

A ARTICULAÇÃO DE REGISTROS SEMIÓTICOS PARA A APRENDIZAGEM: ANALISANDO A NOÇÃO DE CONGRUÊNCIA SEMÂNTICA NA MATEMÁTICA E NA FÍSICA*

Cláudia Regina Flores**
Méricles Thadeu Moretti***

Resumo: A partir dos estudos em torno de “registro semiótico”, desenvolvidos por Duval, considera-se que a especificidade da matemática é estar associada às representações semióticas. Propõe-se, aqui, analisar o papel dos registros de representação semiótica, bem como a questão da congruência semântica entre diferentes registros semióticos em exemplos tradicionalmente utilizados na sala de aula, para a aprendizagem da matemática e da física. Tal análise pretende funcionar como um ensaio da aplicabilidade da noção de “registro semiótico” de Duval para além da área da educação matemática, considerando-se a reflexão num campo interdisciplinar.

Palavras-chave:

representação semiótica; congruência semântica;
aprendizagem matemática; didática das ciências.

Abstract: Starting from the studies around “semiotic register”, developed by Duval, we consider that the specificity of mathematics is to be associated to semiotic representations. It is proposed here to perform an analysis of the role of registers of semiotic representation, as well as of the question of semantic congruency among different semiotic registers in instances traditionally used in classrooms for the learning of mathematics and physics. It is intended that such analysis can function as a test for the application of Duval’s notion of “semiotic register” beyond the area of mathematics education, considering the reflection in an interdisciplinary field.

Keywords:

semiotic representation; semantic congruency;
mathematics learning; didactics of science

* O presente trabalho teve o apoio do CNPq.

** Professora do Departamento de Metodologia/CED/UFSC e do Programa de Pós-Graduação em Educação Científica e Tecnológica/PPGECT/CED/CFM/CCB/CTC/UFSC - claudiar@ced.ufsc.br

*** Professor do Departamento de Matemática/CFM/UFSC e do Programa de Pós-Graduação em Educação Científica e Tecnológica/PPGECT/CED/CFM/CCB/CTC/UFSC - mericles@mtm.ufsc.br

INTRODUÇÃO

A noção de representação para a análise da produção do conhecimento científico é, de um lado, bastante requisitada na pesquisa científica e, por outro lado, na pesquisa educacional. Do ponto de vista cognitivo, a produção das representações e sua utilização, ou seja, seu papel para a produção de conhecimentos, assim como para a atividade cognitiva, tornou-se uma questão central.

A didática das ciências, considerando os resultados de pesquisas de domínios tais como a psicologia genética, a epistemologia ou ainda as ciências cognitivas, impulsionou a pesquisa na educação fornecendo novas noções para analisar o processo de conceitualização e produção de conhecimentos.

Em especial, a didática da matemática se destaca, consideravelmente, na pesquisa introduzindo novas noções como a de “Jogo de Quadros” de Douady (1986), de “Registro Semiótico” de Duval (1993), ou de “Campo Conceitual” de Vergnaud (1990). Todas estas noções tomam, de um jeito ou de outro, a noção de representação como fundamental para a produção e aquisição de conhecimentos.

Da noção de registros de representação semiótica para a aprendizagem matemática, desenvolvida por Duval, muitas pesquisas se ancoraram, uma vez que a questão dos registros semióticos é imprescindível para o pensamento matemática. Notemos, no entanto, que para além da especificidade do pensamento em matemática, tal noção parece atingir outros campos de conhecimento como, por exemplo, o da física.

Por registro de representação semiótica entende-se como sendo um sistema semiótico que permite preencher as funções cognitivas fundamentais para o funcionamento cognitivo (Duval, 1993). As funções cognitivas são, essencialmente, a de comunicação, objetivação e tratamento¹. E, sistema semiótico entende-se como sendo um sistema particular de signos, linguagem natural, língua formal, escrita algébrica, gráficos cartesianos, figuras ... que representa um objeto conceitual.

Então, considerando essa especificidade do pensamento em matemática, ou seja, de que o pensamento em matemática é imprescindível

¹ Uma análise destas funções pode ser vista em FLORES, C. R. e MORETTI, M. T. *O funcionamento cognitivo e semiótico das representações gráficas*: ponto de análise para a aprendizagem matemática. In: Anais da 28ª Reunião da ANPED, 2005.

vel dos registros semióticos, Duval (op. cit.), destacou a importância de se considerar na aprendizagem mais de um modo de representação para o mesmo objeto matemático. Além disso, Duval demonstrou a necessidade de se considerar as atividades cognitivas de tratamento e conversão. Neste caso, o tratamento depende da forma representacional e não do conteúdo. E, converter uma representação é mudar a forma pela qual um conhecimento é representado, ou seja, mudar de registro semiótico.

Contudo, a atividade de conversão não é tão simples, o que leva Duval a tratar da noção de congruência. Assim, a conversão entre registros implica ser analisada em termos de “congruência”, ou seja, sobre a correspondência semântica entre as unidades significantes de cada uma das representações (DUVAL, 1995, p. 45-52). Se há congruência entre duas representações, a passagem de uma à outra será mais evidente. Se for o contrário, o processo será extremamente difícil e delicado.

Ora, se tal noção se aplica à matemática, a aprendizagem matemática assim como a epistemologia da matemática, esta poderia ser estendida às outras áreas de conhecimento. Isso é cogitado aqui uma vez que a noção de representação é, hoje, analisada não mais como sendo estritamente mental. O processo do pensamento, visto antes com um processo puramente mental, passa a ter uma natureza semiótica das representações. Significa que o pensamento é inseparável dos sistemas semióticos, podendo um mesmo objeto conceitual possuir diversas representações semióticas.

Assim, a análise que aqui se propõe se dá a partir de alguns exemplos oriundos do campo de conhecimento não só da matemática, como também da física. Para iniciar, e tratando sobre a problemática da conversão de registros do objeto matemática função, analisamos o fenômeno de congruência semântica na determinação de funções inversíveis. Em seguida, a partir de definições equivalentes de módulo de um número real verifica-se a questão da congruência semântica quando usa-se uma ou outra definição na atividade matemática. Por fim, analisaremos uma questão bastante típica de representação gráfica da velocidade em que esta é dada pela inclinação da reta e não pelo comprimento no eixo em que mede a posição do móvel. Discute-se este fato em termos de congruência semântica em que, não havendo reciprocidade entre o que é dito no enunciado do problema e aquilo

que é visto no gráfico gera dificuldades de interpretação por parte dos alunos. Ainda, nesta mesma situação analisa-se o caso de que se houver congruência semântica a situação permite novos desmembramentos do conhecimento, como é o caso de Nicole Oresme que estuda um movimento retilíneo representando-o graficamente permitindo, mais tarde, a criação da lei do movimento usualmente atribuída a Galileu Galilei, no século XVII. Em seguida, discuti-se exemplos tipicamente didáticos, oriundos de livros didáticos de física, que tratam de situações problemas de leitura de temperatura. Neste caso, termos tais como “tem a mais” no enunciado do problema pode gerar dificuldades na interpretação da representação algébrica.

Refletir sobre o uso das representações semióticas e da noção de congruência semântica tem o propósito, aqui, de funcionar como um ensaio da aplicabilidade da noção de “registro semiótico” de Duval para a pesquisa voltada aos processos de ensino e de aprendizagem em matemática mas, também, como uma incursão em outros campos de conhecimento. Tal iniciativa implica na ampliação dos estudos de tal noção o gera metodologias de pesquisa para ampliar o debate na educação.

SOBRE OS REGISTROS DEREPRESENTAÇÃO SEMIÓTICA E A CONGRUÊNCIA SEMÂNTICA

Há um consenso no que diz respeito à produção e a aquisição de conhecimentos no âmbito das ciências e das matemáticas que para estudar os processos da epistemologia e do ensino e aprendizagem se faz importante analisar o papel da noção de representação. Isso porque não existe conhecimento que possa ser mobilizado por uma pessoa sem que se recorra à atividade de representação.

Neste sentido, e a partir do estudo das crenças, explicações e concepções de alunos concernentes aos fenômenos físicos e naturais, os interesses pelas representações mentais se tornaram o objeto de investigação na educação científica e tecnológica desde o início da década de 20, impulsionados pelos estudos de Piaget. Porém, muito mais recentemente, a contribuição de Raymond Duval² sobre o papel dos

² Leia-se DUVAL (1988a, 1988b, 1993, 1995, 2003).

registros de representação semiótica no domínio do ensino e da aprendizagem em Matemática tornou-se base teórica para muitas pesquisas na área da Educação, particularmente da Educação Matemática.

No que diz respeito às representações mentais, considera-se que estas são um suporte para as representações internas e que as representações semióticas serviriam somente para comunicar as representações mentais. Para Duval (1993), este ponto de vista é limitado, uma vez que não nos permite avaliar os problemas tanto de aprendizagem como da epistemologia.

Segundo Duval (op cit), o pensamento é ligado às operações semióticas e, conseqüentemente, não haverá compreensão possível sem o recurso às representações semióticas. Particularmente, para a matemática, as representações semióticas são consideráveis já que os objetos matemáticos, não sendo acessíveis pela percepção, só podem sê-lo por sua representação.

A título de esclarecimento, as representações semióticas são relativas a um sistema particular de sinais, linguagem natural, linguagem formal, escrita algébrica ou gráficos cartesianos, figuras... Daí a diversidade de representações para um mesmo objeto matemático, ou a dualidade nas representações: a forma (ou representante) e o conteúdo (ou representado).

Vejamos, como exemplo, o caso do objeto matemático, a função. Esta pode ter um registro de representação lingüística (função linear), um registro de representação simbólica ($y = x$ ou $f(x) = x$), ou ainda, um registro de representação gráfica (o desenho do gráfico da função real $f(x) = x$).

Então, a contribuição fundamental de Duval para a pesquisa em Educação está em afirmar que não se deve confundir o objeto e o conteúdo de sua representação. Segundo o autor, é necessário dispor de, ao menos, duas representações, de modo que estas duas devam ser percebidas como representando o mesmo objeto. Esta restrição é pertinente para a aprendizagem matemática, para a compreensão em matemática, mas também para o processo de criação de conhecimentos matemáticos. A diversidade de registros de representação semiótica permite a invenção e a elaboração de novos conceitos.

Na aprendizagem matemática, em particular, considerar mais de um registro de representação semiótica para o mesmo objeto é importante, porém é preciso ainda que o aluno seja capaz de conver-

ter, de transitar entre uma e outra representação, o que implica numa congruência semântica para que o processo seja efetivado com êxito.

A noção de congruência semântica surgiu após experiências realizadas com alunos, quando Duval (1988b) observou que estes encontram dificuldades quando se trata de mudar de registro, quer dizer, passar de um registro de representação a outro. Isso foi analisado num estudo, sobre o ensino e a aprendizagem de funções, onde observou que a passagem do registro de representação gráfica para o registro de representação simbólica é tarefa difícil para grande maioria dos alunos. O que acontece, na verdade, é que a compreensão do aluno fica limitada à forma de representação que eles conhecem e que sabem operar.

Então, a atividade de conversão entre registros pode apresentar dificuldades importantes para os alunos por causa da ausência de congruência semântica (Duval, 1988a) entre as representações de um mesmo objeto conceitual em registros semióticos diferentes. Assim para recuperar estas ausências de congruência é preciso analisar os elementos semióticos em termos de unidades significativas bem como as eventuais falhas de correspondências entre estas unidades.

Ao considerar o papel dos registros de representação semiótica na aquisição e compreensão de conhecimentos matemáticos, Duval (2003) definiu elementos para um método de pesquisa. Segundo o autor,

... em toda análise de tarefa como em toda resolução de problemas, é necessário *distinguir cuidadosamente o que sobressalta no tratamento em um registro e aquilo que sobressalta em uma conversão*, esta consistindo em uma simples mudança de registros ou em uma mobilização em paralelo de dois registros diferentes. Essa distinção raramente é feita na análise das produções dos alunos, mesmo em problemas de geometria. (p.24).

A proposição que se indaga aqui é, portanto, de saber em que medida a análise de Duval é pertinente em didática das ciências. Porém, considerando que tal proposição é bastante ampla, devemos delimitar-nos a questionar se a noção de representação semiótica e congruência semântica se aplicam em outras áreas da atividade científica que não sejam somente a matemática. Vejamos, no entanto, como a noção de congruência semântica age em atividades matemáticas bastante comuns. Em seguida, aplicaremos a noção de representação semiótica e congruência semântica na atividade científica, discutindo um exemplo na física.

A CONGRUÊNCIA SEMÂNTICA NA ATIVIDADE MATEMÁTICA

Ancorados no que prega Duval (2003) a respeito da importância de se analisar, distinguindo o que sobressalta na atividade de conversão entre registros semióticos, as produções dos alunos, bem como as possibilidades de resoluções de problemas matemáticos, é que discutiremos a seguir alguns exemplos na atividade matemática.

1º exemplo: Para determinar as funções inversíveis considera-se que uma das condições é que a função seja injetora. Neste caso, considerando uma função f real e x_1, x_2 dois valores quaisquer do seu domínio, para que f seja injetora, podemos completar a sua definição de dois modos:

$$(a) \quad x_1 \neq x_2 \Rightarrow f(x_1) \neq f(x_2)$$

ou

$$(b) \quad f(x_1) = f(x_2) \Rightarrow x_1 = x_2$$

Notemos que a definição (a) é equivalente a definição (b), já que uma é a contra-positiva da outra. Logo elas são referencialmente congruentes, porém não possuem o mesmo significado.

Para provar que a função real $f(x) = x^2$, por exemplo, não é injetora, a forma (a) é semanticamente congruente com o tipo de tratamento a ser implementado. Podemos utilizar, por exemplo, dois pontos distintos $x_1 = 2$ e $x_2 = -2$, aplicar na função e obter $f(2) = f(-2) = 4$, e concluir que f não é injetora.

Se tomarmos, por exemplo, a função real $f(x) = 2x + 5$, e verificarmos que é injetora, notemos que a definição (b) é a forma com maior congruência com o tipo de tratamento a ser utilizado.

2º exemplo: Sobre as definições equivalentes de módulo de um número real, consideramos:

$$(a) \quad |x| = \begin{cases} x, & \text{se } x \geq 0 \\ -x, & \text{se } x < 0 \end{cases}$$

ou

$$(b) \quad |x| = \sqrt{x^2}$$

Podemos afirmar que a definição (a) é mais congruente do que a definição (b), considerando-se a idéia de valor absoluto. Além disso,

a passagem entre elas não é tão evidente assim. Notemos que para determinar, por exemplo, $|-5|$ pela forma (a), teríamos $|-5| = -(-5) = 5$, que é uma solução bastante congruente com a definição (a), assim como com a idéia de módulo de um número. No entanto, na forma (b) teríamos a solução $|-5| = \sqrt{(-5)^2} = \sqrt{25} = \sqrt{5^2} = 5$, que necessita de outras propriedades “estranhas” à idéia de valor absoluto.

Por outro lado, para calcular, por exemplo,

$$\lim_{x \rightarrow -\infty} \frac{\sqrt{x^2 + \sqrt{1-x}}}{x+5}$$

poderíamos iniciar a solução dividindo tanto o numerador, quanto o denominador da fração por

$$-|x| = -\sqrt{x^2}$$

uma vez que $x \rightarrow -\infty$, inspirados na definição (b) de módulo.

Deste modo, teríamos:

$$\begin{aligned} \lim_{x \rightarrow -\infty} \frac{\sqrt{x^2 + \sqrt{1-x}}}{x+5} &= \lim_{x \rightarrow -\infty} \frac{\frac{\sqrt{x^2 + \sqrt{1-x}}}{-\sqrt{x^2}}}{\frac{x+5}{x}} \\ &= \lim_{x \rightarrow -\infty} \frac{\sqrt{\frac{x^2 + \sqrt{1-x}}{x^2}}}{1 + \frac{5}{x}} \\ &= \lim_{x \rightarrow -\infty} \frac{\sqrt{1 + \sqrt{\frac{1-x}{x^4}}}}{1 + \frac{5}{x}} \\ &= -1 \end{aligned}$$

Notemos, enfim, que a substituição de $\lim_{x \rightarrow -\infty} x$ por $\lim_{x \rightarrow -\infty} -\sqrt{x^2}$, usando a definição (b) de módulo foi providencial para a resolução

deste exercício do cálculo diferencial e integral. A definição de módulo no modo (a) muito pouco serviria para este caso.

Tudo isso nos faz destacar o papel que desempenha as diferentes formas de representação de um mesmo objeto matemático. Cada forma de registro é plausível de um tratamento, podendo ser mais ou menos congruente com o registro de partida. Lidar com esta diversidade é possibilitar a aprendizagem matemática, na medida em que se aumenta a capacidade de escolha por parte dos alunos na resolução de problemas, bem como a desenvoltura no raciocínio.

A ATIVIDADE CIENTÍFICA A PARTIR DA NOÇÃO DOS REGISTROS DE REPRESENTAÇÃO SEMIÓTICA E DA CONGRUÊNCIA SEMÂNTICA

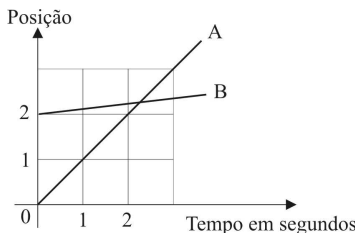
A noção de congruência semântica é trabalhada por Duval (1988b, 2003), principalmente, para discutir dificuldades na aprendizagem de disciplinas científicas, particularmente para a matemática. No entanto, percebe-se que tal fenômeno, o da congruência semântica, ocorre em outras áreas científicas.

Apenas para reiterar o que se entende por congruência semântica podemos dizer que é um fenômeno que ocorre quando é preciso transitar entre representações semióticas distintas para um mesmo objeto conceitual. Neste caso, a relação entre, pelo menos duas das representações semióticas pode implicar numa apreensão facilitada ou não. Avaliar, portanto, o grau de dificuldade no trânsito entre as representações significa verificar os fenômenos de congruência.

Para discutirmos esta noção no campo da atividade científica, tomemos os exemplos a seguir.

1º Exemplo

No instante $t = 2s$, a velocidade do objeto A é maior, menor ou igual do que a velocidade do objeto B ?



A velocidade é dada pela inclinação da reta e não pelo comprimento no eixo vertical que mede a posição do móvel. É bastante comum os alunos tomarem a altura no lugar da inclinação (Clement³ *apud* Duval 1988b, p. 250).

Esta dificuldade é explicada pela pouca congruência semântica entre o discurso e o gráfico do problema. Poderíamos torná-lo um problema com maior congruência semântica se, por exemplo, no eixo vertical a velocidade do objeto é que estivesse sendo medida. Neste caso, a resposta do problema seria dada pela leitura direta e congruente no gráfico e não através da comparação das inclinações dos segmentos de retas de cada objeto.

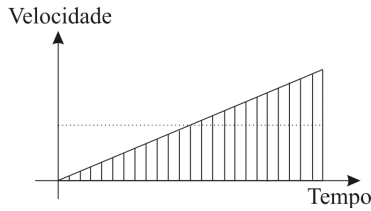
Uma vez sendo proporcionado de maneira congruente semanticamente, o interessante neste exemplo é observarmos sua condição no âmbito da história e da epistemologia. Vejamos o caso de Nicole de Oresme (1320-1382), considerado o matemático mais importante deste período (Eves, 1997, p.295) que, em seu *Tratado sobre a configuração das qualidades e do movimento*, utilizou um método de representação gráfica considerando uma grandeza denominada por ele de qualidade em função de outra grandeza. No caso em que procura estudar um movimento retilíneo, Oresme teve a idéia de representar graficamente a velocidade instantânea em função do tempo. Ao longo de uma reta horizontal ele marcou pontos representando instantes de tempo que ele chamou de *longitudes*. E para cada longitude, ergueu uma perpendicular denominada *latitude*, cujo comprimento representava a velocidade naquele instante. O que interessava a Oresme, nesta construção, era que a superfície varrida por estas perpendiculares assim construídas, é proporcional à distância percorrida (Costé, 1997).

Os trabalhos de Oresme permitiram a um grupo de pesquisadores do Merton College, uma verificação geométrica da Regra de Merton que pode ser enunciada em linguagem moderna da seguinte forma:

O espaço percorrido por um corpo animado de velocidade uniformemente variada desde o tempo $t = 0$ até um instante t , é igual ao espaço percorrido no mesmo instante por um móvel com velocidade instantânea igual à velocidade média do primeiro (Baptista e Ferracioli, 1999, p.187).

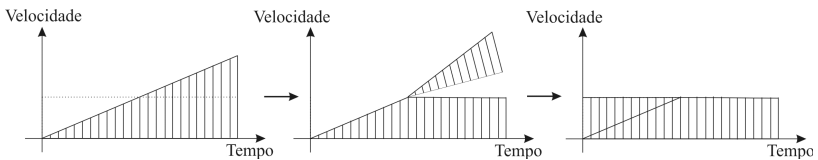
³ CLEMENT, J. Misconceptions in Graphing. In P.M.E. 85, p. 369-375, 1985.

O desenho a seguir ilustra esta verificação.



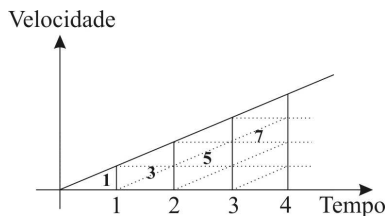
Como a área desse triângulo representa a distância percorrida, Oresme forneceu assim a verificação geométrica da Regra de Merton, pois a velocidade no ponto médio do intervalo de tempo é a metade da velocidade final. (Boyer, 1974, p.193)

Por reconfiguração⁴ percebe-se facilmente que a área do triângulo é igual a área do retângulo limitado pela base superior pontilhada.



Assim, segundo esta regra, o cálculo do espaço percorrido reduz-se ao cálculo da área do retângulo de base numericamente igual ao tempo transcorrido e altura numericamente igual à velocidade média.

Além dessa constatação, esta representação geométrica leva à lei do movimento usualmente atribuída a Galileu Galilei no século XVII. Para perceber isto, observemos o diagrama a seguir:



⁴ Reconfiguração é uma operação figural que pode ser realizada dentro do registro semiótico figural.

Para o tempo subdividido em n intervalos iguais, temos:

$n = 1$	1	= 1	= 12
$n = 2$	1 + 3	= 4	= 22
$n = 3$	1 + 3 + 5	= 9	= 32
$n = 4$	1 + 3 + 5 + 7	= 16	= 42
$n = 5$	1 + 3 + 5 + 7 + 9	= 25	= 52
...

Com o diagrama de Oresme é possível estabelecer as seguintes conclusões:

- os espaços percorridos em tempos iguais estão entre si, assim como a seqüência dos números positivos inteiros ímpares consecutivos;
- o espaço percorrido pelo móvel é proporcional ao quadrado do tempo.

Contudo, segundo Boyer (1974, p. 239) e Costé (1997) é bem provável que Galileu conhecia a obra de Oresme sobre a latitude das formas e que teria utilizado várias vezes o diagrama de velocidades, semelhante ao gráfico triangular de Oresme. Notemos que as conclusões que podem ser tiradas do diagrama de Oresme, em que: *as distâncias estão entre si como os números ímpares consecutivos; a soma dos n primeiros números é o quadrado de n e; a distância total percorrida varia com o quadrado do tempo* e que, por sua vez, compõem a conhecida lei de Galileu para “queda dos corpos”, mencionada pela primeira vez em uma carta enviada a Paolo Sarpi em 16 de outubro de 1604 (Koyré, 1986, p.83), levanta a dúvida de que Galileu precisou, ou não, realizar experiências relativas ao plano inclinado (Thuillier, 1994; Koyré, 1986).

Para além desta discussão epistemológica, o importante aqui é notarmos que a possibilidade da congruência entre os registros semióticos contribui tanto para uma aprendizagem com menos custo cognitivo, assim como para a criação de novos conhecimentos.

2º exemplo

Trata-se dos exemplos a seguir:

- A diferença entre a indicação de um termômetro Fahrenheit e a de um termômetro Celsius para um mesmo estado térmico é de 40. Qual é a leitura nos dois termômetros?

- A indicação em um termômetro Fahrenheit tem 40 a mais do que a indicação em um outro termômetro Celsius para um mesmo estado térmico. Qual é a leitura nos dois termômetros?

Observemos que são dois exemplares de situações problemas tratando da idéia de temperatura e que são, tradicionalmente, encontrados em livros didáticos de física. Observemos que estes problemas mobilizam os mesmo procedimentos de resolução, ou seja, montar e resolver o sistema de equações seguinte:

$$\begin{cases} T_f - T_c = 40 \\ \frac{T_c}{5} = \frac{T_f - 32}{9} \end{cases}$$

No entanto, no segundo problema, a expressão “tem 40 a mais” leva uma boa quantidade de alunos a escrever a primeira equação do sistema como $T_f + 40 = T_c$. Isso implica num índice maior de insucesso de resolução do que no primeiro problema, simplesmente por causa dessa expressão que lembra a operação direta de adição.

A conversão do enunciado do problema ao registro algébrico nem sempre é tarefa fácil. Em geral, a dificuldade nesta conversão é causada pela falta de congruência semântica entre a representação em língua natural e a representação algébrica, ou gráfica. Assim, o fato de que no enunciado do problema aparece a expressão “a mais” leva a uma não correspondência com a representação algébrica que usa o sinal de “-” no lugar do sinal de “+”.

CONSIDERAÇÕES FINAIS

A transposição da noção de registro semiótico para a didática da física nos pareceu bastante pertinente para uma análise, uma vez que a atividade da física em sala de aula leva em conta diversos registros semióticos, entre eles, o registro da língua natural, o registro gráfico e o registro numérico e ainda, um registro analítico que pode ser confundido com o registro algébrico, para a matemática, denominado por Duval.

Cada um desses registros constitui um sistema semiótico regido por regras específicas. O registro numérico é regido pelas regras da aritmética e da álgebra. Ele permite tratar dados numéricos tais como

os de medida de tensão, intensidade, temperatura, velocidade. Os gráficos constituem como sendo tanto a possibilidade de apresentação dos dados como a de representação de uma situação, como é o caso da velocidade. Os registros algébricos constituem-se como registro da escritura das relações algébricas, que possibilitam o desenvolvimento das capacidades analíticas de resolução.

Desta forma, vê-se que no campo da física o uso das representações semióticas e da noção de congruência semântica é bastante rico. Assim, este artigo teve o propósito de funcionar como um ensaio da aplicabilidade da noção de “registro semiótico” de Duval para além da área da educação matemática, ampliando os estudos de tal noção aplicada ao ensino e à pesquisa.

Por outro lado, a atividade matemática é pautada pela diversidade de representações semióticas, podendo um mesmo objeto matemático contar com diferentes registros, o que implica na possibilidade de se aplicar tratamentos diversos. Analisar, então, aquilo que é mais ou menos congruente entre estes registros e tratamentos, significa possibilitar uma maior visão da atividade matemática, permitindo a escolha de registros e de tratamentos que são mais convenientes frente à resolução de problemas.

Levar em conta, então, um trabalho que considere os tipos de registros semióticos requisitados na aprendizagem da matemática e da física, o trânsito entre estes registros constitui-se como um campo interessante para a investigação em didática das ciências. Considerar, enfim, os fios que unem uma outra disciplina é adentrar num campo interdisciplinar.

REFERÊNCIAS

BAPTISTA, J. P., FERRACIOLI, L. A evolução do pensamento sobre o conceito de movimento. *Revista Brasileira de Ensino de Física*. v. 21, n.1, 1999.

BOYER, C. B. *História da Matemática*. Tradução de Elza F. Gomide. São Paulo: Editora E. Blücher Ltda e Editora da Universidade de São Paulo, 1974.

COSTÉ, A. *L'ouvre scientifique de Nicole Oresme*. Bulletin de la Société historique de Lisieux. Université de Caen, n.37, 1997. Disponível em www.math.unicaen.fr/lmno/Oresme/Oresme.html. Acesso em 12/01/2005.

DOUADY, R. *Jeux de cadres et dialectique outil-objet*. In: Recherche en Didactique des Mathématiques, vol. 2, p. 5-31, 1986.

DUVAL, R. *Écart sémantiques et cohérence mathématique*. In: Annales de didactique et de Sciences Cognitives, vol. 1, p. 7-25. Irem de Strasbourg, 1988a.

_____. *Graphiques et équations: L'articulation de deux registres*. In: Annales de Didactique et de Sciences Cognitives, v.1, p. 235-253. Irem de Strasbourg, 1988b.

_____. *Registres de représentation sémiotique et fonctionnement cognitif de la pensée*. In: Annales de Didactique et de Sciences Cognitives, vol. 5, p. 37-65. Irem de Strasbourg, 1993.

_____. *Sémiosis et pensée humaine: Registres sémiotiques et apprentissages intellectuels*. Berna: Peter Lang, 1995.

_____. *Registros de representação semióticas e funcionamento cognitivo da compreensão em matemática*. In: Aprendizagem em matemática: registros de representação semiótica. Silvia Dias Alcântara Machado (org.), p. 11-33. Campinas: Editora Papirus, 2003.

EVES, H. *Introdução à história da matemática*. Trad. Hygino H. Domingues. Campinas: Ed. da Unicamp, 1997.

FLORES, C. R. e MORETTI, M. T. *O funcionamento cognitivo e semiótico das representações gráficas: ponto de análise para a aprendizagem matemática*. In: Anais da 28ª Reunião da ANPED, 2005.

KOYRÉ, A. *Études galiléennes*. 4a. edição. Paris: Hermann, 1986.

THUILLIER, P. *De Arquimedes a Einstein: a face oculta da invenção científica*. Trad. de Maria Inês Duque-Estrada. Rio de Janeiro: Jorge Zahar Editor, 1994.

VERGNAUD G. *La théorie des champs conceptuels*. In: Recherche en Didactique des Mathématiques, vol. 10, p. 133-170, 1990.

