

## MAPEAMENTO DE PESQUISAS QUE UTILIZAM O REFERENCIAL DOS REGISTROS DE REPRESENTAÇÃO SEMIÓTICA - RRS: A PRODUÇÃO EM PERIÓDICOS BRASILEIROS

*Deise Pedroso Maggio*  
UNIPAMPA - GEEM  
*deisemaggio@unipampa.edu.br*

*Cátia Maria Nehring*  
UNIJUI - DCEEng - GEEM  
*catia@unijui.edu.br*

### **Resumo:**

A presente pesquisa tem por problemática a compreensão dos aspectos que vem sendo tomados acerca do modo como a teoria dos RRS vem sendo utilizada no Brasil. Tem por objetivo geral compreender como essa teoria vem sendo empregada nas pesquisas. E por objetivos específicos, identificar os conceitos centrais dessa teoria; os instrumentos (coletados/produzidos); os conceitos matemáticos abordados e enfocados nas pesquisas. Para tanto, realizamos um Estado da Arte das pesquisas publicadas em periódicos da área de Educação/Educação Matemática/Ensino de Matemática, dos últimos cinco anos. Trata-se de um mapeamento que busca por retrospectivas e perspectivas sobre essa temática. Constatamos que as operações cognitivas metadiscursivas vêm sendo enfatizadas em detrimento das operações discursivas; sendo, que apenas uma pesquisa considera, em parte, as relações entre ambas. A teorização da aprendizagem em Matemática pode ser verticalizada, ao considerar a correlação entre as suas dimensões matemática, cognitiva e pedagógica.

**Palavras-chave:** Aprendizagem em Matemática; RRS; Estado da Arte.

### **1. Introdução**

Este artigo faz parte da pesquisa de doutorado em andamento, desenvolvida junto ao Programa de Pós-Graduação em Educação nas Ciências de uma universidade comunitária localizada no interior do Estado do Rio Grande do Sul (RS). Esta pesquisa diz respeito à aprendizagem conceitual em Matemática por estudantes ingressantes em um Curso de Matemática - Licenciatura de uma universidade pública situada, também, no interior do RS. A aprendizagem é concebida, no domínio desta pesquisa, nos termos da teoria cognitivista de Raymond Duval: Registros de Representação Semiótica (RRS).

A teoria dos RRS tem-se estabelecido como um alicerce para várias pesquisas brasileiras desenvolvidas no contexto de Programas de Pós-Graduação *Stricto Sensu* em Educação/Educação Matemática/Ensino de Matemática, desde 1990 quando esse modelo teórico chegou ao Brasil. O quadro teórico dos RRS trata da aprendizagem em Matemática,

sob a ótica da Psicologia Cognitiva. É nessa linha de pesquisa que Raymond Duval investiga questões relacionadas à compreensão/conceitualização; bem como, ao desenvolvimento do raciocínio; à resolução de problemas e; à compreensão de textos em Matemática.

Dessa forma, neste artigo é apresentado um estudo de pesquisas acadêmicas brasileiras - publicadas em periódicos da área de Educação Matemática, vinculados à Programas de Pós-Graduação *Stricto Sensu* em Educação/Educação Matemática/Ensino de Matemática; assim como, em revistas científicas, consideradas referências nessas áreas - que utilizam a teoria desenvolvida por Raymond Duval como principal referencial teórico.

A partir dos artigos selecionados nessas revistas, buscamos compreender a seguinte problemática: diagnosticar os caminhos que vêm sendo tomados; os aspectos que são destacados e enfatizados em detrimento de outros e; possíveis lacunas existentes, acerca do modo como essa teoria vem sendo concebida/utilizada no Brasil. Assim, temos por objetivo compreender como a teoria dos RRS vem sendo empregada nessas pesquisas. E, de forma específica, identificar os conceitos centrais da teoria dos RRS; os instrumentos coletados/produzidos; os conceitos matemáticos abordados e enfocados em tais pesquisas.

A seguir são apresentados os fundamentos da teoria dos RRS, com vistas à compreensão da forma como os seus conceitos são utilizados pelos pesquisadores em suas investigações; os procedimentos metodológicos do estudo, que são de natureza qualitativa, do tipo documental. Em seguida, desenvolvemos o Estado da Arte das pesquisas identificadas, a fim de problematizar os enfoques contemporâneos de investigação. Por fim, apresentaremos as considerações finais sobre a teorização da aprendizagem em Matemática.

## 2. Registros de Representação Semiótica - RRS: Conceitos centrais

A aprendizagem em Matemática é concebida por Raymond Duval do ponto de vista cognitivo, isto é, por meio da mobilização e coordenação de vários RRS acerca de um mesmo conceito. Essa coordenação pode envolver registros discursivos e/ou não discursivos em operações metadiscursivas (tratamentos e conversões) e/ou operações discursivas (função referencial; função apofântica; função de expansão discursiva e; função de reflexividade).

A coordenação entre RRS, para Duval (1993), é condição necessária à conceitualização; visto, que a compreensão global/integral de um conceito implica a coordenação de ao menos dois RRS, que revelam formas parciais de um mesmo conceito. Tal

coordenação se manifesta pela rapidez e espontaneidade da tarefa de conversão em seus dois sentidos.

A conversão (operação cognitiva metadiscursiva) é a transformação de uma representação inicial em uma representação de um outro registro. Por exemplo, a conversão de uma representação não discursiva - traçado reto, em uma representação discursiva - equação de primeiro grau (DUVAL, 1993). Cabe destacar, que do ponto de vista cognitivo, as atividades de conversão é que são relevantes (*ibidem*).

Já, do ponto de vista matemático, a atividade de tratamento (operação cognitiva metadiscursiva) é que é relevante, conforme Raymond Duval. Sendo, que o custo de tratamento pertencente a um mesmo sistema semiótico, ou seja, a um mesmo RRS, permite escolher um registro no qual é possível realizar tratamentos mais econômicos/mais rápidos.

Não existem regras de conversão, só de tratamento, próprias à cada representação. Assim, Duval (1988a) descreveu três tratamentos das representações gráficas de uma reta: *abordagem ponto a ponto*; *abordagem de extensão do traçado do gráfico* e; *abordagem de extensão de interpretação global das propriedades figurais*. Visto, que esta última é tida por ele como necessária à compreensão conceitual, pois tal abordagem “permite ver as modificações conjuntas (simultâneas) da imagem e da expressão algébrica” (*ibidem*, p. 4).

Ainda, Duval (1988a) discriminou variáveis visuais (gerais e específicas) para o caso em que o gráfico é uma reta ou curva. São *variáveis gerais*: plano de fundo (linha ou zona) e forma do traçado (reta ou curva). São *variáveis específicas* para o caso em que o gráfico é uma reta: *sentido da inclinação do traçado*; *ângulos dos traçados com os eixos* e; *posição do traçado em relação à origem do eixo vertical*. Mais detalhes sobre os valores das variáveis visuais encontram-se nesse artigo, referenciado ao final deste trabalho; assim como, sobre a correlação desses valores visuais com as unidades significativas da equação. Assim, para Duval (1988a, p.2), do ponto de vista cognitivo, a dificuldade dos alunos não está (e não deve ser analisada) nos conceitos matemáticos vinculados ao conceito de reta e equação, “[...] mas na falta de conhecimento das regras de correspondência semiótica entre a representação gráfica e a representação algébrica”.

Duval (1998b), descreveu três tratamentos próprios as figuras geométricas, isto é, três formas de ver as figuras: *apreensão perceptiva* (“Reconhecimento visual imediato da forma”); *apreensão operatória* (“Modificações possíveis de uma figura inicial e

reorganizações possíveis destas modificações”) e; *apreensão discursiva* (Enunciados semanticamente congruentes a figura e enunciados semanticamente não congruentes a figura). Segundo ele, dependendo do tipo de modificação escolhida para a figura geométrica, podem surgir possibilidades de tratamento. Para obter mais detalhes a respeito das operações visuais próprias a cada uma dessas apreensões; bem como, acerca de unidades figurais (“Elementos que forma a figura tais como ponto, segmento de reta, reta e polígonos”)<sup>1</sup> - que são necessárias para analisar as dificuldades dos alunos em problemas geométricos, recorrer ao texto dele referenciado ao final deste trabalho.

A conceitualização em Matemática, para Duval (1995), implica, além das operações metadiscursivas de tratamento e conversão - que cumprem as funções de comunicação, tratamento e objetivação/tomada de consciência, as operações discursivas - que cumprem as funções de descrição, narração, explicação e raciocínio (argumentação retórica e dedução lógica), assim como a de designação de objetos. As operações metadiscursivas “são comuns a todos os registros de representação linguísticos, simbólicos ou figurativos” (DUVAL, 1995, p. 87). Já, as operações discursivas são comuns ao registro de uma língua (*ibidem*).

Esse aspecto nos remete a questionar o uso “especializado” da língua natural em Matemática. Para Duval (1995), a língua natural tem diferentes empregos: pode ser usada para dialogar (“uso comum ou social”) e/ou em diferentes domínios do conhecimento (“uso especializado”). Assim, podemos afirmar que o emprego especializado da língua natural se apoia nas operações cognitivas discursivas acima (ou até mesmo nas interações entre elas).

A diferença entre o emprego comum e especializado da língua natural, para Duval (1995, p.102), “se busca em primeiro lugar na maneira de efetuar as operações com a função referencial (designação de objetos) (e) uma das características de um emprego especializado da língua natural é a importância que toma a operação de descrição”. A operação de descrição é vinculada à função de expansão discursiva, que, por sua vez, “permite relatar, descrever, explicar, comentar, *argumentar*, deduzir e calcular, etc.” (*ibidem*, p. 113, Grifo nosso). Assim, do ponto de vista cognitivo, em Matemática, a língua natural cumpre as funções referencial, de expansão discursiva, *apofântica* e *reflexividade discursiva*.<sup>2</sup>

<sup>1</sup> Definição de SALAZAR & ALMOULOU (2015). A referência completa do texto desses autores encontra-se no Quadro 1 a seguir.

<sup>2</sup> Para obter mais detalhes acerca dessas duas últimas funções do discurso, recorrer ao Capítulo II - *As funções discursivas de uma língua* - de Duval (1995).

Dessa forma, a compreensão em Matemática, na ótica cognitiva de Duval, requer a transição entre diferentes representações semióticas a partir de atividades de conversão em seus dois sentidos; bem como, o uso das funções discursivas supramencionadas no uso da língua natural, principalmente da função referencial e de expansão discursiva.

### 3. Procedimentos Metodológicos

Neste artigo optamos por apresentar um Estado da Arte, nos termos de Fiorentini & Lorenzato (2006), de artigos publicados, nos últimos cinco anos, em periódicos brasileiros de Educação/Educação Matemática/Ensino de Matemática. Haja vista, que os periódicos representam a produção acadêmica-científica de Programas de Pós-Graduação. Além disso, a classificação dos periódicos passa por um processo anual de atualização, realizada por áreas de avaliação e passa por pareceres de um Conselho Editorial diversificado.

A seleção dos periódicos tomou como base as revistas ligadas à Programas de Pós-Graduação em Educação/Educação Matemática/Ensino de Matemática e que se mantêm *online*, a saber: Educação Matemática e Pesquisa - EMP<sup>3</sup>; Revista Eletrônica de Educação Matemática - REVEMAT<sup>4</sup> e Práxis Educativa<sup>5</sup>. Além disso, essa seleção considerou os seguintes periódicos de referência na divulgação da produção intelectual na área de Educação Matemática: Boletim Gepem - Grupo de Estudos e Pesquisa em Educação Matemática<sup>6</sup>; Bolema - Boletim de Educação Matemática<sup>7</sup> e Zetetiké<sup>8</sup>.

A escolha dos artigos tomou como base os descritores, a saber: representações semióticas; representação semiótica; registros de representação semiótica; representação e Raymond Duval. Quando um desses descritores não constava no título do artigo; buscávamos nas palavras-chave; no resumo e nas referências bibliográficas do artigo. Dessa forma, identificamos vinte e nove (29) artigos que utilizam os pressupostos teóricos desenvolvidos por Raymond Duval como principal fundamento.

<sup>3</sup> O primeiro número foi lançado em 1999. Tem como editor institucional O Programa de Estudos Pós-Graduados em Educação Matemática - PUC/SP. Qualis B2 na área de Educação e B1 na de Ensino da Capes.

<sup>4</sup> O primeiro número foi lançado em 2006. Tem como editor institucional: Programa de Pós-Graduação em Educação Científica e Tecnológica – UFSC. Qualis B1 e B5 nas áreas de Ensino e Educação da Capes.

<sup>5</sup> O primeiro número foi lançado em 2006. Editor institucional: Programa de Pós-Graduação em Educação da Universidade Estadual de Ponta Grossa (UEPG). Qualis A2 na área de Educação e B1 na de Ensino da Capes.

<sup>6</sup> Primeiro número publicado: 1976. Editor institucional: Instituto de Educação - Departamento de Teoria e Planejamento de Ensino (DTPE) - UFRRJ. Qualis B1 nas áreas de Educação e Ensino da Capes.

<sup>7</sup> Primeiro número publicado: 1985. Editor institucional: Instituto de Geociências e Ciências Exatas - Departamento de Matemática - Unesp, Rio Claro-SP. Qualis A1 na área de Educação e Ensino da Capes.

<sup>8</sup> O primeiro número foi lançado em 1993. Editor institucional: Centro de Estudos, Memória e Pesquisa em Educação Matemática (Cempem) - Unicamp. Qualis B2 na área de Educação e B1 na área de Ensino da Capes.

Na análise dos artigos selecionados consideramos a seguinte categoria de análise: registros de representação. Tivemos como foco de análise as operações cognitivas metadiscursivas e discursivas; bem como, as representações discursivas e não discursivas.

#### 4. Resultados e Discussões

O Quadro 1 abaixo abrange a produção acadêmica em Educação Matemática, dos últimos cinco anos, que emprega a teoria dos RRS com principal quadro teórico.

**Quadro 1:** Mapeamento de pesquisas acerca do RRS em periódicos brasileiros

Artigos	Autores	Ano	Conceitos RRS	Conceitos matemáticos	Instrumentos da pesquisa
<b>BOLETIM GEPEM - GRUPO DE ESTUDOS E PESQUISA EM EDUCAÇÃO MATEMÁTICA</b>					
1. Articulação da geometria euclidiana plana e da álgebra no estudo da geometria analítica como o <i>Grafeg</i>	BITTAR, M.; PAULA, A. F. de.	2013	-Conversão -Tratamento *RGC *RA	Ponto, Reta Circunferência Elipse Parábola Sistemas de inequações	Produções de alunos de Licenciatura em Matemática
2. Distribuição Binomial: um experimento de ensino envolvendo relações entre registros de representações semióticas no ambiente R	NETO, P. M.; KARRER, M.; KATAOKA, V. Y.	2012	-Conversão *RGC *RGT *RGE *RS/RA *RLN	Distribuição Binomial	Produções de alunos de Engenharia
3. Saberes docentes acerca das representações semióticas do conceito de função: Atuais desafios à educação Matemática	MAGGIO, D. P.; NEHRING, C. M.	2012	-Variação redacional/designação de objetos (Função referencial) -Conversão -Tratamento *RA, RS *RGT, RGC, RLN	Função	Planejamentos e aulas para o 1º ano do EM (Ensino planejado e vivenciado)
4. Os registros de representação semiótica no estudo da circunferência com enfoque na geometria analítica	DALLEMOLE, J. de J.; GROENWALDE; C. L. O.; RUIZ, L. M.	2011	-Conversão *RGC *RA *RLN	Circunferência	Dificuldades de alunos de Licenciatura em Matemática
5. Educação Matemática: Um Estudo em Ambiente de Educação de Pessoas Jovens e Adultas	RAMOS, E. de L. FLORES, C. R.	2010	-Conversão *RGT *RGC *RA	Função Função Afim	Produções de estudantes jovens e adultos.
<b>BOLEMA - BOLETIM DE EDUCAÇÃO MATEMÁTICA</b>					
6. Significados e Representações dos Números Racionais Abordados no Exame Nacional do Ensino Médio	SILVA, F. A. F.; SANTIAGO, M. M. L.; SANTOS, M. C. dos.	2014	-Conversão *RN *RA *RF *RLN	Número racional	-Provas do ENEM de 1998 a 2008 -Provas do novo ENEM de 2009 a 2011
7. Uma Introdução às Funções de Variável Complexa	MONZON, L. W.; GRAVINA, M. A.	2013	-Conversão *RA *RG	Números Complexos Funções de	Objeto de aprendizagem testado com



no Ensino Médio: uma possibilidade através do uso de animações interativas				variável complexa	alunos do 3º ano do EM
9. Desenvolvimento do Pensamento Estatístico e sua Articulação com a Mobilização de Registros de Representação Semiótica	COUTINHO, C. de Q. e S.; SILVA, M. J. F. da; ALMOULOU, S. A.	2011	-Conversão *RGT *RGE	Gráficos estatísticos	Protocolos de professores de Matemática
<b>ZETETIKÉ</b>					
10. Desenhos e gráficos na produção de significados pelos alunos participantes de um curso de Geometria Analítica	GOULART, J. S. S.; DIAS, A. L. M.	2013	-Conversão *RA *RG	Geometria Analítica	Produção de significados por alunos e professores de um curso de Licenciatura em Matemática
11. A divisão e os racionais: revisão bibliográfica e análise	FÁVERO, M. H.; NEVES, R. da S.	2012	-Conversão *RN, RG *Registro pictórico *Registro oral	Número racional	Estado da Arte
12. Modelagem Matemática e Representações Semióticas: contribuições para o desenvolvimento do pensamento algébrico	BURACK, D.; BRANDT, C. F.	2010	-Tratamento -Conversão *RGT *RGC *RA	Campo algébrico (Incógnitas, variáveis e relações de igualdade e identidade)	Formação do pensamento algébrico de professores do EF envolvendo também a modelagem matemática
<b>EDUCAÇÃO MATEMÁTICA PESQUISA</b>					
13. Registro figural no ambiente de geometria dinâmica	SALAZAR, V. F.; ALMOULOU, S. A.	2015	-Formação -Tratamento -Conversão *RF *RLN	Problemas geométricos	Definir o registro figural dinâmico a partir da releitura das atividades de formação, tratamento e conversão.
14. Estudo das funções do discurso na resolução de problemas matemáticos	BRANDT, C. F.; MORETTI, M. T.; BASSOI, T. S.	2014	-Função referencial -Função apofântica -Função de expansão discursiva -Tratamento *RLN	Problemas algébricos	Resolução de situações-problemas por alunos da EB e do ES
15. O conceito de função na produção acadêmica da PUC/SP via registros de representação semiótica	LOURENÇO, É. H.; OLIVEIRA, P. C.	2014	-Prevalece a conversão *R.G *R.A	Função	Estado da Arte
16. O procedimento informático de interpretação global no esboço de curvas no ensino universitário	MORETTI, M. T.; LUIZ, L. dos S.	2010	-Conversão *RA *RGC *RLN	Função de uma variável real.	Determinação de unidades básicas (linguística, gráfica e simbólica) para curvas do ensino superior
<b>PRÁXIS EDUCATIVA</b>					
17. O ensino de	MORETTI, M. T.;	2012	-Conversão	Função	Determinação de

matemática hermético: um olhar crítico a partir dos registros de representação semiótica	THIEL, A. A.		*RGC *RA	quadrática	variáveis visuais e simbólicas pertinentes à função quadrática
<b>REVEMAT - REVISTA ELETRÔNICA DE EDUCAÇÃO MATEMÁTICA</b>					
18. Campo Multiplicativo: Análise de Tratamento e Conversões nos Anos Iniciais do Ensino Fundamental	GRANDO, N.; NIEMANN, F. de A.	2015	-Tratamento -Conversão *RN *RLN	Significado das operações de divisão e multiplicação	Produção de alunos do 4º e 5º ano do EF
19. Registros de representação semiótica em atividades de desenho geométrico no Geogebra	VIANA, O. A.; BOIAGO, C. E. P.	2015	-Tratamento -Conversão *RF *RLNI	Problemas geométricos (Modelagem matemática de logotipos figurais)	Produções de alunos do EM no <i>software</i> Geogebra
20. Um estudo sobre a resolução algébrica e gráfica de Sistemas Lineares 3x3 no 2º ano do Ensino Médio	JORDÃO, A. L. I.; BIANCHINI, B. L.	2014	-Conversão -Tratamento *RGC *RA	Sistema linear com três equações e três incógnitas	Protocolos de alunos do 2º ano do EM
21. Análise de itens da prova de matemática e suas tecnologias do ENEM que envolvem o conceito de números racionais à luz dos seus significados e representações	SILVA, F. A. F.; SANTIAGO, M. L.; SANTOS, M. C. dos.	2013	-Conversão *RN *RA *RF *RLN	Número racional	-Provas do ENEM de 1998 a 2008 -Provas do novo ENEM de 2009 a 2011
22. Uma reflexão teórica acerca do papel dos registros de representação semiótica em atividades de demonstrações matemáticas em Geometria Euclidiana	FERREIRA, F. A.; SANTOS, C. A. B. dos.	2013	-Conversão -Tratamento	Demonstrações matemáticas (Geometria Euclidiana)	Estado da Arte
23. Os diferentes sentidos das representações dos objetos matemáticos e as atividades de tratamento e conversão entre registros	BARICCATTI, K. H.; VERTUAN, R. E.	2012	-Conversão -Tratamento *RF *RA *RN *RLN	Razão Proporção	Produções de alunos do EM diante de uma questão da Olimpíada Brasileira de Matemática
24. Análise de questões do SAERS e o ensino de álgebra na perspectiva dos registros de representação	BREUNING, R. T. NEHRING, C. M.	2012	-Conversão -Tratamento *RA *RF *RN *RLN	Operações com números inteiros Incógnita	Boletins pedagógicos do SAERS do 1º ano do EM
25. Da interpretação à conceituação: uma sequência didática	SILVA, R. S. da; BASSO, M. V. de A.	2012	-Conversão -Tratamento *RGC	*Função exponencial *Função	Desempenho de alunos do 1º ano do EM



baseada no uso de problemas envolvendo funções exponenciais e logarítmicas			*RGT *RA *RLN	logarítmica	
26. O desenvolvimento do letramento estatístico a partir do uso do GeoGebra: um estudo com professores de matemática	COUTINHO, C. de Q. e S.; ALMOULOU, S. A. SILVA, M. J. F. da;	2012	-Tratamento *RGE	Gráficos estatísticos	Tutorial para professores dos anos finais do EF e do EM
27. A transformabilidade dos registros de representação semiótica no ensino de equações de reta	FARIA, R. R.; SANTOS, C. A. dos; CURI, E.	2012	-Conversão -Tratamento *RGC *RA	Equação da reta	Dificuldades e facilidades de alunos do 3º ano do EM
28. Os Registros de Representação Semiótica como Ferramenta Didática no Ensino da Disciplina de Física	SANTOS, C. A. dos; CURI, E.	2011	-Conversão -Tratamento *RG *RA	*Termometria *Cinemática *Dinâmica	RRS no ensino de Física
29. Registros de Representação Semiótica da Função Afim: análise de livros didáticos de matemática no ensino médio	MAGGIO, D. P. SOARES, M. A. da S.; NEHRING, C. M.	2010	-Conversão -Tratamento *RGC *RA *RN *RLN	Função afim	Livros didáticos

Fonte: Produção das autoras.

A partir do Quadro 1 acima podemos identificar as operações cognitivas e as representações mais enfocadas nas pesquisas. Bem como, os instrumentos e os campos da Matemática mais enfatizados. Como se pode notar no Quadro II abaixo.

**Quadro II:** Quadro-síntese

Conceitos RRS	%	Instrumentos	%	Campos da Mat.	%
Conversão	45	Aprendizagem	38	Álgebra	52
Conversão/Tratamento	41	Ensino	13	Aritmética	24
Tratamento	7	Avaliação	10	Geometria	21
Conversão/Tratamento/ Função referencial	3	Recursos didáticos	10	Probabilidade	7
Funções referencial, apofântica, de expansão discursiva e reflexividade discursiva	3	Proposta Curricular	10	Estatística	7
Representação discursiva e não discursiva	76	Pesquisas de cunho estritamente teórico <sup>9</sup>	24	Combinatória	0
Representações não discursivas	14				
Representações discursivas	3				

Fonte: Produção das autoras.

<sup>9</sup> Reflexões analíticas pautadas em articulações entre teorias da aprendizagem; em conceitos da própria teoria dos RRS; etc.

A partir do Quadro II podemos inferir que as pesquisas privilegiam a operação cognitiva de conversão; bem como, simultaneamente, representações discursivas e não discursivas; a aprendizagem de estudantes dos Anos Iniciais do Ensino Fundamental ao Ensino Superior e os conceitos algébricos. Dentre essas pesquisas, seis abordam ao mesmo tempo os seguintes aspectos: conversão e tratamento; aprendizagem; representações discursivas e não discursivas e; conceitos algébricos (Pesquisas 1, 5, 7, 20, 25 e 27).

Nem todas essas seis pesquisas, que abrangem sequências de atividades em sala de aula e resolução de problemas, no decorrer de alguns poucos encontros, consideram os dois sentidos da conversão: sendo, que três delas levam em conta a heterogeneidade dos dois sentidos da conversão (Pesquisas 1, 20 e 27). Cabe lembrar, que conforme os pressupostos teóricos dos RRS, obter sucesso num sentido da conversão não significa obter sucesso no sentido inverso. Apesar disso, parece que essas três investigações não levam em conta as variações de congruência e não-congruência, que é o segundo fenômeno característico da conversão. Inclusive, esses dois fenômenos característicos da conversão são marcados em Duval (2003), que é o principal referencial teórico utilizado por duas dessas pesquisas.

Além disso, essas seis pesquisas não consideram ao mesmo tempo possíveis relações entre a operação metadiscursiva de conversão (e até mesmo de tratamento) e as operações discursivas, sejam quais for: função referencial; função apofântica; função de expansão discursiva e; função de reflexividade. O que pode ser explicado pelo modo como registro da língua natural é empregado, quando considerado nessas pesquisas (Pesquisas 1, 7 e 20).

Cabe destacar, que essas seis pesquisas consideram ao mesmo tempo, além da língua natural, outras representações discursivas: tais como representação algébrica e numérica. Bem como, representações não discursivas: representação gráfica (gráfico cartesiano, gráfico estatístico e gráfico tabular) e figuras geométricas (bidimensionais). O registro da língua natural não é utilizado de forma especializada nessas pesquisas.

O registro da língua natural é empregado, por um lado, pelos sujeitos da pesquisa (estudantes) com vistas à sua produção verbal (entre estudantes; entre pesquisador e estudante) e escrita, diante de atividades elaboradas e propostas pelos pesquisadores. E, por outro lado, pelos pesquisadores para comunicar enunciados de matemática; inclusive, alguns destes exigem processos de justificação: “Justifique sua construção” (construção de uma casa

no *software Grafeq* a partir de conceitos de Álgebra e Geometria Plana). Dito de outra maneira, a língua natural é utilizada em seu uso comum (dialogar e comunicar).

Apenas uma pesquisa, dentre as vinte e nove supracitadas, considera o registro da língua natural em seu emprego especializado, isto é, a língua natural assentada nas operações discursivas: Pesquisa 14. Nessa pesquisa, foram usadas as funções de expansão discursiva, referencial e apofântica; ou melhor, as operações discursivas de narração, descrição, explicação e raciocínio, na análise de produções de estudantes em problemas algébricos. São também focos de atenção desses pesquisadores: soluções pragmáticas e intelectuais; sentidos e significados das soluções; modo de argumentação dos estudantes. Ainda, essa pesquisa considera ao mesmo tempo a função metadiscursiva de tratamento. O que indica, que a aprendizagem em Matemática pode ser concebida e analisada a partir da relação entre funções discursivas e metadiscursivas, que, por sua vez, exige o uso especializado da língua natural.

## 5. Considerações Finais

A compreensão da aprendizagem em Matemática, na ótica cognitiva, poderá ser melhor compreendida ao considerar, todas as funções discursivas, inclusive a de *reflexividade discursiva*, juntamente, com as demais funções metadiscursivas de conversão e tratamento, na análise de produções de alunos e organização e condução de situações de aprendizagem. Como se pode notar, apenas uma pesquisa engloba, em parte, essas relações.

Ainda sob a ótica cognitiva, a compreensão da aprendizagem em Matemática poderá ser verticalizada ao focar os “erros recorrentes” dos alunos. Contudo, as seis pesquisas acima, conforme as palavras de Duval (2012, p. 320), “se limitam as observações feitas na escala de tempo de uma hora ou de uma sequência de atividades de 2 ou 3 semanas”. Elas limitam-se aos “erros transitórios” - que concernem “a uma noção ou a um processo matemático particular e não aos “erros recorrentes” - que são “independentes do conteúdo porque são relativos à maneira de ver, de definir, de racionar, de trabalhar em matemática”.

Por fim, aprendizagem em Matemática pode ser mais compreendida ao levar em conta, além das dimensões matemática e cognitiva, a dimensão pedagógica. Considerando, que a ótica cognitiva abrange, além de representações semióticas, “tempo de reação ou de resposta” e “transferência entre contextos”. E que a dimensão pedagógica abrange “a motivação do estudante”; “a interação entre estudantes” e; “a confiança em si e em suas próprias capacidades/autonomia intelectual” (DUVAL, 2012, p. 20; 2013, p. 314). Nem todas as seis

pesquisas contemplam esses aspectos e; nenhuma pesquisa considera a seguinte perspectiva pedagógica: conforme Duval (2014, p. 26): “como introduzir os alunos nas operações discursivas que ocorrem na linguagem matemática?”.

## 6. Referências

DUVAL, R. Gráficos e equações: a articulação de dois registros (1988a). **Revemat**. Tradução de Mérciles Moretti. UFSC, Florianópolis, v. 6, n. 2, p. 96-112, 2011. Disponível em: <<http://www.periodicos.ufsc.br/index.php/revemat/issue/view/1853>>. Acesso em: 10 jul. 2012.

DUVAL, R. A abordagem cognitiva de problemas de geometria em termos de congruência (1998b). **Revemat**. Tradução de Mérciles Moretti. UFSC, Florianópolis, v. 7, n. 1, p. 118-138, 2012. Disponível em: <<https://periodicos.ufsc.br/index.php/revemat/article/view/1981-1322.2012v7n1p118>>. Acesso em: 10 fev. 2015.

DUVAL, R. Registros de representação semiótica e funcionamento cognitivo do pensamento (1993). **Revemat**. Tradução de Cláudia Flores & Mérciles Moretti. UFSC, Florianópolis, v. 7, n. 2, p. 266-297, 2012. Disponível em: <<http://www.periodicos.ufsc.br/index.php/revemat/article/view/1981-1322.2012v7n2p266>>. Acesso em: 10 jul. 2012.

DUVAL, R. Las funciones discursivas de una lengua. In: DUVAL, R. **Semiosis y pensamiento humano**: registros semióticos y aprendizajes intelectuales. Paris: Peter Lang S.A., 1995. (Cópia impressa). (Tradução nossa).

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

DUVAL, Raymond. Quais teorias e métodos para a pesquisa sobre o ensino da matemática? Tradução de Luciana Oliveira. **Práxis Educativa**. V.7, n. 2, p. 305-330, jul./dez. 2012. Disponível em: <<http://www.revistas2.uepg.br/index.php/praxiseducativa/article/view/4694>>. Acesso em: 12 de fevereiro de 2015.

DUVAL, R. Entrevista: Raymond Duval e a Teoria dos Registros de Representação Semiótica. Entrevistadores: José Freitas & Veridiana Rezende. **Revista Paranaense de Educação Matemática**, Campo Mourão, v.2, n.3, jul-dez, 2013. Disponível em: <<http://www.fecilcam.br/rpem/documentos/v2n3/Entrevista.pdf>>. Acesso em: 17 fev. 2015.

DUVAL, R. Rupturas e Omissões entre Manipular, Ver, Dizer e Escrever: História de uma Sequência de Atividades em Geometria. In: BRANDT, C. F.; MORETTI, M. T. (Orgs.). **As contribuições da Teoria das Representações Semióticas Para o Ensino e Pesquisa na Educação Matemática**. Ijuí/RS: Ed. Unijuí, 2014, p. 15-38.

FIORENTINI, D.; LORENZATO, S. **Investigação em educação matemática**: percursos teóricos e metodológicos. Campinas: Autores Associados, 2006.