

Estudo da semiótica mediado por um objeto de aprendizagem: uma combinação possível

Study of the semiotic mediated by a learning object: a possible combination

Anágela Cristina Morete Felix
anagelacfelix@uol.com.br

Rosana Figueiredo Salvi
ro06salvi@gmail.com

Resumo

O artigo relata parte dos resultados de uma pesquisa que teve como finalidade *investigar possíveis contribuições da utilização do recurso tecnológico Objetos de Aprendizagem para o estudo das representações semióticas*. A pesquisa foi realizada com estudantes que participavam do programa Sala de Apoio à Aprendizagem de Matemática de uma escola pública. Para este artigo apresentamos e analisamos os registros escritos de duas questões que foram aplicadas na pesquisa. Buscamos identificar as representações semióticas, por meio dos tratamentos e conversões, em tarefas realizadas por esses estudantes, segundo a teoria de Raymond Duval. Os resultados apontaram que, após a intervenção com o Objeto de Aprendizagem “Balança Interativa”, a conversão e o tratamento foram manifestados nos registros escritos efetuados por esses estudantes. Embora alguns estudantes tenham apresentado dificuldades em relação ao pensamento algébrico, bem como nas operações aritméticas, inferimos que a utilização do recurso tecnológico Objetos de Aprendizagem pode contribuir com o estudo das representações semióticas e também para o ensino e a aprendizagem dos estudantes em aulas de matemática.

Palavras-chave: Educação Matemática; Registro de Representação Semiótica; Objetos de Aprendizagem; Tecnologia.

Abstract

This paper reports the investigation about the contributions of the use of Learning Objects technological resource for the study of semiotic representations. The research was piloted with students who participated in the Living Learning Support Mathematics program at a public school. Semiotic representations were identified by treatment and conversion for tasks performed by students. The results showed that the Learning Object "Balança Interativa" made possible the conversion and treatment manifested in the written registers of these students. Despite some students experiencing difficulty in algebra and in arithmetic operations, the research has shown the use of technological resources Learning Objects contributed to student learning in mathematics classes.

Keywords: Mathematics Education; Technology; Register of Semiotic Representation; Learning Objects.

Introdução

As diversas formas de representar um objeto matemático (um conteúdo ou um conceito em matemática) pode ser um dos fatores que podem contribuir com a dificuldade dos estudantes em aprender matemática. Nessa perspectiva, destaca-se a teoria dos Registros de Representação Semiótica, desenvolvida por Raymond Duval, segundo a qual se faz necessária uma distinção entre o objeto matemático e suas respectivas representações, a fim de evitar confundi-los.

A aprendizagem em matemática, conforme apresenta Duval (2009), implica no reconhecimento de que um mesmo objeto matemático pode ser representado de diversas formas. Em decorrência destas diferentes formas de representar do objeto matemático, o estudante muitas vezes o reconhece em uma representação, mas não em outra.

O estudo das representações semióticas na matemática justifica-se pelo fato de que os objetos matemáticos não são percebidos ou acessados instrumentalmente, por isso, ao se recorrer ao uso de tais representações Duval (2009) lembra que, sendo externas, desempenham tanto função de comunicação, quanto funções cognitivas. Significa dizer que por meio das representações semióticas o sujeito exterioriza, comunica e objetiva seu pensamento. Assim, na matemática, toda comunicação se dá por meio de representações semióticas, por isso, é fundamental que os estudantes ao aprender matemática, não confundam os objetos matemáticos e suas respectivas representações semióticas.

Também é notório, atualmente, que novos artefatos estão se fazendo presentes no ensino desta disciplina, tais como o computador, a internet, os *softwares*, no sentido de aproximá-la de outras disciplinas, já que a matemática não é perceptível por meio de experimentação, e isso acaba muitas vezes dificultando o seu ensino, bem como a sua aprendizagem. Autores como (VALENTE, 1999; KALINKE, 2003; KENSKI, 2007; CASTRO-FILHO 2007; BORBA; PENTEADO, 2012) são favoráveis ao uso destas tecnologias na educação, desde que sua aplicabilidade tenha um propósito pedagógico bem definido.

Neste sentido apresentamos alguns resultados de uma pesquisa que teve como objetivo *investigar possíveis contribuições da utilização dos recursos tecnológicos na forma de Objetos de Aprendizagem para identificar os dois tipos de registro de representação semiótica, os tratamentos e as conversões, em tarefas realizadas por estudantes da Sala de Apoio à Aprendizagem de Matemática.*

Tecnologias no Contexto Escolar e na Educação Matemática

Cada vez mais estudantes estão imersos no mundo tecnológico provido de computador, internet, celular, televisão, videogame, entre outros. A utilização dos recursos tecnológicos no contexto escolar não pode ser ignorada, contudo, pode-se ensinar e aprender sem tais recursos, porém sua apropriação é importante, tanto para o professor como ao estudante no processo de ensino e de construção do conhecimento (BETTEGA, 2010). Dessa forma, em uma sociedade munida de diversos recursos tecnológicos, não faz sentido que as tecnologias digitais sejam desprestigiadas ou mesmo evitadas no âmbito escolar.

Valente (1999) considera importante o uso destas ferramentas no contexto escolar, em especial o computador. Como proposta pedagógica, o uso das tecnologias deve ir além de criar condições para o professor dominar o computador ou *software* e “[...] auxiliá-lo a desenvolver conhecimento sobre o próprio conteúdo e sobre como o computador pode ser integrado no desenvolvimento desse conteúdo” (VALENTE, 1999, p.11).

Borba e Penteadó (2012) destacam que a entrada das novas mídias no âmbito escolar esta relacionada com o professor, porém “[...] se o professor não tiver espaço para refletir sobre as mudanças que acarretam a presença da informática nos coletivos pensantes¹ eles tenderão a não utilizar essas mídias, ou a utilizá-las de maneira superficial, domesticando, portanto, essa nova mídia” (BORBA; PENTEADO, 2012, p.88-89).

No ensino da matemática, os recursos tecnológicos permitem visualizar situações do mundo real, por meio de simulações. É nesse contexto que vários materiais didáticos digitais estão sendo utilizados, sendo um deles, os Objetos de Aprendizagem. Estes podem ser compreendidos como “qualquer recurso digital que possa ser reutilizado para o suporte ao ensino” (BRASIL, 2007 *apud* WILEY, 2000), ou seja, é uma tecnologia que pode ser usada e reutilizada para auxiliar os processos de ensino e aprendizagem.

Segundo Castro-Filho (2007) ainda não há um consenso a respeito da definição de um Objeto de Aprendizagem, mas existem certas características que devem ser evidenciadas por ele:

(1) ser digitais, isto é, possam ser acessados através do computador, preferencialmente pela Internet; (2) ser pequenos, ou seja, possam ser aprendidos e utilizados no tempo de uma ou duas aulas e (3) focalizar em um objetivo de aprendizagem único, isto é, cada objeto deve ajudar os aprendizes a alcançar o objetivo especificado (CASTRO-FILHO, 2007, p.2).

Além disso, eles utilizam imagens, animações, arquivos de textos, hipertextos e são desenvolvidos com a intenção de contribuir nos processos de ensino e aprendizagem, bem como incentivar o uso de novas tecnologias no contexto escolar.

A finalidade de um Objeto de Aprendizagem é atuar como recurso didático interativo, abrangendo certo conteúdo de uma disciplina, para auxiliar o ensino e a aprendizagem do conteúdo abordado em sala de aula.

Macedo (2009) destaca que em relação à escolha dos Objeto de Aprendizagem, o professor precisa tomar alguns cuidados, tais como:

¹ Perspectiva teórica que se apoia na noção de que o conhecimento é produzido por um coletivo formado por seres-humanos-com-mídias ou seres-humanos-com-tecnologias (BORBA; PENTEADO, 2012, p. 48).

- Deve haver relação entre o Objeto de Aprendizagem escolhido e a atividade que o professor pretende desenvolver com os estudantes;
- O Objeto de Aprendizagem não deve ter a pretensão de substituir o professor nem de cobrir determinado conteúdo por completo;
- Os Objetos de Aprendizagem estão fundamentados em diferentes concepções de aprendizagem. Almeja-se que o professor saiba avaliar, pedagogicamente, o objeto de aprendizagem;
- Os Objetos de Aprendizagem devem apresentar uma situação-problema desafiadora para o estudante. Isso estimula a reflexão e motiva o aprendiz a continuar utilizando o objeto;
- Deve-se estar atento ao conteúdo dos Objetos de Aprendizagem. Concerne ao professor averiguar se há erros conceituais nos objetos de aprendizagem.

Nessa perspectiva, cabe ao professor realizar uma reflexão acerca da sua prática, para promover um ensino que possibilite ao estudante a construção do conhecimento em um ambiente que o desafie e o motive para a exploração, a reflexão e a depuração de ideias e descobertas (VALENTE, 1993).

Registros de Representação Semiótica na Educação Matemática

Segundo Duval (2009), para compreender a linguagem desenvolvida pela matemática deve-se recorrer ao estudo das representações. Tais representações são essenciais à atividade cognitiva do pensamento dado que “não há conhecimento que não possa ser mobilizado por um sujeito sem uma atividade de representação” (DUVAL, 2009, p. 29).

O autor complementa que o objetivo do ensino da matemática é “contribuir para o desenvolvimento geral de capacidades de raciocínio, de análise e de visualização” (DUVAL, 2010, p. 11). Para a compreensão da Matemática é necessária uma abordagem cognitiva que procure descrever os processos de aquisição de conhecimentos e que propicie ao estudante compreender, efetuar e controlar, ele próprio, a variedade dos procedimentos matemáticos que lhe são propostos em situação de ensino. Duval destaca duas características essenciais para atividades cognitivas requeridas pela matemática: a importância das representações semióticas e a diversidade de representações semióticas utilizadas em matemática.

O conhecimento dos Registros de Representação Semiótica possibilita compreender que um objeto possui várias formas, e, dentre elas, o estudante pode escolher uma

representação que seja mais econômica para a resolução de uma situação problema ou escolher a forma mais fácil e simples de operar uma dada representação de um objeto matemático.

Na matemática, o sistema de numeração, a escrita algébrica, a representação gráfica, a figural, dentre outros, são considerados sistemas semióticos (DAMM, 2012).

Por exemplo, quando trabalhamos com as funções, os gráficos, as tabelas e as equações são todos registros parciais desse objeto. Cada um desses registros é parcial e possui uma especificação própria. Perceber essas especificidades a cada registro e reforçá-los é um caminho para o entendimento do objeto como um todo (DAMM, 2012, p.185).

A matemática, na maioria das vezes, trabalha com objetos abstratos, por isso, recorre-se ao uso de uma representação para sua compreensão. A utilização de representações por meio de tabelas, gráficos, algoritmos, desenhos, permite a comunicação entre os sujeitos e as atividades cognitivas do pensamento, possibilitando registros de representação diferentes de um mesmo objeto matemático. Por exemplo, a função pode ser representada por meio da expressão algébrica, tabelas ou gráficos, que são diferentes registros de representação (DAMM, 2012) e abrangem sistemas semióticos diferentes.

Duval (2009) chama a atenção para os dois tipos de transformações de representações, quando se faz análise das atividades matemáticas do ponto de vista de ensino e de aprendizagem, sendo necessário realizar uma abordagem cognitiva acerca dos tratamentos e das conversões.

Os tratamentos são operações que envolvem transformações de registro e acontecem no mesmo sistema semiótico de representação.

Um tratamento é uma transformação de representação interna a um registro de representação ou a um sistema. O cálculo é um tratamento interno ao registro de uma escritura simbólica de algarismo e de letras: ele substitui novas expressões em expressões dadas no mesmo registro de escritura de números (DUVAL, 2009, p.57).

Existem regras de tratamento próprias a cada registro. A natureza e o número de tratamentos variam de um registro para outro. Por exemplo, pode haver resolução de uma equação algébrica sem sair do registro algébrico. Para realizar tratamentos, o estudante precisa conhecer as regras de tratamento próprias a cada registro, uma vez que cada um possui uma significação operatória diferente. Representações diferentes envolvem tratamentos diferentes para o mesmo objeto matemático.

Diferentemente, a conversão é uma transformação externa em relação ao registro da representação inicial, ou seja, converter é transformar a representação de um objeto dado num registro em uma representação desse mesmo objeto num outro registro. A passagem de um

enunciado em língua natural para o registro numérico ou para o registro algébrico, bem como a passagem inversa, são exemplos de conversão. Para Duval (2009 p.63) “a conversão das representações semióticas constitui a atividade cognitiva menos espontânea e mais difícil de adquirir para a grande maioria dos alunos”.

O autor ainda ressalta que um registro complementa o outro, ou seja, ainda que um registro de representação transpareça um dado objeto, ele será parcial, pois os conteúdos em questão são diferentes, pois “passar de um registro de representação a outro não é somente mudar de modo de tratamento, é também explicar as propriedades ou os aspectos diferentes de um mesmo objeto” (DUVAL, 2010, p. 22).

Procedimentos Metodológicos

Os participantes deste estudo foram os estudantes do 8º e 9º anos do ensino fundamental que frequentavam o programa Sala de Apoio à Aprendizagem de Matemática de uma escola pública do norte do Paraná. A Sala de Apoio à Aprendizagem de Matemática faz parte do programa de atividades curriculares complementares e funciona em contraturno escolar. A carga horária disponível é de 04 horas/aula semanais para os estudantes, devendo ser ofertada, prioritariamente, em aulas geminadas, em dias não subsequentes, sempre tendo em vista o benefício do estudante. A Sala de Apoio à Aprendizagem de Matemática deve ser organizada em turmas de no máximo vinte estudantes e o seu funcionamento está condicionado à frequência dos mesmos, existência de espaço físico adequado, professor e Plano de Trabalho Docente integrado ao Projeto Político Pedagógico da escola (PARANÁ, 2013).

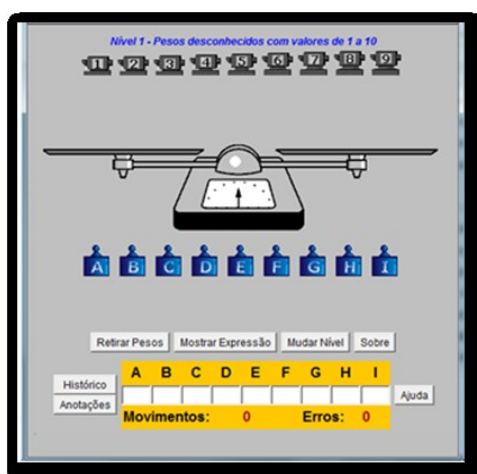
Participaram oito estudantes do turno matutino e seis do turno vespertino, num total de quatorze estudantes com idades entre 12 a 17 anos. Dos oito estudantes do turno matutino, três eram do 8º ano e cinco eram do 9º ano. Dos seis estudantes do turno vespertino, quatro eram do 8º ano e dois eram do 9º ano.

A pesquisa foi realizada no laboratório de informática desta escola, num total de cinco encontros. O Objeto de Aprendizagem utilizado no estudo foi “Balança Interativa” que usa a metáfora de uma balança de dois pratos, possibilitando aos estudantes estabelecer relações com o objeto em estudo, equações do 1º grau. Destaca-se também que o Objeto de Aprendizagem escolhido favorece o trabalho com várias representações, foco da pesquisa, bem como propicia a aprendizagem de conceitos algébricos.

O Objeto de Aprendizagem Balança Interativa foi desenvolvido pelo Grupo de Pesquisa e Produção de Ambientes Interativos e Objetos de Aprendizagem (PROATIVA), baseia-se na manipulação de uma balança de dois pratos na forma de um jogo composto por dez níveis. O desafio proposto ao estudante é descobrir os valores desconhecidos associados

às letras, apresentando desenhos de pesos com letras que representam pesos desconhecidos e desenhos de pesos com números que representam pesos conhecidos. Do primeiro ao quinto nível, aparece na tela uma balança de dois pratos e os pesos virtuais. Esses níveis podem ser considerados icônicos porque apresentam o conteúdo algébrico na forma de figuras ou ícones, ou seja, utilizam a metáfora da balança de dois pratos e pesos virtuais. Do sexto ao décimo nível, o Objeto de Aprendizagem não apresenta mais a balança, aparecendo apenas letras e números utilizados para manter a igualdade numa área de comparação chamada de tabuleiro. Esses níveis podem ser chamados representação numérica ou simbólica. Este recurso é utilizado com o objetivo de familiarizar o estudante com a linguagem matemática utilizada nas equações algébricas (MACEDO, 2009).

Figura 1: Tela do OA² Balança Interativa – Representação Icônica



Fonte: PROATIVA (2013)

Figura 2: Tela do OA – Nível 6 – Representação Simbólica



Fonte: PROATIVA (2013)

² OA – Objeto de Aprendizagem

Do nível 1 ao 5 (representação icônica) o grau de dificuldade vai aumentando, sendo que em alguns níveis aparece menos pesos conhecidos para que o usuário faça a comparação na balança virtual e descubra o valor dos pesos desconhecidos (incógnitas). O mesmo acontece do nível 6 ao nível 10 (representação simbólica), ou seja, o estudante deve encontrar o valor das incógnitas, mas se depara com a falta de números conhecidos. A finalidade de diminuir os pesos conhecidos em alguns níveis tem como objetivo levar o estudante a descobrir novas estratégias de resolução, diferentes das situações propostas pelo Objeto de Aprendizagem (MACEDO, 2009).

O Objeto de Aprendizagem Balança Interativa foi apresentado aos estudantes no primeiro encontro, sendo explicados seus comandos, funções e finalidade. Nos três encontros posteriores, os estudantes manipularam e resolveram todos os níveis do Objeto de Aprendizagem. Durante a sua manipulação foram surgindo dúvidas, principalmente nos níveis que faltavam alguns pesos conhecidos. Nestes momentos a pesquisadora intervia com diálogos.

Os estudantes manipularam duas vezes o Objeto de Aprendizagem tendo, a primeira manipulação, o objetivo de o estudante reconhecer e familiarizar-se com o jogo. Durante os diálogos para sanar as dificuldades apresentadas, a pesquisadora fez relação do Objeto de Aprendizagem com as equações do 1º grau. Na segunda manipulação, cada estudante recebeu uma ficha na qual anotaram a quantidade de movimentos e erros em cada nível, sendo possível identificar o ganhador do jogo.

No último encontro os estudantes realizaram uma tarefa com cinco questões. A finalidade da tarefa era perceber nos registros escritos realizados por esses estudantes os dois tipos de transformações semióticas: os tratamentos e a conversão. Além disso, averiguar se o Objeto de Aprendizagem “Balança Interativa” favoreceu a resolução das questões propostas. Para este trabalho apresentamos o resultado de duas dentre as cinco questões que foram aplicadas na pesquisa. De modo aleatório optamos pela codificação da resolução de cada questão por E1, E2,..., E14. Portanto, E1 significa a resolução do estudante um; E2 significa a resolução do estudante dois e assim por diante. Dessa forma o nome do participante foi resguardado.

A pesquisa corresponde a uma investigação qualitativa porque os dados foram coletados em uma sala de aula, pela autora deste trabalho, com estudantes do 8ª e 9º ano que frequentavam a Sala de Apoio à Aprendizagem de Matemática de uma escola estadual do

Paraná por meio de registros escritos. Além disso, os dados da pesquisa, que compõem o *corpus* da análise, são registros escritos provenientes da resolução de questões com o intuito de identificar Registros de Representação Semiótica pelos estudantes. A análise tem como base os referenciais que fundamentaram a pesquisa.

Para organização, análise e interpretação dos dados foram utilizados procedimentos à luz da Análise de Conteúdo (BARDIN, 2004), a qual configura-se como uma das modalidades da pesquisa qualitativa. Segundo Bardin (2004), a organização da Análise de Conteúdo obedece às seguintes fases: a pré-análise, a exploração do material e o tratamento dos resultados, a inferência e a interpretação.

Em relação à exploração do material, após intenso aprofundamento, de idas e vindas, ou seja, depois de várias leituras do material coletado referente aos registros escritos apresentados pelos estudantes é que as unidades de registros afloraram. Ainda em relação à organização da análise, após definidas as unidades de registros, foi necessário uma nova leitura e compreensão do que se tinha produzido para, então, fazer um novo agrupamento determinando as unidades de contexto. Assim, a organização da análise está dividida em categorias e subcategorias. Ressaltamos que foi preciso retomar diversas vezes ao *corpus* da pesquisa e ao aporte teórico com a finalidade de melhorar a análise, bem como atender ao objetivo da pesquisa.

Análise dos Dados

Apresentamos a seguir, os enunciados e alguns resultados referentes a duas questões, seguidas, cada uma, de suas análises. Para este trabalho apresentamos as unidades de registros que foram elencadas.

Após a análise das resoluções de cada questão, estas foram agrupadas em sete unidades de registros referentes aos estudos de representação semiótica, a partir da relação com os tipos de tratamento e conversão realizados pelos estudantes. A seguir apresenta-se as unidades de registros que emergiram dos dados observados.

Unidade de Registro A. Traduziu o enunciado em linguagem natural para a linguagem numérica: nesta unidade de registro considerou-se que o estudante interpretou os dados do problema e explicitou, por meio de uma expressão numérica, o seu raciocínio.

Unidade de Registro B. Traduziu o enunciado em linguagem natural para a linguagem algébrica: nesta unidade de registro considerou-se que o estudante interpretou os dados do problema e explicitou, por meio de uma equação algébrica, o seu raciocínio.

Unidade de Registro C. Traduziu o enunciado em linguagem natural para a linguagem figural³: nesta unidade de registro considerou-se que o estudante interpretou os dados do problema e explicitou, por meio de um esquema ou uma ilustração o seu raciocínio.

Unidade de Registro D. Mobilizou operações numéricas para resolver o problema: nesta unidade de registro considerou-se que o estudante realizou operações aritméticas ou o cálculo mental para resolver o problema.

Unidade de Registro E. Mobilizou operações algébricas e numéricas para resolver o problema: nesta unidade de registro considerou-se que o estudante realizou operações algébricas e aritméticas para resolver o problema.

Unidade de Registro F. Apresentou solução e/ou resposta do problema: nesta unidade de registro considerou-se que o estudante ao resolver o problema apresentou solução e/ou resposta para sintetizar a situação descrita.

Unidade de Registro G. Recorreu a um tipo de representação para organizar os dados do problema: nesta unidade de registro considerou-se que o estudante fez uso de uma representação para organizar os dados do problema.

Apresentamos o enunciado e alguns resultados referentes a duas questões, seguida, de suas análises. As questões apresentadas a seguir se referem a questão 2 e 3 que foram aplicadas na pesquisa.

Questão 2: *Numa balança, em um dos pratos, há dois pesos iguais desconhecidos mais sete quilos. No outro prato há 27 kg. A balança está equilibrada. Qual o valor de cada um dos pesos desconhecidos?*⁴

Para esta questão, mostra-se como exemplo, os registros escritos de três estudantes (E3, E5 e E13) dos quatorze analisados.

Figura 3: Registro escrito da questão 2 do estudante E3

2) Numa balança, em um dos pratos, há dois pesos iguais desconhecidos mais sete quilos. No outro prato há 27 kg. A balança está equilibrada. Qual o valor de cada um dos pesos desconhecidos?

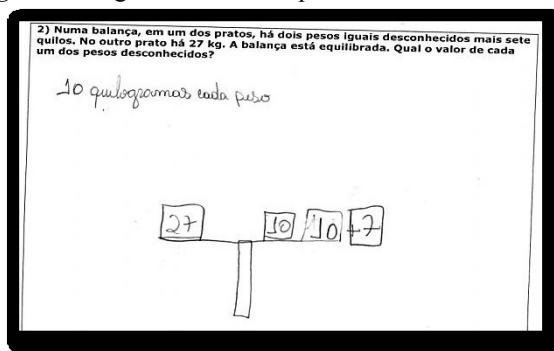
$$x + x + 7 = 27$$
$$10 + 10 + 7 = 27$$
$$x = 10$$

Fonte: Dados da pesquisa

³ Entende-se por linguagem figural a conversão da linguagem natural em uma ilustração, gráfico, esquema, etc (DAMM, 2012)

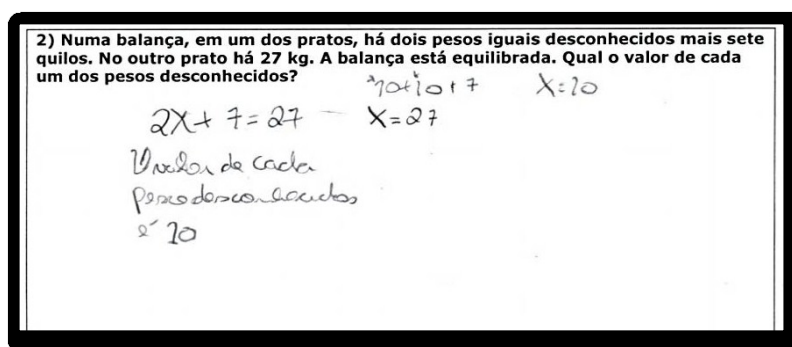
⁴ Questão retirada do site do grupo PROATIVA. Disponível em <http://www.proativa.vdl.ufc.br/oa/ativa/resolva.html>

Figura 4: Registro escrito da questão 2 do estudante E5



Fonte: Dados da pesquisa

Figura 5: Registro escrito da questão 2 do estudante E13



Fonte: Dados da pesquisa

De acordo com o que foi apresentado nos registros escritos dos estudantes elaboramos um quadro com as unidades de registros referentes à questão 2.

Quadro 1: Descrição das unidades de registros relativa às resoluções da questão 2

Unidades de Registros	Estudantes
A: Traduziu o enunciado em linguagem natural para a linguagem numérica	E6
B: Traduziu o enunciado em linguagem natural para a linguagem algébrica	E1; E2; E3; E7; E10; E11; E12; E13;
C: Traduziu o enunciado em linguagem natural para a linguagem figural	E4; E5; E7; E8; E12; E14
D: Mobilizou operações numéricas para resolver o problema	E1; E2; E3; E4; E5; E6; E10; E11; E12; E14
E: Mobilizou operações algébricas e numéricas para resolver o problema	E7; E13
F: Apresentou solução e/ou resposta do problema	E1; E2; E3; E4; E5; E8; E9; E10; E11; E12; E13
G: Recorreu a um tipo de representação para organizar os dados do problema	E1; E2; E3; E4; E5; E6; E7; E8; E10; E11; E12; E13; E14

Fonte: a autora

Dos quatorze registros escritos analisados dessa questão, oito estudantes fizeram a conversão da linguagem natural para linguagem algébrica, seis estudantes usaram a

linguagem figural para interpretar o problema; um estudante fez uso da linguagem numérica. Dois estudantes, além de representarem a situação por meio de um esquema, montaram a equação do 1º grau. Dos dados observados, onze estudantes apresentaram uma resposta para o que foi proposto. Além disso, um estudante apresentou somente o valor para o que foi pedido, não explicitando como o encontrou.

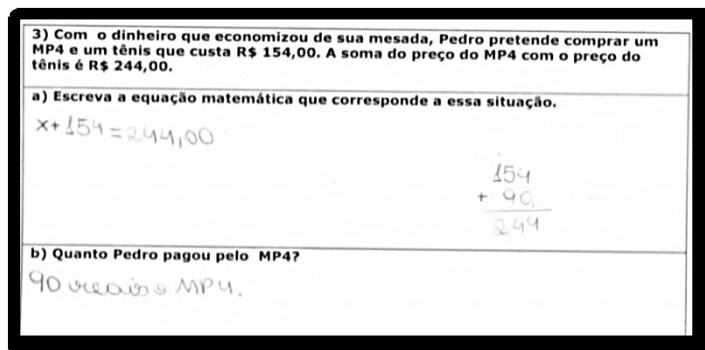
Em cinco registros ficou evidenciada a representação icônica e a representação simbólica do Objeto de Aprendizagem. Ainda de acordo com os dados, dois estudantes coordenaram dois tipos de tratamento (algébrico e numérico) para resolver a questão.

Questão 3: *Com o dinheiro que economizou de sua mesada, Pedro pretende comprar um MP4 e um tênis que custa R\$ 154,00. A soma do preço do MP4 com o preço do tênis é R\$ 244,00.*⁵

- a) *Escreva a equação matemática que corresponde a essa situação.*
 b) *Quanto Pedro pagou pelo MP4?*

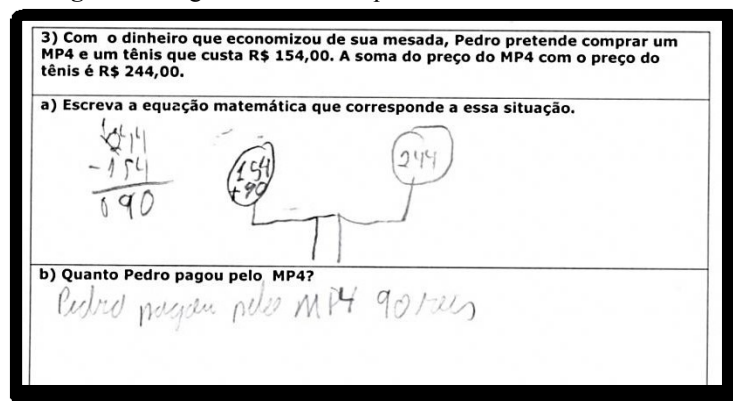
Para esta questão, mostra-se como exemplo, os registros escritos de três estudantes (E2, E4 e E6) dos quatorze analisados.

Figura 6: Registro escrito da questão 3 do estudante E2



Fonte: Dados da pesquisa

Figura 7: Registro escrito da questão 3 do estudante E4



Fonte: Dados da pesquisa

⁵ A questão consta no Caderno de Atividades – Matemática: Anos Finais do Ensino Fundamental.

Figura 8: Registro escrito da questão 3 do estudante E6

<p>3) Com o dinheiro que economizou de sua mesada, Pedro pretende comprar um MP4 e um tênis que custa R\$ 154,00. A soma do preço do MP4 com o preço do tênis é R\$ 244,00.</p>
<p>a) Escreva a equação matemática que corresponde a essa situação.</p> $154 + 90 = 244$
<p>b) Quanto Pedro pagou pelo MP4?</p> <p>Pedro pagou 90 reais</p>

Fonte: Dados da pesquisa

De acordo com o que foi apresentado nos registros escritos dos estudantes foi elaborado um quadro com as unidades de registros referentes à questão 3.

Quadro 2: Descrição das unidades de registros relativa às resoluções da questão 3

Unidades de Registros	Estudantes
A: Traduziu o enunciado em linguagem natural para a linguagem numérica	E5; E6; E8
B: Traduziu o enunciado em linguagem natural para a linguagem algébrica	E2; E3; E7; E9; E10; E11; E12; E13
C: Traduziu o enunciado em linguagem natural para a linguagem figural	E1; E4; E7; E14
D: Mobilizou operações numéricas para resolver o problema	E1; E2; E3; E4; E5; E6; E7; E8; E9; E10; E11; E12; E13; E14
F: Apresentou solução e/ou resposta do problema	E1; E2; E3; E4; E5; E6; E8; E9; E10; E11; E12; E13; E14
G. Recorreu a um tipo de representação para organizar os dados do problema	E1; E2; E3; E4; E5; E6; E7; E8; E9; E10; E11; E12; E13; E14

Fonte: a autora

Conforme os registros escritos analisados dessa questão, em relação ao primeiro item, oito estudantes usaram a linguagem algébrica, ou seja, fizeram uso de uma equação para respondê-la. Quatro estudantes utilizaram a linguagem figural fazendo uso de um esquema ou uma ilustração. Dois estudantes usaram o algoritmo da adição (montaram a conta) para responder e um estudante apresentou a equação numérica. Ainda em relação ao primeiro item, um estudante escreveu por extenso como ficaria a equação matemática e fez a representação simbólica (linguagem figural) da mesma no segundo item. Dois estudantes também utilizaram a linguagem figural para resolver o problema.

No segundo item, treze estudantes apresentaram resposta ao que foi proposto pela questão, no entanto, nove estudantes apresentaram respostas que não condizia com que foi proposto pela questão. Nesta questão foi evidenciado o tratamento numérico.

Observamos pelos registros escritos dos estudantes, que a conversão da linguagem natural para a linguagem algébrica foi evidenciada, ou seja, estes montaram uma equação para representar a situação descrita pela questão. Segundo Duval (2010) a apreensão do objeto matemático, só ocorre quando o estudante mobiliza pelo menos dois registros de representação semiótica. Neste caso, podemos inferir que houve a mobilização de dois registros de representação semiótica, pois os estudantes conseguiram converter o enunciado do problema (linguagem natural) em uma equação algébrica.

A conversão do enunciado do problema (linguagem natural) para uma linguagem numérica, também foi evidenciada nos registros escritos, ou seja, os estudantes usaram de uma expressão numérica ou cálculo aritmético (adição, subtração, multiplicação, divisão) para representar a situação descrita pelo problema. A conversão da linguagem natural para linguagem figural foi evidenciada nos dos registros escritos, ou seja, os estudantes montaram um desenho ou um esquema para representar a situação descrita na questão. Em alguns registros analisados, os estudantes exibiram o desenho da balança de dois pratos.

A teoria dos Registros de Representação Semiótica foca a importância do registro, linguagem ou sistemas de signos, no qual o conhecimento matemático é representado. Para Duval (2009) há diversos registros de representação para o mesmo objeto matemático, tais como: a língua natural, a numérica, a da álgebra, dos gráficos, da figural. Em consonância com tal afirmação, esse autor acrescenta que “não existe conhecimento matemático que possa ser mobilizado por uma pessoa, sem o auxílio de uma representação” (DUVAL, 2009, p. 29).

Inferimos pelas observações realizadas nos registros escritos desses estudantes que o uso da tecnologia, em especial, o Objeto de Aprendizagem Balança Interativa, que simula uma balança de dois pratos (nível 1 ao 5) representação icônica e apresenta uma área de comparação chamada de tabuleiro (nível 6 ao 10) representação simbólica, favoreceu a conversão do enunciado do problema para a linguagem figural, pois os estudantes utilizaram-se dessas representações. De acordo com Leite (2006), Castro-Filho (2007), Freire (2007), Macedo (2009), Fioreze (2010) o uso de recursos digitais na forma de Objetos de Aprendizagem pode favorecer a aprendizagem, desde que o professor explore o Objeto de Aprendizagem para analisar as suas potencialidades e planejar atividades que levem o estudante a refletir acerca do conteúdo que está sendo proposto.

Os dados apresentados na pesquisa apontaram que o tratamento numérico, ou o cálculo mental, para resolver o problema foi o mais evidenciado nos dos registros destes estudantes. Os tratamentos são operações que envolvem transformações de registro e acontece no mesmo sistema semiótico de representação. De acordo com Duval (2009) um tratamento:

[...] é uma transformação de representação interna a um registro de representação ou a um sistema. O cálculo é um tratamento interno ao registro de uma escritura simbólica de algarismo e de letras: ele substitui novas expressões em expressões dadas no mesmo registro de escritura de números (DUVAL, 2009, p.57).

Vale destacar que é por meio da atividade de tratamento que os estudantes desenvolvem um percurso para justificar suas respostas diante de um problema proposto. Existem regras de tratamento próprias a cada registro, sua natureza e o número de tratamentos variam de um registro para outro. Ademais, para que o estudante realize tratamentos é necessário que ele conheça as regras de tratamento próprias a cada registro, pois cada um possui uma significação operatória diferente.

Ainda de acordo com os registros escritos analisados, os estudantes mobilizaram dois tipos de tratamento. Primeiramente os estudantes usaram o tratamento algébrico, ou seja, expressaram-se por meio de símbolos e utilizaram-se das regras de tratamento para esse tipo de registro. Embora, esses estudantes tenham apresentado um tratamento algébrico, ressaltamos que as regras utilizadas por eles foram incompletas. Após a manipulação parcial do tratamento algébrico estes fizeram uso do tratamento numérico, ou seja, utilizaram-se da aritmética para justificar a resposta do problema.

Para efetuar tratamentos, é preciso que o estudante conheça as regras de tratamento próprias a cada registro, ou seja, representações diferentes envolvem tratamentos diferentes para o mesmo objeto matemático.

Acreditamos que manifestação do cálculo mental pelos estudantes esteja relacionada com a manipulação do Objeto de Aprendizagem Balança Interativa, visto que o Objeto de Aprendizagem instiga o estudante a desenvolver o cálculo mental e elaborar estratégias de resolução.

Evidenciamos que nos registros escritos desses estudantes foi sintetizado o raciocínio, ou seja, além de efetuarem tratamentos para resolver a questão, exibiram a solução ou deram resposta ao que foi pedido no problema. Os estudantes fizeram uso de uma representação, seja algébrica ou não, para organizar os dados do problema e justificar seu raciocínio.

De acordo com Duval (2009), as representações semióticas são meios de acessos aos objetos matemáticos. Então, a conversão da linguagem natural para linguagem matemática

(algébrica, numérica, gráfica, entre outras.) constitui-se em um processo de formalização desta linguagem. No entanto, para que ocorra a conversão da linguagem natural para linguagem da matemática é preciso que os estudantes compreendam os significados matemáticos subjacentes inseridos no texto de uma situação problema para poderem formalizá-los, ou seja, utilizar-se de um registros de representação semiótica que possibilite um tratamento.

Duval (2009) chama atenção aos diferentes conteúdos matemáticos que os estudantes podem ter que mobilizar ao trabalharem com as diversas maneiras de representar o objeto matemático. Isso significa que as diferentes maneiras de representação de um objeto matemático exigem do estudante distintos conhecimentos matemáticos.

Em relação o uso das tecnologias, em especial, o Objeto de Aprendizagem Balança Interativa, inferimos que o seu uso propiciou aos estudantes estabelecerem relação com o objeto matemático, equação do 1º grau. Tal relação ficou evidenciada nos registros escritos das resoluções destes estudantes, pois estes mobilizaram representações semelhantes ao do Objeto de Aprendizagem, ilustração da balança de dois pratos (forma icônica) e o tabuleiro (forma simbólica). O Objeto de Aprendizagem os ajudou a converter o enunciado do problema para o registro algébrico ou figural.

De acordo com Castro-Filho; Freire; Leite; Macedo (2007), no Objeto de Aprendizagem Balança Interativa as equações não estão prontas, cabe ao estudante construí-las. Isso favorece ao estudante dar mais significado às situações problemas. Assim, “o Objeto de Aprendizagem se torna uma ferramenta para encontrar os valores desconhecidos ao invés de resolver apenas uma determinada situação” (CASTRO-FILHO, et al, 2007, p. 54). Além disso, permite estabelecer uma relação entre o pensamento aritmético e algébrico.

Algumas considerações

Diante dos resultados apresentados para este trabalho, concluímos que o uso das tecnologias, em especial, o uso do Objeto de Aprendizagem Balança Interativa, favoreceu a manifestação dos registros de representação semiótica dos estudantes. Averiguamos tal evidência nos registros escritos desses estudantes, que por meio das resoluções estabeleceram relações e comparações entre as informações descritas nas questões: exibiram mais de uma representação para uma mesma questão, exprimindo uma linguagem mais concisa pelo uso da álgebra. Contudo, embora a linguagem algébrica tenha sido manifestada, alguns desses estudantes não conseguiram expressar-se por meio dela, fato que demonstra a deficiência do pensamento algébrico, uma vez que o conteúdo proposto pela pesquisa, equação do 1º grau, já

tinha sido estudado. Também observamos dificuldades pelos estudantes nas operações aritméticas básicas, entretanto, mesmo não resolvendo as questões corretamente, alguns estudantes tentaram expressar o seu pensamento, o que leva a concluir que talvez tais estudantes não estejam acostumados a resolver questões que conduzam à conversão da linguagem natural para uma linguagem matemática. Além disso, analisar os registros escritos dos estudantes pode levar o professor a criar ações e intervenções no sentido de contribuir com o ensino e a aprendizagem dos mesmos. Desta forma, ressaltamos a importância do trabalho na sala de aula com práticas que levem os estudantes a explorarem as diversas formas de representação dos objetos matemáticos, bem como a identificarem os tratamentos mais adequados para cada tipo de representação.

Referências bibliográficas

BARDIN, Laurence. **Análise de conteúdo**. 3 ed. Lisboa: Edições 70, 2004.

BETTEGA, Maria Helena S. **Educação continuada na era digital**. 2. ed. São Paulo: Cortez, 2010.

BORBA, Marcelo de Carvalho; PENTEADO, Miriam Godoy. **Informática e educação matemática**. 5. ed. Belo Horizonte: Autêntica, 2012.

BRASIL, Ministério da Educação. Secretária de Educação a Distância. **Objetos de aprendizagem: uma proposta de recurso pedagógico**. Brasília: MEC, SEED, 2007.

_____. Secretaria de Educação Fundamental. **Parâmetros curriculares nacionais: terceiro e quarto ciclos do ensino fundamental: introdução aos parâmetros curriculares nacionais**. Brasília: MEC/SEF, 1998.

_____. Secretaria de Educação Fundamental. **Parâmetros curriculares nacionais: matemática**. Brasília: MEC/SEF, 1998.

CASTRO-FILHO, José Aires. Objetos de aprendizagem e sua utilização no ensino de matemática. In: ENCONTRO NACIONAL DE EDUCAÇÃO MATEMÁTICA, 9., 2007, Belo Horizonte. **Anais...** Belo Horizonte: SBEM - Sociedade Brasileira de Educação Matemática, 2007. v. 1. Disponível em: <http://www.sbem.com.br/files/ix_enem/Html/mesa.html>. Acesso em 12 mar. 2012.

CASTRO-FILHO et al. O Desenvolvimento de conceitos matemáticos e científicos com o auxílio de objetos de aprendizagem. In: LOPES, Carlos Roberto; FERNANDES, Márcia Aparecida (org). **Informática na educação: elaboração de objetos de aprendizagem**. Uberlândia: EDUFU, 2007. p. 39-59.

DAMM, Regina Flemming. Registros de representação. In: MACHADO, Sílvia Dias Alcântara (org.). **Educação Matemática: uma (nova) introdução**. 3 ed. São Paulo: EDUC, 2012.

DUVAL, Raymond. Registros de representações semióticas e funcionamento cognitivo da compreensão em matemática. In: MACHADO, Sílvia Dias Alcântara (Org.). **Aprendizagem em matemática: registros de representação semiótica**. 7. ed. São Paulo: Papyrus, 2010. p. 11-33.

_____. **Semiósis e pensamento humano:** registros semióticos e aprendizagens intelectuais. São Paulo: Livraria da Física, 2009.

KALINKE, Marco Aurélio. **Internet na educação.** Curitiba: Chain, 2003.

KENSKI, Vani Moreira. **Educação e tecnologias:** o novo ritmo da informação. Campinas: Papirus, 2007.

MACEDO, Laécio Nobre de. **Análise do uso de uma sequência didática com objetos de aprendizagem.** 2009. Dissertação de mestrado: Programa de Pós-Graduação em Psicologia da Universidade Federal de Pernambuco. UFPE, Recife, 2009.

PARANÁ. Secretária de Estado da Educação. **Caderno de atividades-matemática-anos finais do ensino fundamental.** Curitiba: SEED, 2009.

_____. **Programas e projetos:** salas de apoio à aprendizagem. Disponível em: <<http://www.gestaoescolar.diaadia.pr.gov.br/modules/conteudo/conteudo.php?conteudo=28>>. Acesso em: 15 mar. 2012.

PROATIVA. **Grupo de pesquisa e produção de ambientes interativos e objetos de aprendizagem. – Atividades.** Disponível em: <http://www.vdl.ufc.br/ativa/balanca_interativa.htm>. Acesso em: 8 maio 2012.

VALENTE, José Armando. Diferentes usos do computador na educação. In: _____. **Computadores e conhecimento:** repensando a educação. Campinas: Gráfica Central da Unicamp, 1993.

_____. **O computador na sociedade do conhecimento.** Campinas: UNICAMP/NIED, 1999.