

REGISTROS DE REPRESENTAÇÃO SEMIÓTICA DE FUNÇÕES: ANÁLISE DE PRODUÇÕES ESCRITAS DE ESTUDANTES DE ENSINO MÉDIO

SEMIOTIC REPRESENTATION REGISTERS OF FUNCTIONS: HIGH SCHOOL STUDENTS WRITTEN PRODUCTION ANALYSES

NILTON CESAR GARCIA SALGUEIRO*
ANGELA MARTA PEREIRA DAS DORES SAVIOLI**

RESUMO

Neste artigo, apresenta-se uma análise da produção escrita de estudantes do Ensino Médio em tarefas envolvendo diferentes registros de representações semióticas de funções. Investiga-se de que maneira esses estudantes lidam com o conceito de função ao se depararem com tarefas contemplando diferentes registros de representação semiótica desse objeto matemático. Conclui-se que as tarefas possibilitaram aos estudantes a realização de conversões entre alguns registros de representação semiótica: registros na relação entre dois conjuntos, registro gráfico e registro algébrico do objeto função; contudo, a conversão do registro gráfico para qualquer outro registro apresentou dificuldades para os estudantes.

Palavras-chave: Educação Matemática. Registros de Representação Semiótica. Funções.

ABSTRACT

This article presents an analysis of written registers of high school students in tasks involving different semiotic representation registers of function. It investigates how these students deal with the concept of function when faced with tasks considering different semiotic representation registers of this mathematical object. It concludes that tasks allowed to students performing conversions between some semiotic representation registers which are registers of the relationship between two sets, graphic registers of functions and algebraic registers of functions, however, the conversion of the graphic register in another register presented difficulties for students.

Keywords: Mathematics Education. Semiotic Representation Registers. Functions.

* Mestre em Ensino de Ciências e Educação Matemática/UEL, Saint James' International School, Londrina, PR. E-mail: profnilton18@hotmail.com

** Doutora em Matemática/USP-SP. Docente da Universidade Estadual de Londrina/UEL e do PECEM-UEL, Londrina, PR. E-mail: angelamarta@uel.br

INTRODUÇÃO

O objeto matemático função, muitas vezes, apresenta-se sem significado para estudantes de Ensino Médio, os quais não visualizam esse conteúdo nos momentos em que surge como gráfico ou como resolução de situações-problema.

De acordo com Kieran (1992), é necessário trabalhar os diferentes registros de representação semiótica de funções e, nessa mesma linha, para que haja aquisição de conhecimento matemático é “[...] preciso recorrer à noção de representação. Não existe conhecimento matemático que possa ser mobilizado por uma pessoa, sem o auxílio de uma representação” (DAMM, 2010, p. 169).

No intuito de propiciar um trabalho associando diferentes representações semióticas e uma ampliação no entendimento do conceito de função, neste artigo, apresenta-se uma pesquisa que investigou de que maneira estudantes de Ensino Médio de uma escola pública do interior do Paraná lidam com o conceito de função ao se depararem com tarefas contemplando diferentes registros de representação semiótica desse objeto matemático.

REGISTROS DE REPRESENTAÇÃO SEMIÓTICA

Em Matemática, na maioria das vezes, não é possível observar de maneira “palpável” os objetos matemáticos estudados. Não há microscópios ou mecanismos que permitam visualizá-los diretamente. Desta forma, essa visão ou percepção pode ser propiciada por intermédio das representações semióticas dos objetos matemáticos. Epistemologicamente,

[...] há uma diferença básica entre a matemática e os outros domínios do conhecimento científico. Objetos matemáticos, em contraste com os fenômenos da astronomia, física, química, biologia, etc. não são acessíveis pela percepção ou por instrumentos (microscópios, telescópios, aparelhos de medição). A única maneira de ter acesso a eles e lidar com eles é usar sinais e representações semióticas. (DUVAL, 2006, p. 107, tradução nossa).

Duval salienta que basta “[...] olhar para a história do desenvolvimento da matemática para perceber que o desenvolvimento de representações semióticas era uma condição essencial para o desenvolvimento do pensamento matemático” (DUVAL, 2006, p. 106, tradução nossa).

Assim, para

[...] que ocorra a apreensão de um objeto matemático, é necessário que a *noésis* (conceitualização) ocorra através de significativas *semiósisis* (representações) [...] Ou seja, quanto maior for a mobilidade com registros de representações diferentes do mesmo objeto matemático, maior será a possibilidade de apreensão desse objeto. (DAMM, 2010, p. 177).

Desse modo, “[...] alterar o registro de representação é o limiar da compreensão matemática para os estudantes em cada etapa do currículo” (DUVAL, 2006, p. 128, tradução nossa).

Neste ponto, entendemos que o termo limiar apresenta-se no sentido de representar o início da compreensão do objeto, porém se torna importante ressaltar que o educando pode conseguir passar

de uma representação à outra e não o fazer em todos os momentos e, então, nessa perspectiva considera-se que podem existir diversos momentos até que ocorra essa passagem.

Associada a esta situação, “[...] um objetivo central do ensino da Matemática consiste em conseguir que os estudantes sejam capazes de passar de uma representação para outra, porém se reconhece que esse objetivo é difícil de conseguir. A conversão de representações é um problema crucial na aprendizagem da Matemática” (FONT; GODINO; D’AMORE, 2007, p. 14, tradução nossa).

Damm (2010) afirma que seria impossível à pessoa que apreende construir conhecimento sem as representações semióticas, pois considera ser por meio dessas representações que certas funções cognitivas fundamentais do pensamento humano ocorrem.

Nesse sentido, “[...] o aluno, para a realização da maioria das práticas matemáticas, há de ativar uma trama complexa de funções semióticas e os mecanismos utilizados são determinantes, tanto para reduzir ou aumentar a complexidade desta trama, como para a realização efetiva da prática” (FONT; GODINO; D’AMORE, 2007, p. 11, tradução nossa).

Deste modo, a utilização dos diferentes registros de representação semiótica no processo de aprendizagem pode propiciar ao educando a possibilidade de optar pela forma mais conveniente de representar a situação estudada e privá-lo de tal condição é, no mínimo, não colaborar para o seu pleno desenvolvimento intelectual.

Duval apresenta a especificidade das representações semióticas que

[...] consiste em serem relativas a um sistema particular de signos, a linguagem, a escritura algébrica ou os gráficos cartesianos, e em poderem ser convertidas em representações “equivalentes” em um outro sistema semiótico, mas podendo tomar **significações** diferentes para o sujeito que as utiliza. A noção de representação semiótica pressupõe, então, a consideração de sistemas semióticos diferentes e de uma operação cognitiva de conversão das representações de um sistema semiótico para um outro. (DUVAL, 2009, p. 32, assinalamento do autor).

Compreendemos que as representações semióticas de um objeto matemático são os possíveis registros para se representar que podem levar à visualização e identificação, produzindo significado ao objeto estudado. Neste trabalho, os registros de representação semiótica do objeto matemático função utilizados foram: algébrico, gráfico, diagramas ou relação entre dois conjuntos, tabular e linguagem natural, seguindo Caraça (2003).

Duval (2006) afirma que existem dois tipos de transformações de registros de representação semiótica: os tratamentos e as conversões.

Os tratamentos permanecem dentro do mesmo sistema semiótico, como, por exemplo, quando se resolve uma expressão numérica envolvendo frações utilizando-se apenas da forma fracionária. Se transformarmos as frações em decimais e vice-versa, teríamos a utilização de dois sistemas e passaríamos às conversões.

Damm diferencia da seguinte forma essas duas transformações:

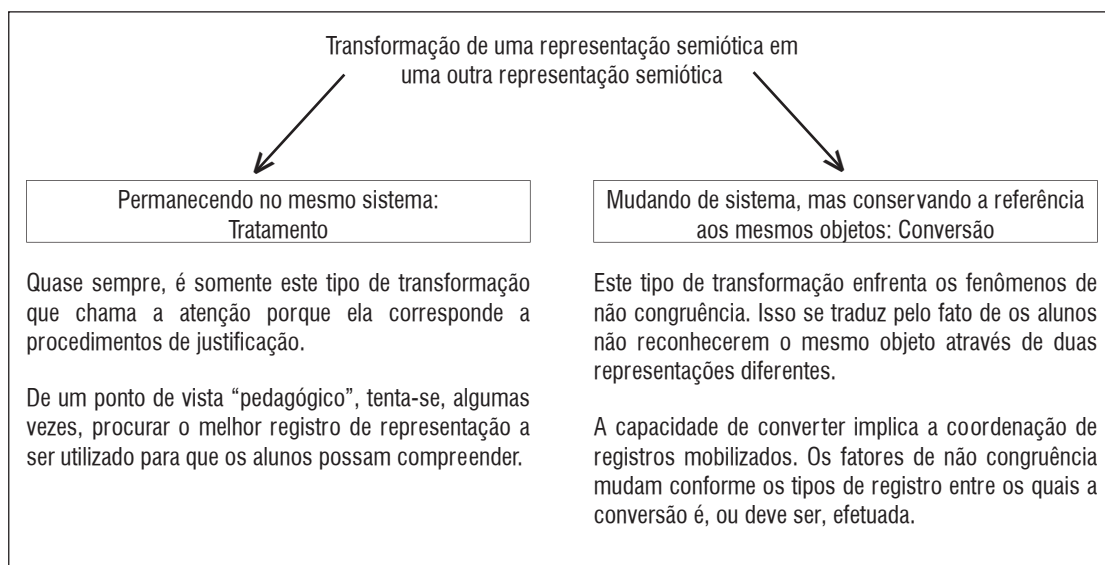
O *tratamento* de uma representação é a transformação dessa representação no próprio registro onde ela foi formada [...] A *conversão* de uma representação é a transformação dessa em uma representação em um outro registro, conservando a totalidade ou uma parte do objeto matemático em questão [...] O tratamento se

estabelece “dentro” do registro, já a conversão se dá entre registros diferentes. (DAMM, 2010, p. 179-180, grifo do autor).

As conversões enfrentam o fato de os estudantes não reconhecerem o mesmo objeto a partir de dois registros de representação semiótica diferentes (por exemplo, não reconhecem a mesma função a partir do registro gráfico e do registro algébrico) e são pouco exploradas em materiais didáticos. Assim, as tarefas aplicadas aos estudantes cujos registros escritos foram utilizados nesta investigação contemplaram conversões.

Duval (2005) apresenta o seguinte quadro que pode elucidar as principais diferenças entre estes dois tipos de transformações:

Quadro 1 - Transformação de uma representação semiótica em outra representação semiótica.



Fonte: Duval (2005, p. 15).

Há, segundo Duval (2005), na passagem de um registro de representação semiótica a outro, uma articulação entre os aspectos cognitivos específicos de cada um dos registros envolvidos. Passar de um registro para outro, não é apenas modificar o modo de tratamento do objeto matemático, mas explicar propriedades ou aspectos diferentes de um mesmo objeto.

Dessa forma, entendemos que a verdadeira compreensão matemática está ligada à disposição de ao menos dois registros de representação semiótica diferentes, e trazer aos educandos a possibilidade de visualizar de maneiras distintas um mesmo objeto matemático é libertá-los do “*enclausuramento de registro que impede o aluno de reconhecer o mesmo objeto matemático em duas de suas representações bem diferentes*” (DUVAL, 2005, p. 21, grifo do autor).

Assim, “[...] os sistemas semióticos deviam estar integrados nos modelos de arquitetura cognitiva das pessoas, como estruturas essenciais do funcionamento do pensamento” (DUVAL, 2005, p. 29). Dessa maneira, procuramos nas ligações entre os diferentes registros de representação semiótica, a associação de múltiplos dados sensoriais.

A partir disso, quatro ideias são cruciais:

1. O desenvolvimento da capacidade mental de representação depende do desenvolvimento cultural de sistemas semióticos.
2. Nos indivíduos em período de desenvolvimento e de formação inicial o progresso de aquisição de conhecimentos matemáticos depende da coordenação de registros de representação semiótica. **Essa coordenação não é espontânea, mas deve ser levada em conta na apropriação de cada um dos sistemas semióticos.**
3. Certas variáveis cognitivas podem ser retomadas como variáveis didáticas.
4. Na medida em que a matemática tende a diversificar os registros de representação, sua aprendizagem específica pode contribuir fortemente para o desenvolvimento das capacidades cognitivas globais dos indivíduos. **Visar a esse desenvolvimento sem se fixar de forma míope sobre a aquisição de tal ou tal noção particular é provavelmente o aporte maior que se pode esperar da aprendizagem matemática para a sua educação.** (DUVAL, 2005, p. 29-30, grifo nosso).

Nesse sentido, “[...] a disponibilidade e uso de diversos sistemas de representação semiótica, suas transformações e conversões, considera-se imprescindível na geração e desenvolvimento dos objetos matemáticos” (GODINO, 2003, p. 242, tradução nossa).

Duval alerta, no entanto, a respeito de um aspecto relevante entre o objeto matemático e seus registros de representação semiótica: “Os objetos matemáticos não devem ser confundidos com as representações semióticas utilizadas, embora não haja acesso a eles sem as representações semióticas” (DUVAL, 2006, p. 126, tradução nossa).

PROCEDIMENTOS METODOLÓGICOS

As tarefas apresentadas neste artigo fizeram parte de uma sequência didática aplicada a 29 estudantes, participantes da pesquisa, matriculados no 2º ano do Ensino Médio, em 2010, em uma escola pública localizada no município de Rolândia, estado do Paraná, construída à luz da engenharia didática de Artigue (1996), envolvendo análises e validação.

A sequência didática foi elaborada apresentando tarefas de reconhecimento, ou seja, de identificação de objetos matemáticos em diferentes registros de representação semiótica; e buscando instruir os estudantes na tentativa da associação entre os diferentes registros de representação semiótica do objeto matemático função. Esta instrução foi demonstrada como necessária nos estudos de Duval, que explica que a

[...] coordenação entre representações ressaltando sistemas semióticos diferentes não tem nada de espontâneo. Sua colocação não resulta automaticamente de aprendizagens clássicas muito diretamente centradas sobre conteúdos de ensino. Um trabalho de aprendizagem específico centrado sobre a diversidade de sistemas de representação, sobre a utilização de suas possibilidades próprias, sobre sua comparação por colocar em correspondência e sobre suas ‘traduções’ mútuas uma dentro da outra parece necessário para favorecê-la. (DUVAL, 2009, p. 19).

Essa sequência didática ainda contemplou situações que não representam funções com o intuito de propiciar ao estudante a oportunidade de relacionar o que não é função com o conceito de função associado ao estudo de relação. Desse modo, gerar a incerteza no pensamento prévio foi uma forma

de inserir o estudante na chamada “zona de desconforto”, chamando-o à busca do conhecimento. Estaria implícito no compreender o conceito de função, compreender o que não é função.

A sequência didática considerou um pré-teste e discussões sobre o tema entre as tarefas e suas resoluções. A escola na qual foi aplicada está incluída em um projeto para superação das dificuldades apresentadas nas últimas avaliações nacionais. Dentre outras atitudes contempladas no projeto, o Ensino Médio é feito na forma “bloqueada”. Nesse sistema, os alunos estudam durante um semestre as disciplinas de ciências exatas e no outro semestre estudam as demais disciplinas. Há seis aulas semanais de Matemática durante um semestre e no restante do ano letivo não têm aulas desta disciplina. Ressaltamos que há um termo de consentimento livre e esclarecido da escola, autorizando a realização da pesquisa.

As tarefas da sequência didática foram aplicadas individualmente em seis aulas de 50 minutos. Dos 29 estudantes participantes apenas 18 realizaram todas as atividades propostas e foram indicados por A1, A2, A3,..., A18. Realizamos uma descrição de cada aplicação de tarefa com intervenções e observações.

ANÁLISES E RESULTADOS

Após a aplicação e de posse dos registros escritos dos estudantes, analisamos cada tarefa, verificando se resolviam ou não de maneira correta e se associavam os diferentes registros de representação semiótica efetuando as conversões necessárias.

O quadro a seguir sistematiza as respostas apresentadas pelos estudantes na realização das tarefas propostas¹.

Quadro 2 - Sistematização da análise dos registros escritos dos estudantes nas tarefas propostas.

Tarefa	Conceito analisado	Estudantes que resolveram corretamente	Estudantes que acertaram parcialmente	Estudantes que resolveram erroneamente	Estudantes que não resolveram
1 b	Pensamento algébrico	Todos	-	-	-
1 c	Pensamento algébrico	A2, A3, A4, A6, A7, A9, A10, A11, A12, A13, A14, A17 e A18	A1, A5, A8 e A16	-	A15
2	Conceito de função	A2, A3, A4, A5, A6, A7, A8, A9, A10, A11, A12, A13, A14, A15, A16, A17 e A18	A1	-	-
3 a	Representações de funções	A1, A2, A4, A6, A7, A11, A12, A15, A16, A17 e A18		A3, A9, A10, A13 e A14	A5 e A8
3 b	Representações de funções	A1, A2, A4, A6, A7, A12, A15, A16, A17 e A18.		A3, A9, A10, A11, A13 e A14	A5 e A8
3c	Representações de funções	A17 e A18	A2, A7, A8, A9, A10, A12 e A16	A1, A3, A4, A6, A11 e A14	A5, A13 e A15
4	Pensamento algébrico	A1, A4, A6, A7, A9, A10, A11, A12, A14, A17 e A18	A3	A2 e A13	A5, A8, A15 e A16
5	Representações de funções	A1, A2, A3, A4, A5, A6, A9, A10, A11, A12, A13, A14, A15 e A17	A7, A8, A16 e A18.	-	-

¹ As tarefas trabalhadas na sequência eram 13, mas a décima terceira solicitava apenas comentários a respeito da própria sequência.

7b	Conversão do registro da relação entre dois conjuntos para o registro gráfico	A1, A2, A3, A4, A6, A7, A8, A12, A15, A16, A17 e A18	A9, A10, A11, A13 e A14		A5 e A15
8 a	Conversão do registro algébrico para o registro gráfico	A2, A5, A6, A7, A9, A10, A11, A13, A14, A15, A16, A17 e A18	A1, A3, A8 e A12	A4	-
8 b	Conversão do registro algébrico para o registro gráfico	A1, A4, A5, A6, A8, A10, A11, A12, A15, A17 e A18	-	A2, A3, A7, A9, A13, A14 e A16	-
9 a	Conversão entre os registros gráfico, da relação entre dois conjuntos e algébrico	A2, A4, A5, A6, A7, A8, A9, A10, A11, A12, A13, A14, A15, A16, A17 e A18.	A1 e A3	-	-
9 b	Conversão entre os registros gráfico, da relação entre dois conjuntos e algébrico	A1, A3, A4, A5, A6, A7, A8, A9, A10, A11, A12, A13, A14, A15, A17 e A18	A2	A16	-
10	Conversão do registro gráfico para o registro da relação entre dois conjuntos	A2, A3, A4, A6, A7, A9, A10, A11, A12, A13, A15, A17 e A18.	A5, A8 e A16	-	A1 e A14
11 a	Conversão do registro gráfico para o registro da relação entre dois conjuntos	A1, A2, A7, A11, A14, A16 e A17	A5, A6, A8 e A9	A3, A4, A10, A12, A15 e A18	A13
11 b	Conversão do registro gráfico para o registro da relação entre dois conjuntos	A1, A5, A8, A11, A14 e A18	A1 e A6	A2, A3, A4, A7, A9, A10, A12, A15, A16 e A17	A12 e A13
12 a e b	Conversão do registro gráfico para o registro da relação entre dois conjuntos	A6, A7, A8 e A10	A4, A9, A11, A15, A17 e A18	A1, A2, A3, A5, A12, A13 e A16	A14

Fonte: Os autores.

Pelo quadro síntese, a conversão do registro algébrico para o registro gráfico não ofereceu dificuldade para os estudantes. No entanto, converter do registro gráfico para outro registro apresentou poucos acertos parciais (A7, A6 e A4). Mesmo os erros parciais apareceram em maior número. Assim, segundo Duval (2005), esses estudantes estariam em uma fase de transição na compreensão entre os diferentes registros de representação semiótica do objeto matemático função, pois acertaram algumas conversões, erraram outras e, às vezes, não conseguiram apresentar clareza em suas produções escritas.

Apresentaremos a seguir, a título de exemplo, resoluções e comentários a respeito de algumas tarefas, quais sejam tarefa 08, tarefa 09 e tarefa 12, que expõem dificuldades com os registros gráficos e a conversão. As tarefas foram elaboradas pelo primeiro autor.

Tarefa 08

Construa o gráfico dos itens a e b da tarefa 01.

Tarefa 01 itens a) e b):

Como visto em séries anteriores, é possível representar as funções de algumas maneiras diferentes. As funções podem ser entendidas, por exemplo, como a generalização de uma situação na resolução de situações-problema.

Desta forma, resolva as situações apresentadas abaixo, encontrando a forma geral para a resolução de cada situação:

a) Um veículo sai do quilômetro 30 de uma rodovia. Sua velocidade é constante e tem o valor de 80 km/h. Assim, o veículo encontra-se no quilômetro 110, após uma hora de viagem. Com base nessas informações, responda:

a1) A localização do veículo após duas horas de viagem;

a2) A localização do veículo após três horas de viagem;

a3) A localização do veículo após t horas de viagem.

b) Um vidraceiro cobra R\$ 5,00 pela visita e mais R\$ 15,00 por vidro colocado. Com base nessas informações, responda:

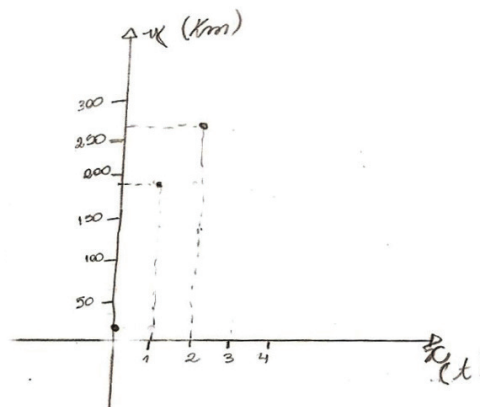
b1) Quanto o vidraceiro cobrará se colocar 1 vidro em uma casa?

b2) Quanto o vidraceiro cobrará se colocar 2 vidros em uma casa?

b3) Quanto o vidraceiro cobrará se colocar v vidros em uma casa?

Nos registros escritos da tarefa 08, apareceram vários erros relacionados com o conceito de domínio e descontinuidade do objeto matemático estudado. Isso não era esperado, pois já haviam trabalhado com esses conceitos em sala de aula. Apenas sete estudantes acertaram os dois itens. O estudante A4 acertou o item b, apresentando inclusive a descontinuidade, porém fez o mesmo no item a (Figura 1).

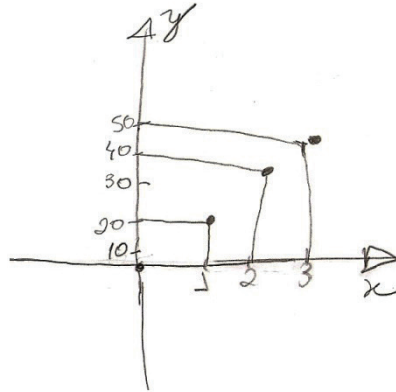
Figura 1 - Resolução da tarefa 08 da sequência didática pelo estudante A4.



Fonte: Dados da pesquisa.

Os estudantes A16, A9, A7, A3 e A2 não associaram os valores encontrados na resolução do item b da tarefa 01 com o gráfico proposto na tarefa 08 (Figura 2).

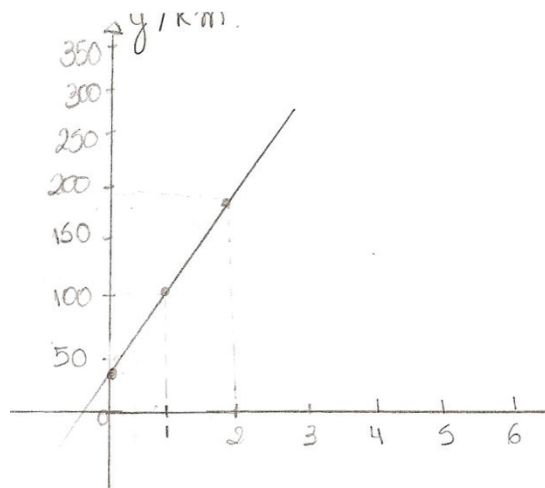
Figura 2 - Resolução da tarefa 08 da sequência didática pelo estudante A2.



Fonte: Dados da pesquisa.

O estudante A1 acertou o gráfico que se referia ao item b da tarefa 01, porém no item a, apesar de notar a impossibilidade do trabalho com números negativos, não observou esta restrição na representação gráfica (Figura 3). Apesar do entendimento da possibilidade de diferentes registros de representações semióticas do objeto matemático, os estudantes ainda não observam que restrições desses objetos no registro de representação algébrico devem ser convertidas para o registro de representação gráfica. É possível que isso ocorra pela falta de visualização do objeto matemático estudado nos diferentes registros de representações semióticas e a consequente conversão entre os mesmos, pois esta situação seria compreendida se fosse aplicada à representação semiótica a partir do registro da relação entre dois conjuntos.

Figura 3 - Resolução da tarefa 08 da sequência didática pelo estudante A1.



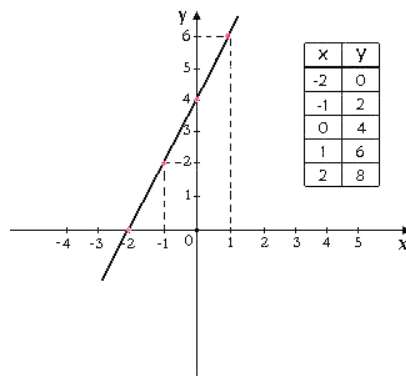
Fonte: Dados da pesquisa.

Com relação a essa tarefa, houve um grupo de oito estudantes que não conseguiu converter para a representação na forma gráfica.

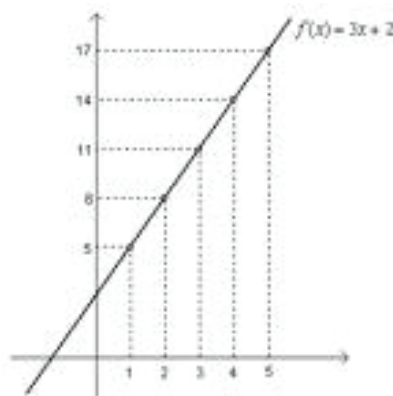
Tarefa 09

Se uma função pode ser estudada como a generalização de uma situação problema ou um caso específico de relação entre conjuntos ou a partir da representação gráfica desta situação, então podemos transitar entre estas diferentes representações e, desta forma, podemos, nos gráficos abaixo, escrever a condição de dependência de cada um:

a)



b)



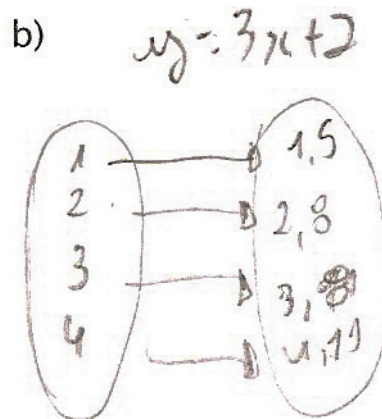
Na tarefa nove optamos por trabalhar com o caminho inverso, algo não contemplado pelo livro didático de matemática, ou seja, a conversão do registro gráfico para o algébrico ou tabular.

Como observado por Duval (2005), a conversão em um sentido não representa o mesmo que a volta entre estes mesmos dois registros de representação semiótica. Havia a expectativa de que os estudantes apresentassem dificuldades por não terem trabalhado a conversão no sentido inverso. Assim, buscamos nas tarefas propiciar aos estudantes uma possibilidade de relacionar o registro gráfico com o registro de relação entre conjuntos e com o registro algébrico.

Para que fosse possível observar a condição de reversão dos registros apresentados, além da conversão entre os registros de representação semiótica, resolvemos, nessa tarefa, não efetuar qualquer tipo de explicação.

Dez dos estudantes acertaram a tarefa. Chamou a atenção o estudante A17 que, além da conversão do registro gráfico para o registro algébrico e por relação entre dois conjuntos, utilizou o registro em linguagem natural para descrever a situação apresentada no registro gráfico. O estudante A16 resolveu e acertou o item a, porém no item b o mesmo associou o elemento do domínio com pares de elementos no contradomínio correspondendo ao próprio elemento do domínio e à imagem correspondente (Figura 4).

Figura 4 - Resolução da tarefa 09 b da sequência didática pelo aluno A16.



Fonte: Dados da pesquisa.

Tarefa 12

Vimos também que podemos encontrar as funções definidas por fórmulas matemáticas e, pelos motivos estudados nas atividades anteriores, há algumas definições que não representam funções. Assim, justifique por que as definições por fórmulas apresentadas a seguir **não** podem ser consideradas funções?

a) $f: \mathbb{R} \rightarrow \mathbb{R}$, tal que $f(x) = \frac{1}{x}$

Justificativa: _____

Represente por intermédio do diagrama de setas esta situação para comprovar que ela não representa uma função.

b) $f: \mathbb{R} \rightarrow \mathbb{R}$ tal que $f(x) = \sqrt{x+8}$

Justificativa: _____

Represente por intermédio do diagrama de setas esta situação para comprovar que ela não representa uma função.

Nem todos entenderam plenamente a tarefa 12 e não conseguiram efetuar a conversão para o registro relação entre dois conjuntos. Essa possibilidade não fora levantada no momento da elaboração da sequência didática.

Dentre os estudantes, nove conseguiram identificar que no item b, as raízes quadradas de números negativos não pertencem ao conjunto dos números reais. Os estudantes A2, A12, A13 e A17 utilizaram como argumento para o item b a impossibilidade da utilização do zero.

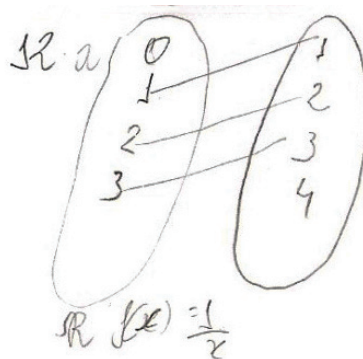
Figura 5 - Resolução da tarefa 12a da sequência didática pelo estudante A17.

Justificativa: ~~esta relação não pode ser função~~ ^{é nula}
~~pois x não pode ser zero e o zero pertence~~ } PARA SER FUNÇÃO
~~aos reais~~ } $f: \mathbb{R}^* \rightarrow \mathbb{R}$

Fonte: Dados da pesquisa.

Três estudantes representaram utilizando-se do registro por meio da relação entre conjuntos do item a e cinco representaram o item b. Os estudantes A5, A13, A15 e A16 não construíram as relações entre conjuntos. Os estudantes A9, A11 e A18 utilizaram valores que não eram condizentes com o resultado a ser apresentado como imagem da função dada, conforme se pode observar na figura 6. Contudo, o estudante A11 excluiu o zero do domínio ao estabelecer a correspondência.

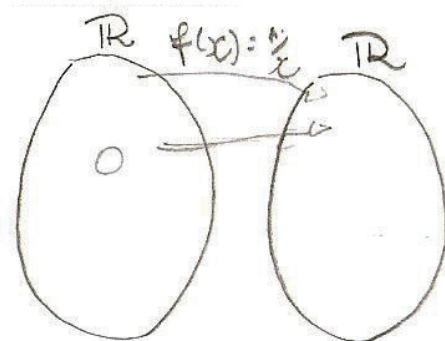
Figura 6 - Resolução da tarefa 12a da sequência didática pelo estudante A11.



Fonte: Dados da pesquisa.

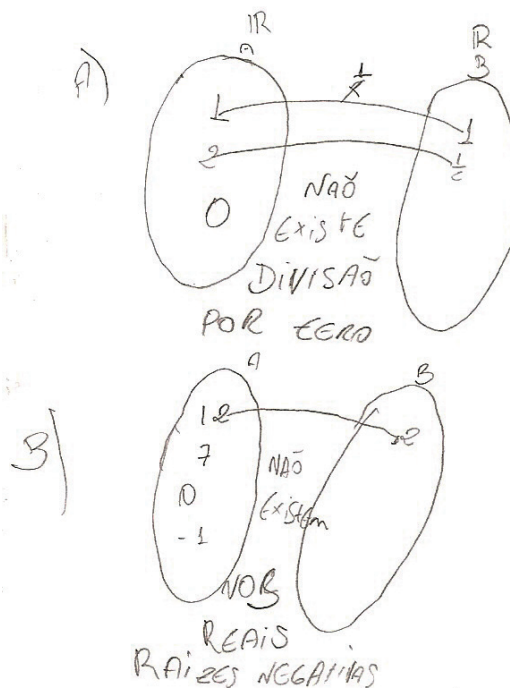
Os estudantes A4, A6, A7, A8, A10, A12 e A14 conseguiram entender a possibilidade do registro de representação semiótica relacionando conjuntos numéricos, no registro na relação entre dois conjuntos, porém apresentaram apenas o valor de restrição e não outras possibilidades com outras ligações. Para elucidar a situação, observamos a seguir contraste entre a atividade desenvolvida pelo estudante A6 (Figura 7) e o estudante A17 (Figura 8).

Figura 7 - Resolução da tarefa 12a da sequência didática pelo estudante A6.



Fonte: Dados da pesquisa.

Figura 8 - Resolução da tarefa 12 da sequência didática pelo estudante A17.



Fonte: Dados da pesquisa.

CONSIDERAÇÕES FINAIS

No que tange ao objetivo da pesquisa, *investigar de que maneira estudantes de Ensino Médio de uma escola pública do interior do Paraná lidam com o conceito de função ao se depararem com tarefas contemplando diferentes registros de representação semiótica desse objeto matemático*, os estudantes, em quase sua totalidade, caminham para o “limiar da compreensão matemática” (p. 128), como nos relata Duval (2006), chegando (e alguns já chegaram) às conversões entre os diferentes registros de representação semiótica. Assim, entendemos que alguns dos participantes da pesquisa compreenderam o objeto matemático função, pois conseguiram realizar a conversão de pelo menos dois registros de representação semiótica diferentes.

Em um grupo em que vários estudantes não associavam os diferentes registros de representação semiótica, a sequência didática propiciou-lhes essa possibilidade, além de fazê-los refletir ao apresentar situações de desconforto. Ou seja, deixamos de lado a automatização, comum ao nosso cotidiano, que muitas vezes se reflete no processo de ensino e de aprendizagem, para discutir conteúdos e assuntos estudados, mudando os diferentes registros de representações semióticas, visando gerar maior significado aos estudantes.

De acordo com as análises, as tarefas permitiram aos estudantes a realização de conversões entre registros na relação entre dois conjuntos, registro gráfico e registro algébrico do objeto função. Contudo, a conversão do registro gráfico para qualquer outro apresentou dificuldades, caracterizando uma transição, segundo Duval (2005).

REFERÊNCIAS

- ARTIGUE, M. Engenharia didáctica. In: BRUN, Jean (Org.). **Didáctica das matemáticas**. Lisboa: Instituto Piaget, 1996. p. 193-210.
- CARAÇA, B. J. **Conceitos fundamentais da matemática**. Lisboa: Gradiva, 2003.
- DAMM, R. F. Registros de representação. In: MACHADO, S. D. A. (Org.). **Educação matemática: uma (nova) introdução**. São Paulo: EDUC, 2010. p. 167-188.
- DUVAL, R. Registros de representação semiótica e funcionamento cognitivo da compreensão em matemática. In: MACHADO, S. D. A. (Org.). **Aprendizagem em matemática: registros de representação semiótica**. Campinas: Papirus, 2005. p. 11-34.
- DUVAL, R. **A Cognitive analysis of problems of comprehension in a learning of mathematics**. Educational Studies in Mathematics, v. 61, 2006. p. 103-131.
- DUVAL, R. **Semiósis e pensamento humano: registros semióticos e aprendizagens intelectuais**. São Paulo: Livraria da Física Editora, 2009.
- FONT, V.; GODINO, J. D.; D'AMORE, B. **Enfoque ontosemiótico de las representaciones em educación matemática**. Barcelona, 2007.
- GODINO, J. D. **Teoría de las funciones semióticas: un enfoque ontológico-semiótico de la cognición e instrucción matemática**. Granada: Serviço de Reprografia de Faculdade de Ciencias, 2003.
- KIERAN, C. The learning and teaching of school algebra. In: GROWS, D. A. (Ed.). **Handbook of research on mathematics teaching and learning**. New York: Macmillan, 1992. p. 390-419.

RECEBIDO EM: 05.06.2014.
CONCLUÍDO EM: 12.08.2014.