueles preocupados em direcionar suas investigações científicas para auxiliar diretamente os professores de sala de aula. Isso significa que há uma preocupação em compreender a complexidade da aprendizagem da matemática, apresentando soluções para os problemas colocados para tal aprendizagem. Essas soluções aparecem quase sempre como seqüências de ensino, através da utilização da metodologia da Engenharia Didática (dez trabalhos), aliada ao que os pesquisadores denominaram pesquisa-ação ou de campo (cinco trabalhos). As outras pesquisas, apesar de utilizarem seqüências de atividades aplicadas em sala de aula (ou no caso das duas, já citadas, analisarem livros didáticos), não definem uma escolha específica de metodologia do trabalho, mas indicam os passos seguidos.

Ao pensarem as seqüências de ensino, a maioria dos pesquisadores investe na história dos conteúdos e, pela própria característica da noção teórica utilizada, buscam mapear os registros de representação possíveis para um mesmo conteúdo matemático, assim como a articulação entre eles. Partindo desse cenário, aplicam as seqüências e analisam os resultados, mostrando, quase sempre, que o caminho trilhado pode ser convertido em estratégias metodológicas para outros conteúdos, de séries anteriores ou posteriores.

Então, como apresentam sugestões de atividades para serem trabalhadas em classe, nas seqüências de ensino pesquisadas, e também discutem a importância do papel dos registros de representação semiótica para a aprendizagem matemática ligados aos aspectos cognitivos do pensamento do aluno, tem-se um campo fértil para pensar a ação pedagógica do professor. Isso significa que as pesquisas, mesmo não explicitando, investigam metodologias de ensino e de aprendizagem matemática.

Quanto aos aspectos teóricos abordados pelas pesquisas, podemos dizer que todas elas se centraram na idéia da utilização de diversos registros de representação semiótica e das operações de tratamento e conversão desses registros. Algumas investiram em outros pressupostos, aprofundando um pouco mais essa noção, mas nas atividades e na análise destas, o que predominou foi o pressuposto de

que compreender matemática significa transitar e coordenar ao menos dois registros de representação semiótica (DUVAL, 2003, p. 15).

Apontamentos finais

De um modo geral, as pesquisas estudadas partem de um pressuposto de aprendizagem e de ensino pautado na necessidade de atribuir significado ao objeto matemático em estudo por meio de suas diferentes representações. Em outras palavras, para deixar visível a estrutura conceitual de um objeto, faz-se necessário que se compreenda e faça uso dos diversos registros de representação desse mesmo objeto.

O fato de analisarmos as pesquisas provenientes de diferentes programas de pós-graduação e, portanto, de diferentes localidades no Brasil, possibilitou-nos mapear o uso dos registros de representação como fundamento para pesquisas em Educação Matemática no período de 1990 a 2005. Notamos, enfim, que a grande maioria das pesquisas indicaram que tanto os livros didáticos, quanto o trabalho do professor que os utiliza carecem da perspectiva de uma utilização efetiva da noção teórica dos registros de representação semiótica. Isso nos leva a considerar a importância de pesquisas que apontem caminhos para essa utilização.

Outra decorrência dessa observação se refere ao fato de que os resultados das pesquisas mostram que o trabalho com registros de representação semiótica com alunos, ou mesmo com professores em processo de formação, possibilita uma melhor compreensão não apenas do objeto matemático em estudo por parte dos estudantes, como também da especificidade da aprendizagem matemática.

De uma maneira geral, os trabalhos mostraram um interesse crescente dos pesquisadores de Educação Matemática nos estudos de Duval acerca do ensino e da aprendizagem em matemática, apontando para novas direções. No entanto, esses estudos ainda estão centrados em experimentações pontuais com um ou outro conteúdo matemático, seja com alunos de Ensino Fundamental, de Ensino Médio, de Ensino Superior ou mesmo com jovens e adultos, ou ainda com professores em formação.

Tudo isso nos faz refletir, portanto, que pensar o ensino da matemática a partir dos pressupostos da diversidade de representações em matemática e das operações de tratamento e conversão entre esses registros pode ser um caminho que nos leve a facilitar a compreensão da matemática pelos alunos. No entanto, os resultados apontam que não bastam apenas atividades bem elaboradas, seqüências de ensino bem estruturadas; elas, por si mesmas, não garantem o acesso ao saber. Isso corrobora nossa intenção de acrescentar, sugerir, propor orientações metodológicas concentradas, tendo como ponto fundamental a questão dos registros de representação semiótica. Tais orientações, voltadas para o uso e o entendimento do professor, podem auxiliar no processo da Educação Matemática.

Apontamos, ainda, que um ensino que se concentre em trabalhar com os diferentes registros de representação semiótica pode auxiliar significativamente o professor de matemática, buscando estratégias metodológicas que amenizem as dificuldades de aprendizagem dessa disciplina.

Referências bibliográficas

D'AMORE, B. *Epistemologia e didática da Matemática*. Tradução de Maria Cristina Bonomi Barufi. São Paulo: Escrituras Editora, 2005.

DUVAL, R. Écarts sémantiques et cohérence mathématique: introduction aux problèmes de congruence. *Annales de Didactique et de Sciences Cognitives-IREM*, Strasbourg, v.1, p. 7-25, 1988.

_____. Registre de représentation sémiotique et fonctionnement cognitif de la pensée. *Annales de Didactique et de Sciences Cognitives-IREM*, Strasbourg, v. 5, p. 37-65, 1993.

_____. Quel cognitif retenir en didactique des mathématiques? *RDM-Recherches em Didactique des Mathématiques*, v. 16, n. 3, p. 349-382, 1996.

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

FLORES, C.R. *Registros de representação semiótica em matemática: história, epistemologia, aprendizagem*. 2006. No prelo.

NETTO, J. T. C. *Semiótica, informação e comunicação: diagrama da Teoria do signo*. 5. ed. São Paulo: Editora Perspectiva, 2001.

NOTH, W. *Panorama da semiótica: de Platão a Peirce*. São Paulo: Annablume, 1995.

_____. *A semiótica no século XX*. São Paulo: Annablume, 1996.

ANEXOS

Quadro 2 – Trabalhos produzidos no Brasil da década de 1990

Ano	Nível	Autor	Temática/objetivos	Título	Universidade/ Orientador
1996	Mest.	Nehring, Cátia M..	Elaboração, aplicação e análise de uma seqüência didática com alunos do Ensino Fundamental (2ª. série), de duas escolas em Ijuí-RS, sobre a operação de multiplicação com números naturais, baseadas na noção de registros de representação semiótica, com o objetivo de facilitar a compreensão desse objeto matemático pelos alunos.	A multiplicação e seus registros de representação nas séries iniciais.	UFSC Damm, Regina Flemming
1997	Mest.	Flores-Bolda, Claudia Regina	Estudo do papel heurístico das figuras na resolução de problemas, levantando aspectos ligados à visualização pela elaboração, aplicação e análise de uma seqüência didática, com alunos de 5ª. série do Ensino Fundamental, incluindo exercícios que envolvem problemas com figuras e que permitem a realização da operação de reconfiguração.	Geometria e visualização: desenvolvendo a competência heurística através da reconfiguração.	UFSC Damm, Regina Flemming
1999	Mest.	Mello, Elizabeth Gervazoni Silva de	Elaboração, aplicação e análise de uma seqüência didática para introduzir a técnica da demonstração em geometria a alunos de 8ª. série, como alternativa metodológica para o ensino desse conceito.	Demonstração: uma seqüência didática para a introdução de seu aprendizado no ensino da Geometria	PUC-SP Almouloud, Saddo Ag
1999	Mest.	Woerle, Nilce Helena	Elaboração, aplicação e análise de uma seqüência didática para os números racionais na representação fracionária e decimal com alunos de 6ª. série do Ensino Fundamental .	Números racionais no Ensino Fundamental: múltiplas	PUC-SP Franchi, Anna

				representações	
2000	Mest.	Catto, Glória Garrido	Análise de livros didáticos do Ensino Fundamental, avaliando em que medida os diversos registros de representação semiótica dos racionais (simbólico, figural e língua natural) são apresentados e trabalhados segundo as operações de tratamento e conversão.	Registros de representação e o número racional: uma abordagem em livros didáticos.	PUC-SP Iglori, Sonia Barbosa Camargo
2000	Mest.	Figueiredo, Auriluci de Carvalho	Elaboração, aplicação e análise de uma seqüência de ensino de Probabilidade Condicional nas representações, linguagem natural, simbólica, diagrama de árvore e tabela de contingência, com alunos dos cursos de Licenciatura em Matemática e Ciências da Computação.	Probabilidade condicional: um enfoque do seu ensino.	PUC-SP Da Silva, Benedito Antonio

Quadro 3 – Trabalhos produzidos no Brasil no período de 2000-2005

Ano	Nível	Autor	Temática/objetivos	Título	Universidade/ Orientador
2001	Mest.	Vizoli, Idemir	Elaboração, aplicação e análise de uma seqüência didática com alunos de 6ª. série do Ensino Fundamental sobre o conceito de porcentagem, considerando o sentido e o significado operatório, através da utilização de diferentes registros de representação semiótica, o tratamento e a conversão entre esses registros.	“Registros de representação semiótica no estudo de porcentagem”.	UFSC Damm, Regina Flemming
2001	Mest.	Biffi, Darcy de Liz	Elaboração, aplicação e análise de uma seqüência didática sobre o conceito de fração com alunos do Curso de Pedagogia, Séries Iniciais, da UNIPLAC de Lages-SC, com o intuito de estudar a aquisição do conceito de frações mediante a utilização de diferentes registros de representações semióticas e a conversão entre esses registros.	“Conceito de frações através do estudo dos registros de representação”	UFSC Damm, Regina Flemming
2001	Mest.	Castro,	Concepção, realização,	“Os	PUC-SP

		Samira Choukri de	observação e análise de uma seqüência didática sobre Geometria Analítica, especificamente do conceito de vetor, com alunos do curso de Engenharia de três instituições diferentes.	vetores do plano e do espaço e os registros de representação	Igliori, Sonia Barbosa Camargo
2001	Dout.	Bianchini, Barbara Lutaif	Estudo das questões que envolvem a aquisição do conceito de fração na sua representação decimal por alunos da 3ª. série do Ensino Fundamental, através da elaboração, da aplicação e da análise de uma seqüência didática. A aplicação não foi realizada pela pesquisadora, mas pela professora da turma e observada por aquela. Trabalhou com a noção de contrato didático e registros de representação semiótica.	“Estudo sobre a aplicação de uma seqüência didática para o ensino dos números decimais”	PUC-SP Gatti, Bernardete Angelina
2002	Mest.	Dos Santos, Ailton Martins	Estudo de como se processa o ensino-aprendizagem do objeto matemático “mensuração, algarismos significativos e notação científica” por alunos da 3ª. série do Ensino Médio, partindo do suporte teórico apontado por Raymond Duval e das orientações relativas à transversalidade e à interdisciplinaridade propostos pelos PCNs. Propôs uma seqüência didática a ser aplicada com os alunos.	“Mensuração, algarismos significativos e notação científica: um estudo diagnóstico do processo ensino-aprendizagem, considerando o cálculo e a precisão de medidas”.	PUC-SP Almouloud, Saddo Ag

Ano	Nível	Autor	Temática/objetivos	Título	Universidade/ Orientador
2002	Mest.	Souza, Cibele de	A partir das idéias sobre dialética ferramenta-objeto	“A distribuição	PUC-SP Almouloud,

		Almeida	de Régine Douady e do uso de mais de um registro de representação semiótica no ensino da matemática de Raymond Duval, elabora, aplica e analisa uma seqüência didática sobre distribuição binomial com alunos do curso de Administração de Empresas.	binomial no Ensino Superior”	Saddo Ag
2002	Mest.	Maioli, Marcia	Partindo da teoria das situações de Brousseau e da noção de registros de representação semiótica de Duval, investiga estratégias para o trabalho didático de conteúdos da geometria, a partir do desenvolvimento de oficinas para formação de professores do Ensino Fundamental e Médio, com enfoque no estudo dos quadriláteros.	“Uma oficina para formação de professores com enfoque em quadriláteros”	PUC-SP Almouloud, Saddo Ag
2002	Mest.	Passoni, João Carlos	Elaboração, aplicação e análise de uma seqüência didática pautada nos registros de representação semiótica, com crianças de nove anos, de atividades de pré-álgebra (com utilização dos inteiros e manipulação algébrica).	“(Pré-)Álgebra: introduzindo os números inteiros negativos”	PUC-SP Campos, Tania Maria Mendonça
2002	Mest.	Santos, Edivaldo Pinto dos	Elaboração, aplicação e análise de uma seqüência didática com alunos da 2ª. série do Ensino Médio, pautada em elementos da teoria de Raymond Duval e em princípios da Informática na Educação. Procura estudar a aquisição dos saberes relacionados aos coeficientes da equação $y=ax+b$ pela articulação dos registros gráfico e algébrico da função afim, com o auxílio de <i>software</i> .	“Função Afim $y = ax + b$: a articulação entre os registros gráfico e algébrico com o auxílio de um <i>software</i> educativo”	PUC-SP Da Silva, Benedito Antonio
2002	Mest.	Traldi, Armando Junior	Elaboração, aplicação e análise de uma seqüência didática, enfocando o	“Sistema de Inequações do 1º. grau: uma	PUC-SP Almouloud, Saddo Ag

			tratamento, a conversão e a coordenação dos RRS de inequações de 1º. grau, com alunos de 3º. ano do Ensino Médio, com vistas à construção do conceito e à aplicação na resolução de problemas de programação linear.	abordagem do processo ensino-aprendizagem focando os registros de representações”	
--	--	--	--	---	--

Ano	Nível	Autor	Temática/objetivos	Título	Universidade/ Orientador
2002	Mest.	Azevedo, Patricia Maria Almeida Sader	Análise do processo de ensino-aprendizagem de equações à luz da teoria dos registros de representação semiótica, em um trabalho de campo numa classe composta por alunos jovens e adultos estudando equações.	“Um processo de ensino/aprendizagem de equações vivido por alunos jovens e adultos em sala de aula: transitando por registros de representação”	UNICAMP Carvalho, Dione Lucchesi de
2003	Mest.	Sakate, Maria Massae	Descreve a concepção de professores sobre a possibilidade de ocorrer alterações didáticas no ensino da geometria a partir da utilização da informática no Ensino Fundamental. Parte da teoria das situações didáticas e a-didáticas de Brousseau e dos registros de representação semiótica de Duval.	“Concepções de professores sobre possibilidades didáticas no ensino da geometria decorrentes do uso da informática”	Fundação Universidade Federal de Mato Grosso do Sul Pais, Luiz Carlos
2003	Mest.	Facco, Sonia Regina	Estudo dos fenômenos que interferem no ensino-aprendizagem do conceito de área no Ensino Fundamental para elaborar, aplicar e analisar	“Conceito de área: uma proposta de ensino-	PUC-SP Almouloud, Saddo Ag

			uma seqüência didática sobre esse conceito e a partir disso apresentar uma proposta de ensino de área com base na composição e na decomposição de figuras planas.	aprendizagem”	
2003	Dout.	Cunha, Maria Carolina Cascinoda	Estudo que promoveu um trabalho de reflexão em e sobre a ação docente em torno das representações gráficas estatísticas através da discussão das experiências pessoais de professores das séries iniciais do Ensino Fundamental.	“Estatística nas séries iniciais do Ensino Fundamental: buscando caminhos”	FEUSP Domite, Maria do Carmo Santos
2003	Mest.	Souza, Roberta Nara Sodré	Elaboração, aplicação e análise de uma seqüência didática para o conceito de função linear. Procura investigar se o desenvolvimento da capacidade de tratar e fazer conversão entre registros, por meio de uma seqüência didática, colabora na utilização dessa capacidade como ferramenta na resolução de problemas que envolvam esse tipo de função.	“A construção da noção de função linear: transitando em diferentes registros de representação semióticos”	Universidade do Vale do Itajaí Cordeiro, Maria Helena Baptista Vilares
2003	Mest.	Lopes, Wagner Sanches	Elaboração, aplicação e análise de uma seqüência didática com alunos de 8ª. série, com o intuito de introduzir o conceito de função, particularmente função afim, e avaliar os fenômenos didáticos ocorridos na resolução de problemas envolvendo a conversão do registro gráfico da função afim para o algébrico e vice-versa.	“A importância da utilização de múltiplas representações no desenvolvimento do conceito de função: uma proposta de ensino”	PUC-SP Franchi, Anna

Ano	Nível	Autor	Temática/objetivos	Título	Universidade/ Orientador
2003	Mest.	Pelho, Edeweiss	Elaboração, aplicação e análise de uma seqüência didática do	“Introdução ao	PUC-SP Da Silva,

		Benez Brandão	conceito de função com utilização do <i>software</i> Cabri-Géomètre, por meio da compreensão das variáveis dependentes e independentes e do relacionamento entre elas, com alunos do 2º. ano do Ensino Médio.	conceito de função: a importância da compreensão das variáveis”	Benedito Antonio
2004	Mest.	Moreira, Denise Trindade.	Alia elementos da didática francesa, utilizando as noções de obstáculo epistemológico, situações didáticas e registros de representação semiótica para investigar como são feitos os registros de representação de objetos tridimensionais, focalizando as apreensões perceptivas e operatórias em um ambiente de geometria dinâmica no Cabri-Géomètre II. Através de uma seqüência didática aplicada a alunos do segundo ano de Licenciatura em Matemática, discute que essa ferramenta possibilita os tratamentos e as conversões.	“Representações gráficas: investigação das apreensões perceptivas e operatórias em alunos do curso de Licenciatura em Matemática”	Universidade Estadual de Londrina Póla, Marie-Claire Ribeiro
2004	Mest.	Pires, Enam Lima	Análise dos registros de representações semióticas produzidas por crianças de 3ª. série do Ensino Fundamental da rede pública de Brasília, no processo de conceitualização do número racional não-negativo, através de pesquisa-ação.	“Meus registros para frações e decimais: entre o que eu penso e o que eu escrevo; entre o que eu escrevo e o que você lê”	Universidade de Brasília Muniz, Cristiano Alberto
2004	Mest.	Da Silva, Carlos Antônio	Análise de dois livros didáticos, geralmente utilizados nas universidades, especificamente do tema integral, à luz da teoria dos registros de representação semiótica de Raymond Duval.	“A noção de integral em livros didáticos e os registros de representação	PUC-SP Da Silva, Benedito Antonio

2004	Mest.	Penteado, Cristina Berndt	Elaboração, aplicação e análise de uma seqüência de ensino apoiada na Teoria dos Registros de Representação Semiótica de Raymond Duval com um grupo de professores do Ensino Médio, para investigar a concepção e a reação destes diante dos diferentes registros de representação dos números, quando analisada a propriedade da densidade do conjunto dos números racionais no conjunto dos números reais e a densidade dos irracionais no conjunto dos números reais.	semiótica” “Concepções do professor do Ensino Médio relativas à densidade do conjunto dos números reais e suas reações frente a procedimentos para a abordagem desta propriedade”	PUC-SP Silva, Benedito Antonio
------	-------	---------------------------	--	--	-----------------------------------

Ano	Nível	Autor	Temática/objetivos	Título	Universidade/ Orientador
2004	Mest.	Godoy, Luiz Felipe Simões de	Investiga o conhecimento de alunos que já passaram por um curso de Cálculo Diferencial e Integral sobre a noção de derivada, procurando saber quais registros os alunos reconhecem como derivada e suas competências nos tratamentos e nas conversões.	“Registros de representação da noção de derivada e o processo de aprendizagem”	PUC-SP Igliori, Sonia Barbosa Camargo
2005	Dout	Brandt, Célia Finck	Investiga sobre as formas de organizar e propor, no processo de ensino, situações que permitam aos alunos compreender o SND como forma de comunicação e de registro da medida de um conjunto expressa por um número; através da aplicação de seqüências de ensino, busca atribuir sentido e significação aos registros de representação do número: escrita e numeral arábico que veiculam a estrutura do SND.	“Contribuições dos registros de representação semiótica na conceitualização do sistema de numeração”	UFSC Moretti, Mércles Thadeu

2005	Mest.	Dominoni, Nilceia Regina Ferreira	Elaboração, aplicação e análise de uma seqüência didática com alunos da 1ª série do Ensino Médio, com o intuito de verificar se a utilização da noção teórica dos registros de representação semiótica no estudo da função exponencial contribui para a aprendizagem do conceito.	“Utilização de diferentes registros de representação: um estudo envolvendo funções exponenciais”	Universidade Estadual de Londrina Almeida, Lourdes Maria Werle de
------	-------	--	---	--	--