



UNIVERSIDADE
ESTADUAL DE LONDRINA

ANÁGELA CRISTINA MORETE FELIX

**ESTUDO DOS REGISTROS DE REPRESENTAÇÃO
SEMIÓTICA MEDIADOS POR UM OBJETO DE
APRENDIZAGEM**

ANÁGELA CRISTINA MORETE FELIX

**ESTUDO DOS REGISTROS DE REPRESENTAÇÃO
SEMIÓTICA MEDIADOS POR UM OBJETO DE
APRENDIZAGEM**

Dissertação apresentada ao Programa de Pós-graduação em Ensino de Ciências e Educação Matemática da Universidade Estadual de Londrina, como requisito parcial para obtenção do título de Mestre.

Orientadora: Prof^a. Dr^a. Rosana Figueiredo Salvi

Londrina - Pr
2014

**Catálogo elaborado pela Divisão de Processos Técnicos da Biblioteca Central da
Universidade Estadual de Londrina**

Dados Internacionais de Catalogação-na-Publicação (CIP)

F316e Felix, Anágela Cristina Morete.

Estudo dos registros de representação semiótica mediados por um objeto de aprendizagem / Anágela Cristina Morete Felix. – Londrina, 2014.
150 f. : il.

Orientador: Rosana Figueiredo Salvi.

Dissertação (Mestrado em Ensino de Ciências e Educação Matemática) – Universidade Estadual de Londrina, Centro de Ciências Exatas, Programa de Pós-Graduação em Ensino de Ciências e Educação Matemática, 2014.

Inclui bibliografia.

1. Matemática – Estudo e ensino – Teses. 2. Matemática – Semiótica – Teses. 3. Educação matemática – Ensino auxiliado por computador – Teses. 4. Tecnologia educacional – Teses. I. Salvi, Rosana Figueiredo. II. Universidade Estadual de Londrina. Centro de Ciências Exatas. Programa de Pós-Graduação em Ensino de Ciências e Educação Matemática. III. Título.

CDU 51:37.02

ANÁGELA CRISTINA MORETE FELIX

**ESTUDO DOS REGISTROS DE REPRESENTAÇÃO
SEMIÓTICA MEDIADOS POR UM OBJETO DE
APRENDIZAGEM**

Dissertação apresentada ao Programa de Pós-graduação em Ensino de Ciências e Educação Matemática da Universidade Estadual de Londrina, como requisito parcial para obtenção do título de Mestre.

BANCA EXAMINADORA

Prof^a. Dr^a. Rosana Figueiredo Salvi
Universidade Estadual de Londrina

Prof. Dr. José Aires de Castro Filho
Universidade Federal do Ceará

Prof^a. Dr^a. Irinéa de Lourdes Batista
Universidade Estadual de Londrina

Londrina, _____ de _____ de _____

Ao meu esposo Dacio,
com quem compartilho as alegrias e tristezas, lutas e sonhos.
Aos meus filhos queridos,
Guilherme, Bruno e Hugo, a maior graça que Deus me concedeu.

AGRADECIMENTOS

Primeiramente agradeço a Deus por ter me guiado sempre e abençoado esta caminhada de aperfeiçoamento profissional.

Agradeço a professora Simone Luccas por ter mediado minha participação no grupo de pesquisa Investigações em Filosofia e História da Ciência, Educação em Ciências e Matemática (IFHECEM) da UEL, incentivando-me a galgar sonhos mais altos.

Às professoras Irinéa de Lourdes Batista e Rosana Figueiredo Salvi pela acolhida no grupo IFHECEM e pela confiança em mim depositada.

A minha orientadora professora Rosana, que esteve comigo durante esta jornada, pela dedicação, apoio, palavras de sabedoria e amizade.

Aos amigos que estiveram comigo no IFHECEM, pela motivação e apoio. Sou grata pela amizade de vocês.

Aos amigos do Grupo de Estudos Multidisciplinar dos Processos de Ensino e Aprendizagem (GEMPEA) pelo companheirismo e apoio durante essa caminhada.

Aos professores do programa que contribuíram para o meu crescimento pessoal e intelectual.

Ao professor José Aires Castro Filho que gentilmente atendeu ao meu pedido em relação ao Objeto de Aprendizagem “Balança Interativa”, e em participar da minha banca.

Aos amigos que conheci durante as disciplinas do mestrado. Destaque merecido à Alessandra e as amigas de quarto da APP e, companheiras fieis nos eventos, Laís Cristina e Laís Maria. Oportuno registrar meu carinho especial à Laís Cristina, que não mediu esforços para ajudar-me nos momentos de incerteza.

À minha família, em especial, ao meu esposo Dacio pela parceria, incentivo, por ter tido a paciência necessária e estado ao meu lado durante esta caminhada.

Guilherme, Bruno e Hugo, filhos amados e queridos, meu eterno agradecimento pela compreensão nos momentos de ausência.

Enfim, agradeço a todos que, direta ou indiretamente, estiveram ao meu lado e, acima de tudo, apesar de tudo, torceram por mim.

"Ninguém ignora tudo. Ninguém sabe tudo. Todos nós sabemos alguma coisa.
Todos nós ignoramos alguma coisa. Por isso aprendemos sempre".

Paulo Freire

FELIX, Anágela Cristina Morete. **Estudo dos registros de representação semiótica mediados por um objeto de aprendizagem**. 2014. 150 f. Dissertação (Mestrado em Ensino de Ciências e Educação Matemática) – Universidade Estadual de Londrina, Londrina, 2014.

RESUMO

A presente pesquisa teve como finalidade investigar possíveis contribuições da utilização do recurso tecnológico Objetos de Aprendizagem para o estudo das representações semióticas. Para alcançar tal objetivo trabalhou-se o Objeto de Aprendizagem “Balança Interativa” com estudantes que participavam do programa Sala de Apoio à Aprendizagem de Matemática, em uma escola pública do município de Abatiá/Pr. O recorte investigativo busca identificar os dois tipos de transformação das representações semióticas, os tratamentos e as conversões, em tarefas realizadas por esses estudantes. A revisão de literatura reporta-se a Valente (1999), Kenski (2007), Castro-Filho (2007), Borba e Penteadó (2012), entre outros, focando o uso das tecnologias no âmbito da educação e da educação matemática e Raymond Duval (2009) contemplando a teoria dos registros de representação semiótica. A investigação, de caráter qualitativo, fundamenta-se nos procedimentos da Análise de Conteúdo (BARDIN, 2004) para subsidiar a organização e a interpretação dos dados. A análise foi efetuada a partir dos registros escritos dos estudantes. Os resultados apontam que, após a intervenção com o Objeto de Aprendizagem, a conversão e o tratamento foram manifestados nos registros efetuados por esses estudantes para ordenar e resolver o problema proposto pela questão. Embora tenha sido utilizada mais de uma representação para uma mesma questão, alguns estudantes apresentaram dificuldades em relação ao pensamento algébrico, bem como às operações aritméticas. Observou-se que a utilização de estratégias diferenciadas com estes estudantes, tais como computador, internet e Objetos de Aprendizagem, pode contribuir com a aprendizagem deles. Além disso, a utilização de tais recursos poderá colaborar com estudos a respeito dos registros de representação semiótica.

Palavras-chave: Educação Matemática. Tecnologia. Registro de representação semiótica. Objetos de aprendizagem.

FELIX, Anágela Cristina Morete. **Study of the registers of semiotic representation mediated by a learning object.** 2014. 150f. Dissertation (Master's in Teaching Science and Mathematics Education) - State University of Londrina, Londrina, 2014.

ABSTRACT

The present study aims to investigate the use of Learning Objects for the study of semiotic representations in Mathematics. We used the "Interactive Balance" Learning Object with students of a remedial mathematics program in a public school in the municipality of Abatia/Pr, to identify the two types of registers of semiotic transformations, treatments and conversions, in the tasks performed by these students. Theory on the use of technology in education and mathematics education draws upon Valente (1999), Kenski (2007), Castro-Filho (2007), Borba and Penteadó (2012) and the theory of registers of semiotic representation upon Raymond Duval (2009). Qualitative in nature, this research is grounded on the procedures of content analysis (Bardin, 2004) to support the organization and interpretation of data collected from the students' written records. The results show that, after the intervention with the Learning Object, conversion and treatment were manifest in the records of the students in order to solve the problem posed. Although more than one representation was used for the same issue, some students showed difficulties in relation to algebraic thinking as well as to arithmetic operations. The use of diverse strategies, such as computer, Internet and Learning Objects, can contribute to these students' learning process. Furthermore, the use of such resources may collaborate with studies on the registers of semiotic representation.

Key words: Mathematics education. Technology. Register of semiotic representation. Learning objects.

LISTA DE FIGURAS

Figura 1- Construção de um quadrado utilizando o Logo gráfico	31
Figura 2 - Espiral de aprendizagem que ocorre na interação estudante-computador	33
Figura 3 - Tela do OA Balança Interativa – Representação Icônica.....	68
Figura 4 - Tela do OA – Nível 6 – Representação Simbólica	69
Figura 5 - Tela do OA Balança Interativa – Nível 4	70
Figura 6 - Tela do OA e suas funções – Nível 1 ao 5.....	76
Figura 7 - Tela do OA e suas funções – Nível 6 ao 10.....	77
Figura 8 - Registro escrito da questão 1 do estudante E1	84
Figura 9 - Registro escrito da questão 1 do estudante E2	85
Figura 10 - Registro escrito da questão 1 do estudante E3	85
Figura 11 - Registro escrito da questão 1 do estudante E4	86
Figura 12 - Registro escrito da questão 1 do estudante E5	86
Figura 13 - Registro escrito da questão 1 do estudante E6	87
Figura 14 - Registro escrito da questão 1 do estudante E7	87
Figura 15 - Registro escrito da questão 1 do estudante E8	88
Figura 16 - Registro escrito da questão 1 do estudante E9	88
Figura 17 - Registro escrito da questão 1 do estudante E10.....	89
Figura 18 - Registro escrito da questão 1 do estudante E11.....	89
Figura 19 - Registro escrito da questão 1 do estudante E12.....	90
Figura 20 - Registro escrito da questão 1 do estudante E13.....	90
Figura 21 - Registro escrito da questão 1 do estudante E14.....	91
Figura 22 - Registro escrito da questão 2 do estudante E1	92
Figura 23 - Registro escrito da questão 2 do estudante E2	93
Figura 24 - Registro escrito da questão 2 do estudante E3	93
Figura 25 - Registro escrito da questão 2 do estudante E4	93
Figura 26 - Registro escrito da questão 2 do estudante E5	94
Figura 27 - Registro escrito da questão 2 do estudante E6	94
Figura 28 - Registro escrito da questão 2 do estudante E7	94
Figura 29 - Registro escrito da questão 2 do estudante E8	95
Figura 30 - Registro escrito da questão 2 do estudante E9	95
Figura 31 - Registro escrito da questão 2 do estudante E10.....	95

Figura 32 - Registro escrito da questão 2 do estudante E11.....	96
Figura 33 - Registro escrito da questão 2 do estudante E12.....	96
Figura 34 - Registro escrito da questão 2 do estudante E13.....	97
Figura 35 - Registro escrito da questão 2 do estudante E14.....	97
Figura 36 - Registro escrito da questão 3 do estudante E1	99
Figura 37 - Registro escrito da questão 3 do estudante E2	99
Figura 38 - Registro escrito da questão 3 do estudante E3	100
Figura 39 - Registro escrito da questão 3 do estudante E4	100
Figura 40 - Registro escrito da questão 3 do estudante E5	101
Figura 41 - Registro escrito da questão 3 do estudante E6	101
Figura 42 - Registro escrito da questão 3 do estudante E7	102
Figura 43 - Registro escrito da questão 3 do estudante E8	102
Figura 44 - Registro escrito da questão 3 do estudante E9	103
Figura 45 - Registro escrito da questão 3 do estudante E10.....	103
Figura 46 - Registro escrito da questão 3 do estudante E11	104
Figura 47 - Registro escrito da questão 3 do estudante E12.....	104
Figura 48 - Registro escrito da questão 3 do estudante E13.....	105
Figura 49 - Registro escrito da questão 3 do estudante E14.....	105
Figura 50 - Registro escrito da questão 4 do estudante E1	107
Figura 51 - Registro escrito da questão 4 do estudante E2	107
Figura 52 - Registro escrito da questão 4 do estudante E3	108
Figura 53 - Registro escrito da questão 4 do estudante E4	108
Figura 54 - Registro escrito da questão 4 do estudante E5	109
Figura 55 - Registro escrito da questão 4 do estudante E6	109
Figura 56 - Registro escrito da questão 4 do estudante E7	110
Figura 57 - Registro escrito da questão 4 do estudante E8	110
Figura 58 - Registro escrito da questão 4 do estudante E9	110
Figura 59 - Registro escrito da questão 4 do estudante E10.....	111
Figura 60 - Registro escrito da questão 4 do estudante E11.....	111
Figura 61 - Registro escrito da questão 4 do estudante E12.....	112
Figura 62 - Registro escrito da questão 4 do estudante E13.....	112
Figura 63 - Registro escrito da questão 4 do estudante E14.....	112
Figura 64 - Registro escrito da questão 5 do estudante E1	114
Figura 65 - Registro escrito da questão 5 do estudante E2	114

Figura 66 - Registro escrito da questão 5 do estudante E3	114
Figura 67 - Registro escrito da questão 5 do estudante E4	115
Figura 68 - Registro escrito da questão 5 do estudante E5	115
Figura 69 - Registro escrito da questão 5 do estudante E6	115
Figura 70 - Registro escrito da questão 5 do estudante E7	115
Figura 71 - Registro escrito da questão 5 do estudante E8	116
Figura 72 - Registro escrito da questão 5 do estudante E9	116
Figura 73 - Registro escrito da questão 5 do estudante E10.....	116
Figura 74 - Registro escrito da questão 5 do estudante E11.....	117
Figura 75 - Registro escrito da questão 5 do estudante E12.....	117
Figura 76 - Registro escrito da questão 5 do estudante E13.....	117
Figura 77 - Registro escrito da questão 5 do estudante E14.....	118
Figura 78 - Unidades de Contexto e Unidades de Registros.....	120
Figura 79 - Espiral de aprendizagem que ocorre na interação estudante-computador	133

LISTA DE QUADROS

Quadro 1 - Vantagens da realização de atividades com o uso do computador.....	45
Quadro 2 - Vantagens da utilização de OA	48
Quadro 3 - Diferentes tipos de registros mobilizáveis no funcionamento matemático.....	53
Quadro 4 - Distinção dos dois tipos diferentes de transformação de representação semiótica	57
Quadro 5 - Quantidade de salas de 8º e 9º ano	74
Quadro 6 - Estudantes do Matutino.....	75
Quadro 7 - Estudantes do Vespertino	75
Quadro 8 - Questão 1.....	79
Quadro 9 - Questão 2.....	80
Quadro 10 - Questão 3.....	80
Quadro 11 - Questão 4.....	81
Quadro 12 - Questão 5.....	81
Quadro 13- Descrição das unidades de registros relativos às resoluções da questão 1.....	91
Quadro 14 - Descrição das unidades de registros relativa às resoluções da questão 2.....	98
Quadro 15 - Descrição das unidades de registros relativa às resoluções da questão 3.....	106
Quadro 16 - Descrição das unidades de registros relativa às resoluções da questão 4.....	113
Quadro 17 - Descrição das unidades de registros relativa às resoluções da questão 5.....	118
Quadro 18 - Frequências relativas das UR referentes aos dados dos estudantes mediante as cinco questões na UC1	122
Quadro 19 - Frequências relativas das UR referente aos dados dos estudantes mediante as cinco questões na UC2.....	125
Quadro 20 - Frequências relativas das UR referente aos dados dos estudantes mediante as cinco questões na UC3.....	128
Quadro 21 - Desempenho dos estudantes ao manipularem o OA	132

LISTA DE GRÁFICOS

Histograma 1 – Frequências relativas das UR da UC1 referente aos dados das cinco questões	122
Histograma 2 – Frequências relativas das UR da UC2 referente aos dados das cinco questões	125
Histograma 3 – Frequências relativas das UR da UC3 referente aos dados das cinco questões	129

LISTA DE ABREVIATURAS E SIGLAS

CAI	<i>Computer- Aided Instruction</i>
CECIP/PR	Centro de Pesquisa de Ciências do Paraná
CECIPAR/PR	Centro de Educação e Informática do Paraná
CETE	Coordenação Estadual de Tecnologia na Educação
CETEPAR	Centro de Excelência em Tecnologia Educacional do Paraná
CIED	Centros de Informática Educacional
CIED/PR	Centro de Informática Educativa no Paraná
CLATES	Centro Latino Americano de Tecnologia Educacional
CNPq	Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico
CRTE	Coordenação Regional de Tecnologia na Educação
DCE/PR	Diretrizes Curriculares Estaduais do Paraná
EDUCOM	Computadores na Educação
FIESP	Federação das Indústrias do Estado de São Paulo
FINEP	Financiadora de Estudos e Projetos
FORMAR	Formação de professores e técnicos para trabalhar com Informática Educativa
FRM	Fundação Roberto Marinho
FUNTELC	Fundação Teleducação do Ceará
GEMPEA	Grupo de Estudos Multidisciplinar dos Processos de Ensino e Aprendizagem
GPIMEM	Grupo de Pesquisa em Informática outras Mídias e Educação Matemática
IBM	<i>International Business Machines</i>
LEC	Laboratório de Estudos Cognitivos
LOGO	Linguagem Logo
MCT	Ministério de Ciência e Tecnologia
MEC	Ministério da Educação
NIED	Núcleo de Informática Aplicada à Educação
NTE	Núcleos de Tecnologia na Educação
NUTES	Núcleo de Tecnologia Educacional para a Saúde
OA	Objetos de Aprendizagem
PORTAL	Portal Dia a Dia Educação

PREMEN	Programa de Expansão e Melhoria do Ensino
PROATIVA	Grupo de Pesquisa e Produção de Ambientes Interativos e Objetos de Aprendizagem
PROINFO	Programa Nacional de Informática na Educação
PRONINFE	Programa Nacional de Informática na Educação
RIVED	Rede Interativa Virtual de Educação
RRS	Registros de Representação Semiótica
SAAM	Programa Sala de Apoio à Aprendizagem de Matemática
SEED	Secretaria de Educação à Distância
SEED/PR	Secretaria de Estado da Educação do Paraná
SEI	Secretaria Especial de Informática
SUED	Superintendência da Educação
TIC	Tecnologias de Informação e Comunicação
TVE	Televisão Educativa
UCA	Um Computador por Aluno
UFMG	Universidade Federal de Minas Gerais
UFPE	Universidade Federal de Pernambuco
UFRJ	Universidade Federal do Rio de Janeiro
UFRGS	Universidade Federal do Rio Grande do Sul
UnB	Universidade de Brasília
UNICAMP	Universidade Estadual de Campinas

SUMÁRIO

	TRAJETÓRIA.....	15
	INTRODUÇÃO	17
1	INSERÇÃO DA TECNOLOGIA NA EDUCAÇÃO.....	20
1.1	TECNOLOGIA NA EDUCAÇÃO NO BRASIL.....	20
1.2	TECNOLOGIA NA EDUCAÇÃO NO ESTADO DO PARANÁ	24
1.3	O COMPUTADOR E SUAS ABORDAGENS	28
1.4	TECNOLOGIAS NO ÂMBITO EDUCACIONAL	35
1.4.1	Professor, Tecnologias e Educação Matemática	41
1.5	OBJETOS DE APRENDIZAGEM.....	45
2	REGISTROS DE REPRESENTAÇÃO SEMIÓTICA NA EDUCAÇÃO MATEMÁTICA	50
3	TRAJETÓRIA DA PESQUISA.....	63
3.1	PROGRAMA SALA DE APOIO À APRENDIZAGEM DE MATEMÁTICA	63
3.2	SUJEITOS DA PESQUISA	65
3.3	A ESCOLHA DO OBJETO DE APRENDIZAGEM.....	66
3.4	PESQUISA ADOTADA	70
4	COLETA DOS DADOS.....	74
5	ANÁLISE DOS DADOS.....	82
5.1	CATEGORIZAÇÃO.....	119
6	CONSIDERAÇÕES FINAIS.....	136
	REFERÊNCIAS.....	139
	APÊNDICES.....	144
	APÊNDICE A – Ficha de movimentos e erros.....	145
	APÊNDICE B – Questões.....	146
	ANEXOS.....	149
	ANEXO A - Termo de consentimento livre e esclarecido.....	150

TRAJETÓRIA

Minha trajetória acadêmica começou em 1988 quando iniciei o curso de Licenciatura em Ciências com habilitação em Matemática e em 1992 fiz habilitação em Física, na Faculdade Estadual de Filosofia, Ciências e Letras de Cornélio Procópio – FAFICOP, hoje denominada Universidade Estadual do Norte do Paraná – Campus Cornélio Procópio (UENP-CP).

Após o término do curso de Licenciatura – Habilitação em Matemática- iniciei a minha atividade docente. No ano de 1994 assumi o meu 1º padrão como professora da SEED/PR na disciplina de matemática.

Trabalhando com alunos do ensino fundamental e médio percebi que há vários fatores que envolvem o ensino e aprendizagem em sala de aula, principalmente o ensino e a aprendizagem da matemática, haja vista que é considerada como uma “matéria difícil” pelos estudantes. Na busca de novos conhecimentos para melhorar a minha prática pedagógica e assim contribuir com o ensino e aprendizagem dessa disciplina, comecei no ano de 1994 a minha especialização *lato sensu* em Educação Matemática na Universidade Estadual de Londrina-UEL. No ano de 1997 assumi o meu 2º padrão como professora da SEED/PR na disciplina de matemática. Ainda no ano de 1994 casei e tive três filhos, Guilherme, Bruno e Hugo, fruto dessa união, e por esse motivo a minha carreira acadêmica ficou parada por um tempo, por opção minha, mas mesmo assim, sempre que possível estava participando dos cursos de capacitação para professores.

Em 2010 ingressei no Programa de Desenvolvimento Educacional - PDE oferecido pelo governo do estado do Paraná. Ao ingressar no PDE a minha ânsia pelo conhecimento aflorou ainda mais e percebi que já era hora de retornar aos estudos. Motivada pela professora Simone Luccas e demais colegas participantes do PDE, comecei em 2011 a participar do grupo de pesquisa Investigações em Filosofia e História da Ciência, Educação em Ciências e Matemática (IFHECEM) da UEL no qual fui bem recebida. No mesmo ano, também fiz disciplinas como aluna especial. Assim, ao final de 2011 prestei concurso de seleção para o mestrado no Programa de Pós-Graduação em Ensino de Ciências e Educação Matemática da Universidade Estadual de Londrina-UEL. Tendo sido aprovada tive como orientadora a professora Rosana Figueiredo Salvi.

A minha proposta inicial de projeto estava ancorada nos estudos a respeito do uso das tecnologias, em especial, Objetos de Aprendizagem, pois já tinha realizado pesquisas a respeito no PDE. A professora Rosana gostou da ideia e assim o percurso do presente estudo foi sendo delineado.

Apesar de ter trabalhado com o ensino fundamental, hoje trabalho em uma escola que atende somente alunos do ensino médio, por isso não tenho acesso ao ensino fundamental. Contudo, algumas professoras que trabalham comigo no ensino médio também dão aulas no ensino fundamental (6º ao 9º ano). Durante as conversas que tínhamos no intervalo, uma dessas conversas se referia aos estudantes que participavam do programa Sala de Apoio à Aprendizagem de Matemática, pois segundo essas professoras os mesmos não queriam participar e acabavam evadindo do programa.

Assim, tive curiosidade em conhecer a Sala de Apoio à Aprendizagem de Matemática, que é um programa do governo do estado do Paraná, destinado aos estudantes que apresentam dificuldades de aprendizagem em matemática oferecido ao ensino fundamental (6º ao 9º ano). Diante disso, propus investigar esses alunos, levei a ideia para minha orientadora e ela concordou.

O projeto de pesquisa estava bem encaminhado, usaria um Objeto de Aprendizagem e trabalharia com os estudantes do referido programa. Mas ainda faltava algo para melhorar o projeto, em consequência disso, a minha orientadora sugeriu que utilizasse também o estudo dos registros de representação semiótica de Raymond Duval em minha pesquisa. A sugestão foi bem vinda, pois já estávamos realizando estudos a respeito da semiótica de Duval. Assim, o projeto de pesquisa foi elaborado tendo como foco as tecnologias, em especial, Objetos de Aprendizagem, Registros de Representação Semiótica e estudantes da Sala de Apoio à Aprendizagem de Matemática.

O texto a seguir é um relato da trajetória da minha pesquisa e mostra os estudos referentes ao aporte teórico adotado, à coleta de dados e análise dos mesmos.

INTRODUÇÃO

O Sistema Nacional de Avaliação da Educação Básica (SAEB)¹ destaca a dificuldade dos estudantes em aprender matemática. De acordo com essa avaliação, os estudantes apresentam baixo rendimento nessa disciplina. Em consequência disso, no estado do Paraná, em 2004, foi lançado o programa Sala de Apoio à Aprendizagem de Matemática (SAAM) que tem por finalidade atender estudantes que apresentam dificuldades de aprendizagem em matemática.

Em relação aos fatores que podem contribuir com a não aprendizagem em matemática pode-se destacar a dificuldade que os mesmos apresentam em trabalhar com as diversas formas de representar um objeto matemático (um conteúdo ou um conceito em matemática, por exemplo, o estudo das funções). Nessa perspectiva, destaca-se a teoria dos Registros de Representação Semiótica (RRS), desenvolvida por Raymond Duval. Segundo esta teoria, faz-se necessário fazer uma distinção entre o objeto matemático e suas respectivas representações, para que não se confunda o objeto com sua representação. A aprendizagem em matemática, segundo Duval (2009), implica no reconhecimento de que um mesmo objeto matemático pode ser representado de diversas formas. Devido a essas diferentes formas de representação do objeto matemático, o estudante, muitas vezes, reconhece-o em uma representação, mas não em outra. Esta dificuldade pode levá-lo a não aprendizagem efetiva, já que o conteúdo matemático parece-lhe não ser mesmo.

Esta teoria do ponto de vista cognitivo tem seu valor, pois possibilita ao estudante compreender que um objeto tem várias formas, bem como permite controlar a escolha de uma representação mais econômica na resolução de problemas. O estudo de representação semiótica na matemática justifica-se pelo fato de que os objetos matemáticos não são percebidos ou acessados instrumentalmente, por isso, é necessário recorrer ao uso das representações semióticas (DUVAL, 2009). Assim, o acesso a um determinado conteúdo matemático deve possibilitar ao estudante o reconhecimento das diversas representações que esse objeto possa apresentar. Ainda para o autor, as representações semióticas são externas e desempenham tanto a função de comunicação quanto funções

¹ Instrumento utilizado pelo governo federal para avaliar o desempenho dos estudantes em Matemática e Português, a cada dois anos.

cognitivas, ou seja, 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.

Dessa maneira, diferente da Física ou da Biologia, a Matemática não é perceptível por meio de experimentação e isso muitas vezes acaba dificultando o seu ensino, bem como aprendizagem. Por isso, atualmente, novos artefatos estão se fazendo presentes no ensino desta disciplina para contribuir com a eficiência de sua aprendizagem, tais como, o computador, a internet, os *softwares*, no sentido de aproximá-la de outras disciplinas. Autores como (VALENTE, 1999; KALINKE, 2003; KENSKI, 2007; CASTRO-FILHO 2007; BORBA; PENTEADO, 2012) são favoráveis ao uso dessas tecnologias na educação, desde que sua aplicabilidade tenha um propósito pedagógico bem definido.

Diante disso, esta pesquisa tem como finalidade expor estudantes que frequentam a Sala de Apoio à Aprendizagem de Matemática (SAAM) a uma intervenção mediada pela tecnologia com o intuito de responder à seguinte questão: **Que registros de representação semiótica estudantes da Sala de Apoio à Aprendizagem de Matemática evidenciam em resoluções de tarefas após a intervenção de recursos tecnológicos, em especial, Objetos de Aprendizagem?**

O fio condutor da questão norteadora será a investigação de 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.

Em relação à organização, a pesquisa está estruturada em seis capítulos.

No primeiro capítulo será apresentada uma breve explanação referente à inserção da tecnologia no Brasil e no estado do Paraná, bem como o referencial teórico que fundamenta a pesquisa a respeito da utilização da tecnologia na educação e, em especial, na Educação Matemática.

No segundo capítulo apresenta-se o referencial teórico que alicerça a pesquisa no tocante aos registros de representação semiótica.

No terceiro capítulo aborda-se o percurso metodológico utilizado para conduzir as ações delineadas ao longo do desenvolvimento desta pesquisa.

O quarto capítulo contempla a coleta dos dados, explicitando como se deu a coleta e a organização dos dados.

O quinto capítulo refere-se a análise dos dados e o detalhamento dos dados empíricos, a estruturação das unidades de registros e as unidades de contexto.

No sexto capítulo apresentam-se algumas considerações acerca dos resultados da pesquisa.

1 INSERÇÃO DA TECNOLOGIA NA EDUCAÇÃO

Neste capítulo será feita uma breve explanação da implantação da tecnologia educacional no Brasil com destaque na formação de professores para o uso das tecnologias. Também será apresentado um breve relato das ações que o estado do Paraná tem mobilizado em relação à implantação de tecnologias no contexto educativo e na formação dos professores visando o uso das tecnologias. A finalidade desse tópico é de apresentar algumas ações do governo Federal, bem como do estado do Paraná no sentido de estimular e promover a utilização das tecnologias na educação.

Embora, o foco da pesquisa não esteja voltado para discussão da função do computador segundo as abordagens Instrucionista e Construcionista, considera-se relevante apresentar o papel que o uso do computador pode assumir segundo essas abordagens nos processos de ensino e aprendizagem. Será apresentada também a relação entre as Tecnologias de Informação e Comunicação (TIC) e a Educação, bem como a relação entre Tecnologia, Professor e Educação Matemática. Além disso, será realizada uma discussão a respeito do recurso tecnológico, na forma de Objetos de Aprendizagem (OA) no ensino da matemática.

1.1 TECNOLOGIA NA EDUCAÇÃO NO BRASIL

Para que as tecnologias sejam incorporadas no âmbito educacional e seu uso contribua nos processos de ensino e aprendizagem, são necessárias políticas públicas comprometidas com a adequação e o melhoramento dos equipamentos tecnológicos nas escolas, tais como, computador e internet, bem como a formação continuada de professores para a utilização desses recursos. Assim, serão apresentadas algumas ações a nível federal e estadual que foram, e estão sendo viabilizadas no sentido de possibilitar e promover o uso das tecnologias no âmbito educacional.

As primeiras experiências do uso do computador na educação aconteceram na década de 50. Em 1955 foi utilizado na resolução de problemas em cursos de pós-graduação e, em 1958, como máquina de ensinar no Centro de Pesquisa Watson da IBM e na Universidade de Illinois. O uso do computador nessa época destinava-se a armazenar informação em uma determinada sequência e

transmiti-la ao estudante. Atualmente, a utilização dos computadores na educação vai além da transmissão de informação podendo enriquecer ambientes de aprendizagem e auxiliar no processo de construção de conhecimento (VALENTE, 1999).

No Brasil, o uso das tecnologias na educação esteve voltado para o ensino à distância. O Instituto Rádio-Monitor, em 1939, e o Instituto Universal Brasileiro, em 1941, realizaram as primeiras experiências educativas com o rádio. Em 1969, no Brasil, deu-se início às experiências educativas por meio da Televisão Cultura, que passou a transmitir o curso Madureza Ginásial. Nessa mesma época, o sistema de Televisão Educativa (TVE) do Maranhão passou a desenvolver atividades educativas de 5ª à 8ª séries. A fundação Teleducação do Ceará (FUNTELC), mais conhecida como Televisão Educativa (TVE) do Ceará, também começou em 1974 a desenvolver ensino regular de 5ª à 8ª séries (ALTOÉ e SILVA, 2005).

Ainda de acordo com Altoé e Silva (2005), o telecurso 2º grau foi um projeto direcionado ao mundo do trabalho, desenvolvido desde 1978, implementado pela Fundação Roberto Marinho (FRM) em parceria com a Fundação Padre Anchieta e a Federação das Indústrias do Estado de São Paulo (FIESP). Devido ao sucesso do projeto, em 1981 foi criado o Telecurso 1º grau, com apoio do Ministério da Educação (MEC) e da Universidade de Brasília (UnB). A série sofreu uma revisão metodológica, voltada para educação, com o nome de Telecurso 2000. O Telecurso 2000 foi designado de Ensino e não Educação à Distância.

No Brasil, as políticas de implantação da informática na escola pública têm sido norteadas na implementação de mudanças pedagógicas. Isso vem ocorrendo desde 1982, quando essas políticas começaram a serem traçadas. Valente (1999, p.1) mostra que “a Informática na Educação refere-se à inserção do computador nos processos de ensino e aprendizagem de conteúdos curriculares de todos os níveis e modalidades de educação”.

Nesta concepção, ressalta-se o papel do professor no prévio reconhecimento dos potenciais educacionais do computador e ser capaz de utilizá-lo adequadamente em atividades que favoreçam o ensino e a aprendizagem. Ainda para o autor, a Informática na Educação, no Brasil, nasceu a partir do interesse de educadores de algumas universidades brasileiras motivados pelo que já vinha acontecendo em outros países, como Estados Unidos da América e França.

No Brasil, o uso do computador na educação teve início com algumas experiências em universidades, na década de 70. Em 1971, foi realizado na Universidade Federal de São Carlos um seminário a respeito do uso de computadores no ensino de Física. Na Universidade Federal do Rio de Janeiro (UFRJ), em 1973, o Núcleo de Tecnologia Educacional para a Saúde e o Centro Latino Americano de Tecnologia Educacional (NUTES/CLATES) usou *software* de simulação no ensino de Química. Na Universidade Federal do Rio Grande do Sul (UFRGS), nesse mesmo ano, realizaram-se algumas experiências, usando simulação de fenômenos de Física com estudantes de graduação. Ainda em 1973 pesquisadores criaram o Laboratório de Estudos Cognitivos (LEC), para auxiliar crianças e adolescentes da rede pública nas dificuldades da aprendizagem de matemática (BORBA; PENTEADO, 2012).

Segundo os autores acima citados, em 1974, na UNICAMP, foi desenvolvido um *software* parecido com CAI (*Computer-Aided Instruction*), instrução auxiliada por computador, para o ensino de fundamentos de programação BASIC. Em 1975, Seymour Papert e Marvin Minsky visitaram o Brasil e lançaram as primeiras ideias da linguagem LOGO. Em 1976, um grupo de professores do Departamento de Ciência de Computação produziu o documento “Introdução a Computadores” financiado pelo Programa de Expansão e Melhoria do Ensino (PREMEN/MEC). Nesse mesmo ano, foram iniciados os primeiros trabalhos como o uso de Logo com crianças.

De acordo com Valente (1999) em maio de 1983, na UNICAMP foi criado o Núcleo de Informática Aplicada à Educação (NIED) tendo como missão difundir conhecimento a respeito das relações entre a educação, a sociedade e a tecnologia por meio de pesquisas e desenvolvimento de tecnologias e metodologias de forma integrada às demandas da sociedade.

Devido ao primeiro e ao segundo Seminário Nacional de Informática em Educação realizados, respectivamente, na Universidade de Brasília em 1981 e na Universidade Federal da Bahia em 1982, foi estabelecido um programa de atuação que originou o EDUCOM (Computadores na Educação) implantado pela Secretaria Especial de Informática (SEI) e pelo MEC, com suporte do Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico (CNPq) e da Financiadora de Estudos e Projetos (FINEP) órgãos do Ministério de Ciência e Tecnologia (MCT).

O projeto EDUCOM foi realizado em cinco universidades: Universidade Federal de Pernambuco (UFPE), Universidade Federal de Minas Gerais (UFMG), Universidade Federal do Rio de Janeiro (UFRJ), Universidade Federal do Rio Grande do Sul (UFRGS) e Universidade Estadual de Campinas (UNICAMP). O objetivo do projeto era criar centros pilotos em universidades brasileiras para desenvolver pesquisas sobre as diversas aplicações do computador na educação (VALENTE, 1999).

Por meio do EDUCOM iniciou-se o projeto FORMAR (FORMAR I – 1987 FORMAR II – 1989) com intuito de formar professores para trabalhar na área de informática educativa. Foram oferecidos cursos de especialização para professores de vários estados. Estes, por sua vez, ao final do curso, deveriam atuar como multiplicadores em sua região. Isso possibilitou o surgimento dos CIED (Centros de Informática Educacional) em 17 estados brasileiros (BORBA; PENTEADO, 2012), cujo objetivo se destinava a formação de professores e a promoção de cursos para alunos das escolas acerca de *software* educacional do tipo CAI, linguagem de programação Logo e programas aplicativos básicos, tais como: editores de textos ou desenhos, planilhas eletrônicas e gerenciadores de bancos de dados (ALMEIDA, 2008).

Ainda segundo Almeida (2008), o projeto FORMAR foi tido como modelo e referência para outras experiências em diferentes regiões do Brasil, pois esse tipo de formação possibilitava ao professor a compreensão dos saberes relacionados ao uso do computador numa perspectiva crítico e reflexiva, bem como no reconhecimento do seu papel, a fim de criar condições para tornar seu aluno sujeito da própria aprendizagem e construção do conhecimento.

Em 1989, foi lançado pelo MEC o Programa Nacional de Informática na Educação (PRONINFE), dando continuidade às iniciativas anteriores, contribuindo para a criação de laboratórios e centros para a capacitação de professores. Esse programa apoiava-se na abordagem educacional construcionista de Seymour Papert e na educação transformadora de Paulo Freire, tendo como expectativa a superação da abordagem baseada na transmissão de informação. (ALMEIDA, 2008).

Em 1997, foi criado o Programa Nacional de Informática na Educação (PROINFO), vinculado à Secretaria de Educação a Distância (SEED/MEC). O programa prevê o uso pedagógico das Tecnologias de Informação

e Comunicação (TIC) na rede pública de educação básica (VALENTE, 1999). Outros programas como Rádio Escola, DVD Escola, RIVED (Rede Interativa Virtual de Educação), foram criados pelo MEC. Cada um deles destinado à incorporação de determinada tecnologia e à preparação dos professores para sua utilização no contexto escolar (ALMEIDA, 2008).

Em 2005 a SEED/MEC criou o programa Mídias na Educação, voltado para a formação continuada de professores na modalidade de educação à distância. Essa proposta visa a utilização das tecnologias que integram distintas mídias na prática pedagógica (ALMEIDA, 2008).

Durante o ano de 2007 foram iniciados experimentos do programa Um Computador por Aluno (UCA) em cinco escolas brasileiras, visando avaliar o uso de equipamentos portáteis pelos estudantes em sala de aula. A finalidade do programa é disponibilizar um computador para cada estudante, professor e gestor de escola básica, além de prover infraestrutura e acesso à Internet em todas as escolas e preparar educadores para a utilização dessa tecnologia (ALMEIDA, 2008). De acordo com os dados do MEC, o programa UCA, em 2010, atenderia cerca de 300 escolas públicas pertencentes às redes de ensino estaduais e municipais, distribuídas em todas as unidades da federação (BRASIL, 2013). Além disso, o projeto pedagógico delineado nesse experimento está inserido no âmbito escolar, ou seja, “a escola junto com a comunidade segundo as características contextuais, diretrizes e políticas do sistema educativo a que pertence a escola” (ALMEIDA, 2008, p. 120).

Além das ações propostas de âmbito federal que foram apresentadas para implantação das tecnologias, bem como o seu uso no contexto educacional, será apresentada a seguir algumas ações propostas referentes às tecnologias implantadas no estado do Paraná.

1.2 TECNOLOGIA NA EDUCAÇÃO NO ESTADO DO PARANÁ

Por volta dos anos de 1984 e 1985, iniciaram-se as primeiras propostas para implementação da Informática Educativa no Estado do Paraná.

Professores, estudiosos e pesquisadores pertencentes ao antigo Centro de Pesquisa de Ciências do Paraná (CECIP/PR) e Centro de Educação e Informática do Paraná (CECIPAR/PR) desenvolveram projetos na área de Ciências

e apresentavam em seminários nos Estados do Paraná, Santa Catarina e Rio Grande do Sul. Em 1988, criou-se o Centro de Informática Educativa (CIED/PR), no Núcleo Regional de Maringá. Em 1997, por meio do programa PROINFO são criados Núcleos de Tecnologia na Educação (NTE) (BELINE, 2006).

Os NTE foram responsáveis pela capacitação dos professores na rede pública em Informática Educativa. No Paraná, foram criados 12 NTE nas seguintes cidades: Campo Mourão, Cascavel, Cornélio Procópio, Curitiba, Foz do Iguaçu, Guarapuava, Londrina, Maringá, Pato Branco, Ponta Grossa, Telêmaco Borba e Umuarama.

Em 2003 são lançados pelo Governo do Estado do Paraná, o Programa Paraná Digital e o Portal Dia a Dia Educação, ambos com finalidades de desenvolvimento do uso pedagógico da tecnologia de informação e comunicação com base em *Software* Livre e na Construção Colaborativa do Conhecimento.

O Programa Paraná Digital tem como função garantir, por meio de uma rede de computadores, aos professores e estudantes da rede pública de educação básica, acesso às Tecnologias da Informação e Comunicação e também ao Portal Dia a Dia Educação, que disponibiliza conteúdos de forma pedagógica, auxiliando os professores no preparo das aulas, além de fornecer várias informações administrativas às escolas.

O Portal Dia a Dia Educação foi concebido para ser integrado ao cotidiano escolar, tornando o Estado do Paraná um provedor autônomo de sistemas de informação de cunho educacional. Um produto com identidade própria, fruto da construção coletiva de seus educadores, em suas várias instâncias, e moldado para ser referência no que diz respeito à democratização do ensino e incorporação dos benefícios da Tecnologia de Informação e Comunicação à vida social deste país (PARANÁ, 2013).

O Portal Dia a Dia Educação tem como missão:

[...] promover uma reforma muito mais profunda e ampla do que simplesmente a sociabilização do saber, implantando um modelo de aprendizagem colaborativa no hipermeio, reconhecendo e valorizando os saberes acumulados na Rede de Educação Pública Estadual, tornando-se um veículo de informação e de expressão cultural e acadêmica de seus educadores, atendendo a toda a comunidade escolar, num processo aberto, interativo, constante e dinâmico, visando um salto cultural e social no Paraná (PARANÁ, 2013).

O Portal é destinado aos educadores, estudantes, escola e comunidade. Beline (2006) aponta as ações e iniciativas do Portal que preveem:

- A instrumentalização dos educadores por meio do acesso a conteúdos concernentes às diversas áreas do conhecimento e outras informações e recursos didático-pedagógicos;
- A divulgação de informações institucionais tornando-se um receptáculo de dados advindos de diferentes instâncias da Secretaria de Estado da Educação do Paraná;
- A estruturação de uma rede de comunicação efetiva entre todos os envolvidos no processo educativo e comunidade educacional;
- O resgate da identidade do professor da escola pública paranaense, propiciando a veiculação de sua produção intelectual, fomentando a criação de comunidades virtuais de aprendizagem e envolvendo todos os agentes da Educação Básica do Estado do Paraná.

Em 2004, foram criadas a Coordenação Estadual de Tecnologia na Educação (CETE) e 32 Coordenações Regionais de Tecnologia na Educação (CRTE) nos 32 Núcleos Regionais da Educação no Estado do Paraná. Subordinada ao Centro de Excelência em Tecnologia Educacional do Paraná (CETEPAR), a CETE foi criada pela Secretaria de Estado da Educação (SEED), para dar apoio às ações do Programa Paraná Digital e também ao Portal Dia a Dia Educação (OLIVEIRA, 2006).

A nomenclatura NTE muda-se para CRTE (Coordenação Regional de Tecnologia na Educação) cuja responsabilidade é a capacitação e publicação de informações concernentes ao uso de recursos tecnológicos no âmbito escolar público do Estado do Paraná (BELINE, 2006).

Em junho de 2006 ocorreu o lançamento da TV Paulo Freire, um canal exclusivamente educacional para o Paraná. Com o uso da tecnologia, do trabalho consciente e com uma programação variada, este recurso tem como objetivo aprimorar a formação de professores, proporcionar fontes de pesquisa e recursos na relação ensino e aprendizagem. Trabalha com quatro categorias:

formação do professor, informativos, conteúdos complementares ao currículo e campanhas de mobilização (MELLO, 2008).

Além da implantação de laboratórios de informática nas escolas Estaduais, com o Paraná Digital, em parceria com o PROINFO, em 2007, é implantada a TV *Pendrive* e, em 2009, implantado o projeto Um Computador por Aluno (UCA). No Paraná, o projeto UCA, encabeçado pelo Ministério da Educação (MEC), tem como meta avaliar a funcionalidade pedagógica do computador em sala de aula (GONÇALVES, 2011).

Em 2013 foi lançado o programa Sala de Aula Conectada Paraná, com o objetivo de equipar as escolas com rede de internet sem fio e conectar todas as salas de aula, promovendo a capacitação contínua dos educadores, bem como a universalização à inclusão digital. Visando também, a melhoria da qualidade de ensino público no estado, além de implementar a produção de recursos digitais, *softwares* educacionais e administrativos (PARANÁ, 2013).

O programa prevê a aquisição, implantação e manutenção de recursos tecnológicos que permitam o acesso às tecnologias de informação e comunicação em diferentes espaços no ambiente escolar para além dos laboratórios de informática, considerando o desenvolvimento de sistemas de informática e a formação continuada dos profissionais da educação.

Nessa perspectiva do programa Sala de Aula Conectada, são previstas algumas ações: instalação de rede de acesso à internet sem fio nas escolas; aquisição e distribuição de *tablets* educacionais; aquisição e distribuição de computadores interativos com lousas digitais; implantação do Registro de Classe Online; formação continuada e suporte técnico ao uso de tecnologias; laboratórios que permitem produção de mídias educacionais e pesquisa, avaliação e acompanhamento das ações (PORTAL, 2013).

No estado 16 escolas estão participando do projeto piloto Registro de Classe Online. Este projeto tem a finalidade de capacitar professores para trabalhar com o *tablet*, pois, por meio de um registro online serão feitos os registros de frequência dos estudantes, das atividades dos professores e das notas.

Apesar dos trabalhos realizados no sentido de potencializar o uso das TIC no âmbito escolar, o desafio ainda é a universalização do acesso à TIC a todos os estudantes, docentes e estabelecimento escolar, bem como a compreensão de que a base conceitual para a utilização das tecnologias na

educação é a integração das TIC ao currículo, ao ensino e à aprendizagem, numa perspectiva de transformação da escola e da sala de aula em um espaço de experiência, de formação de cidadãos e de vivência democrática, ampliado pela presença das TIC (ALMEIDA, 2008).

Valente (1999) também destaca que as mudanças pedagógicas não ocorrem como o esperado, porque além de equipar as escolas com computadores seria preciso readequar a organização das mesmas, a dinâmica da sala de aula, o papel do professor e dos estudantes na relação com o conhecimento.

Embora medidas tenham sido tomadas no sentido de possibilitar o acesso das TIC no âmbito educacional, ainda há muito que ser melhorado para que realmente o seu acesso seja eficaz e efetivo. Nesse sentido pode-se citar como exemplo, a aquisição de novos computadores, internet de melhor qualidade, aprimoramento na formação de professores, de modo que a escola faça parte desse mundo tecnológico.

A utilização dos recursos tecnológicos, nessa pesquisa, vem de encontro aos anseios da escola, visando à aprendizagem dos estudantes, por meio do uso pedagógico das tecnologias.

A seguir será feito a distinção da função do computador na educação segundo a abordagem Instrucionista e a abordagem Construcionista, bem como o que acontece na interação estudante-computador, segundo a Espiral de Aprendizagem de Valente.

1.3 O COMPUTADOR E SUAS ABORDAGENS

Segundo Almeida (2000) a primeira aplicação pedagógica do computador na educação foi planejada para utilizá-lo como máquina de ensinar segundo a visão skinneriana² e empregava o conceito de instrução programada. De acordo com essa visão, o conteúdo a ser ensinado deve ser subdividido em módulos estruturados logicamente. Para que o estudante tenha sucesso, nessa perspectiva, ele deve responder a uma pergunta no final de cada módulo, cuja resposta correta leva ao módulo seguinte, caso contrário deve retornar aos módulos anteriores. Esse método não leva em consideração o contexto, os interesses individuais, os

² Skinner propôs um método de aprendizagem por instrução programada por meio do uso de máquinas de ensinar, que prevê uma única resposta para determinado estímulo.

diferentes estilos de resolução de problemas e interpretação de respostas (ALMEIDA, 2000).

Valente (1993) também destaca o uso do computador na educação como máquina de ensinar.

O uso do computador como máquina de ensinar consiste na informatização dos métodos de ensino tradicionais. Do ponto de vista pedagógico esse é o paradigma instrucionista. Alguém implementa no computador uma série de informações, que devem ser passadas ao aluno na forma de um tutorial, exercício-e-prática ou jogo (VALENTE, 1993, p.11).

Ainda segundo Valente (1993) esses sistemas podem realizar perguntas e receber respostas no sentido de verificar se a informação foi retida. Essas características são bastante desejadas em um sistema de ensino instrucionista, já que a tarefa de administrar o processo de ensino pode ser executada pelo computador, facilitando o trabalho do professor.

Nessa abordagem, o uso do computador nas disciplinas curriculares tem a função de continuar transmitindo a informação para o aluno, reforçando o processo tradicional de ensino. O computador é só mais um recurso para reforçar os ensinamentos prontos do professor e o estudante é tido como um receptor, que recebe tudo pronto, não tendo a possibilidade de criar, opinar, pensar.

Um dos problemas da abordagem instrucionista surge quando o professor deseja conhecer ou entender o pensamento do estudante, pois tal perspectiva não atinge e nem esclarece o seu pensamento. De acordo com Almeida (2000) para que o professor possa entender o pensamento do estudante e intervir para provocar reflexões significativas, é necessário acompanhá-lo em todos os passos da exploração e questioná-lo exaustivamente.

A abordagem construcionista foi desenvolvida pelo matemático Seymour Papert para estudar o uso das tecnologias, em especial, o computador, no contexto educativo. Ela pode ser tanto uma teoria de aprendizado quanto uma estratégia para educação.

O construcionismo, segundo Maltempi (2012, p. 288) “compartilha a ideia construtivista de que o desenvolvimento cognitivo é um processo ativo de construção e reconstrução das estruturas mentais, no qual o conhecimento não pode ser simplesmente transmitido do professor para o aluno”.

Ainda para este autor, a finalidade do construcionismo é criar ambientes em que o estudante esteja motivado e interessado em construir algo que lhe seja significativo. Essa abordagem apoia-se no conceito de que aprende-se melhor fazendo e, melhor ainda, gostando, pensando e conversando a respeito do que se faz.

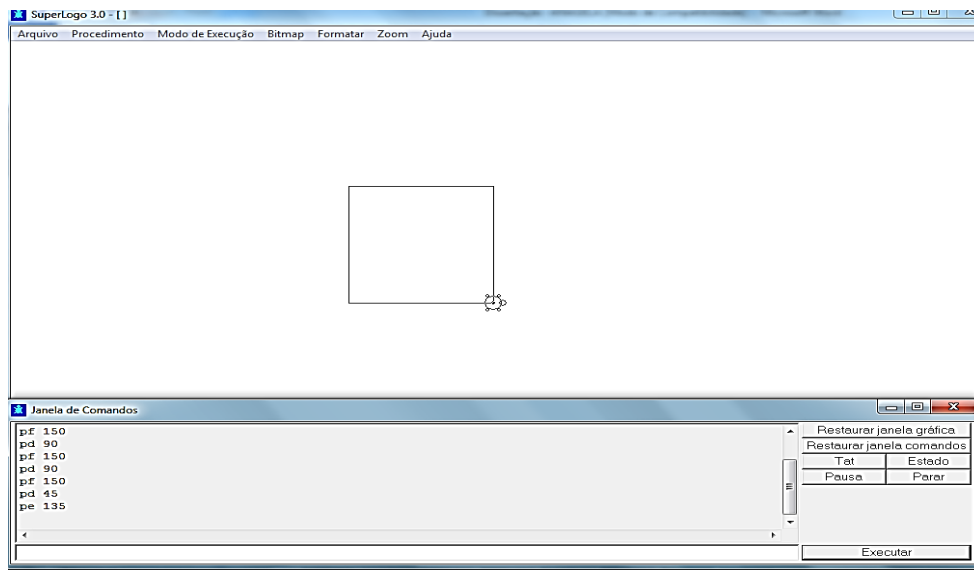
Valente (1993) destaca que essa interação do estudante com o computador pode favorecer a construção do conhecimento, pois ele é incitado a investigar e refletir acerca do produto da sua construção, do processo de construção e a respeito da sua ação mental ou física.

Segundo Almeida (2000) a proposta do construcionismo defendida por Papert é o uso do computador, considerando-o como uma ferramenta para a construção do conhecimento e para o desenvolvimento do estudante, com o objetivo de possibilitar o uso pedagógico do computador. Assim, foi criada a linguagem de programação Logo, que permite a criação de novas situações de aprendizagem, em especial, na matemática.

Esse ambiente permite ao estudante visualizar na tela do computador a resposta em forma de um desenho e isso facilita a comparação do resultado obtido com sua ideia original. Quando o estudante usa o Logo gráfico para resolver um problema, sua interação com o computador é mediada pela linguagem Logo, que consiste em programar o computador ou “ensinar” a tartaruga a como produzir um gráfico na tela. Na tela do computador (Logo gráfico) o ícone é representado pela figura de uma tartaruga, que vai deixando um rastro na tela de acordo com os comandos que são executados. Essa ação de programação é transmitida para a tartaruga na forma de uma sequência de comandos relacionados com geometria, por exemplo, “parafrente 15” ou “pf 15”, que move a tartaruga 15 passos para frente, ou “paradireita 60°” ou “pd 60°” que gira a tartaruga 60 graus para direita (VALENTE, 2005).

A figura a seguir representa a tela do Logo gráfico com um exemplo dos comandos dados a tartaruga para a construção de um quadrado.

Figura 1- Construção de um quadrado utilizando o Logo gráfico



Fonte: a autora

Por meio dessa linguagem, segundo o construcionismo, o estudante assume uma postura ativa frente ao seu aprendizado e ao computador, pois ela permite que o mesmo explore novos conceitos e avance em seu próprio ritmo.

Para Maltempi (2012) a linguagem Logo é apenas um dos materiais utilizados na construção de ambientes construcionistas. Ainda para o autor:

Diversas ferramentas computacionais existentes podem ser consideradas construcionistas se forem empregadas de maneira adequada. Isso pode ocorrer, por exemplo, no uso de processadores de texto, planilhas eletrônicas, ou qualquer outro ambiente que favoreça a aprendizagem ativa, isto é, que propicie ao aprendiz a possibilidade de fazer algo e, com isso, poder construir conhecimentos a partir de suas próprias ações (MALTEMPI, 2012, p.289).

Valente (2005) por meio do Logo gráfico explicita as ações que compõem a espiral da aprendizagem caracterizada por descrição-execução-reflexão-depuração na interação estudante-computador.

Porém, a noção de espiral surgiu mais tarde a fim de ampliar a descrição do processo de aprendizagem. Esta sequência de ações era denominada ciclo de aprendizagem. A imagem que se tinha do ciclo é que ele acontecia segundo uma repetição, periodicidade, ou seja, pontos que começavam e se fechavam. Mas a cada ciclo completado, de acordo com Valente,

[...] as ideias do aprendiz deveriam estar em um patamar superior do ponto de vista conceitual. Mesmo errando e não atingindo um resultado de sucesso, o aprendiz deveria estar obtendo informações que são úteis na construção de conhecimento. Na verdade, terminado um ciclo, o pensamento não deveria ser exatamente igual ao que se encontrava no início da realização desse ciclo (VALENTE, 2005, p. 66).

Valente (2005) ressalta que a ideia do ciclo pode ser utilizada para se entender o papel de outros tipos de *softwares* na construção do conhecimento como, processadores de textos, planilhas eletrônicas, Internet e *softwares* educacionais. No entanto, “como mecanismo para explicar o que ocorre na mente do aprendiz na interação com o computador, a ideia de ciclo é limitada” (VALENTE, 2005, p. 222). Ou seja:

As ações podem ser cíclicas e repetitivas, mas a cada realização de um ciclo, as construções são sempre crescentes. Mesmo errando e não atingindo um resultado de sucesso, o aprendiz está obtendo informações que são úteis na construção de conhecimentos. Na verdade terminando um ciclo, o pensamento nunca é exatamente igual ao que se encontrava no início de sua realização. Assim a ideia mais adequada para explicar o processo mental dessa aprendizagem é a de uma espiral (VALENTE, 2005, p.222).

As ações de descrição, execução, reflexão e depuração não mudam, o que se modifica é a maneira de compreender como essas ações auxiliam no desenvolvimento do conhecimento. A espiral representa o fato de que a cada momento que se fecha um ciclo de ações, um novo se inicia, mas em um patamar de conhecimento superior ao que o estudante possuía anteriormente.

A seguir, apresenta-se uma breve explanação das ações da espiral da aprendizagem com intuito de favorecer o entendimento a respeito de cada uma delas.

- A descrição refere-se ao processo de descrever no computador os procedimentos que vão dar forma à ideia ou plano de ação do estudante;
- A execução é a ação do computador acerca da descrição efetuada pelo estudante, no qual os procedimentos descritos são interpretados e colocados em prática, ou seja, é apresentado na tela o resultado;
- A reflexão é uma das ações mais importantes para o processo de construção do conhecimento, pois é nessa etapa que o estudante

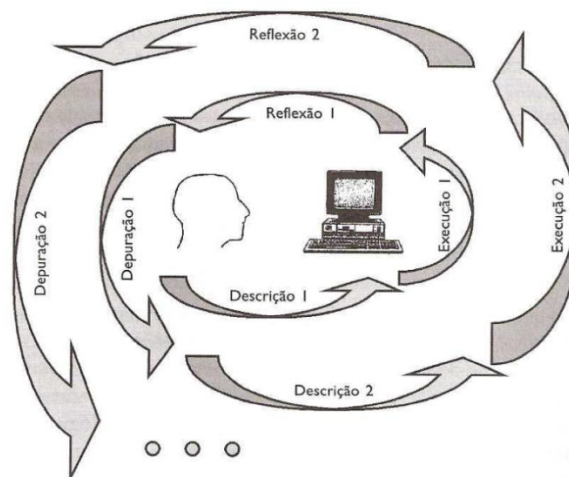
pode refletir a respeito dos procedimentos e conceitos usados na construção da sua obra comparando-a com a sua ideia original. Ainda em relação à reflexão, Valente (2005) destaca que esse processo pode levar o estudante: a não modificar o seu procedimento porque o que tinha em mente acerca da resolução daquele problema corresponde ao que foi apresentado pelo computador, e assim o problema está solucionado; ou a melhorar (depurar) o procedimento quando o resultado apresentado pelo computador não corresponde a sua ideia inicial.

- A depuração é o momento em que o estudante busca novas informações a respeito de conceitos e estratégias, pesquisando nas fontes disponíveis, para que erros cometidos na descrição possam ser corrigidos. Maltempi destaca também que a depuração,

[...] é facilitada pela existência do programa (sequência de comandos), pois este contém a descrição das ideias do aprendiz em termos de uma linguagem precisa e formal. Após depurar o programa, uma nova descrição é gerada e o ciclo descrição-execução-reflexão-depuração se repete em um novo nível até que o aprendiz esteja satisfeito com o resultado obtido (MALTEMPI, 2012, p. 294).

Segundo este mesmo autor, a análise do erro é um ingrediente fundamental na depuração, pois está relacionada à construção do conhecimento e “atua como um motor que desequilibra e leva o aprendiz a procurar conceitos e estratégias para melhorar o que já conhece” (MALTEMPI, 2012, p. 295).

Figura 2 - Espiral de aprendizagem que ocorre na interação estudante-computador



De acordo com a figura, o processo de construção do conhecimento cresce continuamente, em forma de espiral. E as ações estão ocorrendo simultaneamente, em forma de remoinho³. A separação das ações é didática, serve para entender a função de cada uma na construção do conhecimento. Na realidade, durante uma ação, o aprendiz pode estar pensando ou mesmo executando outra. Assim, tanto as ações do ciclo quanto a espiral da aprendizagem acontecem ao mesmo tempo, uma alimentando a outra. Nesse sentido, “a espiral não cresce se o ciclo não acontece” (VALENTE, 2005, p. 72).

A espiral de aprendizagem facilitou a compreensão de como a reflexão e a depuração podem contribuir para o desenvolvimento do pensamento do aprendiz. As ações de reflexão e depuração ocorrem a partir de um resultado que o estudante obtém da realização da descrição da resolução do problema, produzido por comandos de um determinado *software*.

Almeida (2000) destaca o papel do professor frente à abordagem construcionista:

[...] cabe ao professor promover a aprendizagem do aluno para que este possa construir o conhecimento dentro de um ambiente que o desafie e o motive para a exploração, a reflexão, a depuração de ideias e a descoberta. Antes de propor um plano – que deverá ser resultado de um trabalho cooperativo dos envolvidos na aprendizagem - o professor precisa conhecer as potencialidades de seus alunos e suas experiências anteriores (ALMEIDA, 2000, p. 41).

Nessa abordagem, para que a interação estudante-computador aconteça e, as ações descrição-execução-reflexão-depuração sejam evidenciadas, o professor precisa entender as ideias do estudante para auxiliá-lo no processo de construção do conhecimento, bem como conhecer o *software* que está sendo utilizado. Além disso, o ambiente no qual o trabalho é desenvolvido deve propiciar a prática investigativa e reflexiva para que os estudantes participem com empenho e tenham interesse pelo conhecimento.

A seguir será apresentada uma discussão a respeito do uso das tecnologias no âmbito educacional, bem como a relação entre tecnologia, professor e Educação Matemática.

³ Parte da ideia de Morin a respeito da espiral “O circuito espiral do remoinho é, de facto, o circuito que se fecha abrindo-se e, assim, se forma e se reforma” (1997, pág. 197).

1.4 TECNOLOGIAS NO ÂMBITO EDUCACIONAL

Atualmente as TIC estão cada vez mais presentes na vida diária, o seu uso tem transformado o cotidiano da sociedade. Os artefatos tecnológicos se desenvolvem e se diversificam rapidamente. Hoje cada vez mais estudantes estão imersos nesse mundo tecnológico provido de computador, internet, celulares, televisão, vídeos-games, entre outros. Por isso, a utilização dos recursos tecnológicos, no contexto escolar, não pode ser ignorada. Contudo, pode-se ensinar e aprender sem tais recursos como, computador e internet, porém sua apropriação é importante tanto para o professor como ao estudante no processo de ensino e da construção do conhecimento (BETTEGA, 2010). Dessa forma, em uma sociedade tecnológica, não faz sentido que as tecnologias digitais sejam desprestigiadas, ou mesmo evitadas, no âmbito escolar.

Moran (2008, p.167) acentua que:

A educação tem de surpreender, cativar, conquistar os estudantes a todo momento. A educação precisa encantar, entusiasmar, seduzir, apontar possibilidades e realizar novos conhecimentos e práticas. O conhecimento se constrói com base em constantes desafios, atividades significativas que excitam a curiosidade, a imaginação e a criatividade.

Para este autor a escola é um lugar de preparação de projetos de conhecimento, de intervenção social e de vida, um espaço para experimentar os desafios do presente e do futuro. Diante disso, com o avanço das tecnologias, “[...] a educação precisa de pessoas humanas, evoluídas, competentes, éticas. São muitas informações, visões, novidades. A sociedade torna-se cada vez mais complexa, pluralista, e exige pessoas abertas, criativas, inovadoras, confiáveis” (MORAN, 2008, p.167).

Kenski (2007) também destaca a importância de estar aberto às novas educações resultantes das novas maneiras de ensinar e aprender proporcionadas pela atualidade tecnológica, como um desafio a ser assumido por toda a sociedade.

De acordo com os Parâmetros Curriculares Nacionais (BRASIL, 1998) a incorporação dos recursos tecnológicos no sistema educacional só tem sentido se contribuir para a melhoria da qualidade do ensino. A garantia de uma educação de qualidade, não está atrelada à simples presença de novas tecnologias

no contexto escolar, pois a aparente modernidade pode encobrir um ensino tradicional baseado na recepção e na memorização de informações.

A tecnologia deve servir para enriquecer o ambiente educacional, propiciando a construção de conhecimentos por meio de uma atuação ativa, crítica e criativa por parte de estudantes e professores.

A evolução tecnológica não se restringe apenas aos novos usos de determinados equipamentos e produtos, ela altera comportamentos. A sociedade é mediada pelas tecnologias que lhe são contemporâneas, transformando a maneira de pensar, sentir e agir. Essas alterações refletem-se nas formas de pensar e fazer educação (KENSKI, 2007). Ainda segundo a autora, o uso dos recursos tecnológicos pode promover mudanças positivas na educação, desde que sua aplicabilidade esteja voltada para ações pedagógicas.

Para que as tecnologias de informação e comunicação possam trazer alterações no processo educativo, elas precisam ser compreendidas e incorporadas pedagogicamente. Isso significa que é preciso respeitar as especificidades do ensino e da própria tecnologia para poder garantir que o seu uso, realmente, faça diferença (KENSKI, 2007, p.46).

Assim, para que a qualidade da educação seja alcançada não basta utilizar, por exemplo, a televisão, o vídeo, o computador ou a internet, é necessário que os objetivos estejam atrelados ao desafio de aprender, para que tais recursos possam ser utilizados de forma crítica, voltados para fins pedagógicos. Dessa forma, os recursos tecnológicos podem contribuir para transformar a escola em um lugar de exploração de culturas, de realização de projetos, de investigação e debate (KENSKI, 2007).

A educação escolar também deve ir além da assimilação de saberes ou do treinamento de estudantes para o uso das TIC⁴.

A escola precisa assumir o papel de formar cidadãos para a complexidade do mundo e dos desafios que ele propõe. Preparar cidadãos conscientes, para analisar criticamente o excesso de informações e a mudança, a fim de lidar com as inovações e as transformações sucessivas dos conhecimentos em todas as áreas (KENSKI, 2007, p. 64).

⁴ Tecnologia de Informação e Comunicação

Portanto, a educação escolar deve assegurar a todos a formação e a obtenção de novas habilidades, atitudes e valores para serem capazes de viver e conviver em uma sociedade movida por constantes processos de transformação.

Para que não ocorram problemas com o uso das tecnologias no contexto educativo é preciso que as pessoas envolvidas no processo de decisão considerem a complexidade envolvida nessa relação. Kenski (2007) cita ainda alguns problemas que devem ser superados para o uso das tecnologias na educação, tais como: a formação do professor para trabalhar com as TIC, pois os mesmos nem sempre estão preparados para o uso pedagógico das tecnologias; a adequação da tecnologia ao conteúdo e aos propósitos do ensino, cada tecnologia tem a sua especificidade e deve ser compreendida como um componente adequado no processo educativo.

Moran (2008) também destaca a necessidade da capacitação técnica e pedagógica do professor para que ocorram avanços na utilização dos recursos tecnológicos no âmbito escolar. Para o autor a capacitação técnica permite que o professor se torne mais competente no uso de cada programa, e a capacitação pedagógica os ajuda a estabelecer relações entre a disciplina em que atuam e as diversas ferramentas disponíveis, contribuindo assim, com a prática pedagógica.

Ainda em relação ao uso das tecnologias na educação, Valente (1999) considera importante o uso dessas 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*, “[...] mas sim 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).

Para esse autor, ao implantar o computador na educação são necessários basicamente, quatro fatores: o computador, o *software* educativo, o professor capacitado para usar o computador como meio educacional e o estudante. Esses quatro fatores se apresentam de igual relevância para o uso adequado dos recursos tecnológicos na educação. Por isso, ao utilizar o computador na educação é necessário que seja definida a sua função, de maneira que o seu uso seja adequado em termos de conteúdo, metodologia e objetivos. Ainda para o autor há

uma nova direção para o uso do computador na educação, não como “máquina de ensinar”, mas como uma nova mídia educacional.

O computador passa a ser uma ferramenta educacional, uma ferramenta de complementação, de aperfeiçoamento e de possível mudança na qualidade do ensino. Isto tem acontecido pela própria mudança na nossa condição de vida e pelo fato de a natureza do conhecimento ter mudado. Hoje, nós vivemos num mundo dominado pela informação e por processos que ocorrem de maneira muito rápida e imperceptível. Os fatos e alguns processos específicos que a escola ensina rapidamente se tornam obsoletos e inúteis. Portanto, ao invés de memorizar informação, os estudantes devem ser ensinados a buscar e a usar a informação. Estas mudanças podem ser introduzidas com a presença do computador que deve propiciar as condições para os estudantes exercitarem a capacidade de procurar e selecionar informação, resolver problemas e aprender independentemente (VALENTE, 1993, p.6).

O uso do computador na educação “permite novas formas de trabalho, possibilita a criação de ambientes de aprendizagem em que os estudantes possam pesquisar, fazer antecipações e simulações, confirmar ideias prévias, experimentar, criar soluções e construir novas formas de representação mental” (BRASIL, 1998, p. 141). Assim, a utilização do computador no meio educacional deve ser compreendida como uma ferramenta para promover a aprendizagem.

Valente (1999) ao analisar os diferentes usos do computador na educação, apresenta dois resultados importantes,

[...] Primeiro: o computador pode tanto passar informação ao aprendiz, quanto auxiliar o processo de construção do conhecimento e de compreensão do que fazemos. Segundo: implantar computadores nas escolas sem o devido preparo de professores e da comunidade escolar, não trará os benefícios que esperamos (VALENTE, 1999, p.97-98).

Borba e Penteado (2012) também destacam que, a entrada das novas mídias no âmbito escolar esta relacionada com o professor, “[...] se o professor não tiver espaço para refletir sobre as mudanças que acarretam a presença da informática nos coletivos pensantes 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). Coletivos pensantes é uma perspectiva teórica que se apoia na noção que o conhecimento é produzido por um coletivo formado por seres-humanos-com-mídias, ou seres-humanos-com-tecnologias (BORBA; PENTEADO, 2012, p. 48).

Dessa maneira, a função do computador no contexto escolar não é de ensinar e, sim, de criar condições de aprendizagem. Por isso, a devida preparação do professor, afinal, cabe a ele proporcionar ambientes de aprendizagem e ser o mediador nos processos de ensino e aprendizagem, tendo clareza em “quando” e “como” usar os recursos tecnológicos para estimular a aprendizagem.

Carraher (1995) aponta que, a contribuição mais importante do computador para a educação se refere à possibilidade de desenvolver atividades que seriam difíceis ou até impossíveis de serem realizadas sem o mesmo, atividades que constituem oportunidades para aprender. Assim, destaca o uso do computador como ferramenta intelectual, no qual engloba programas computacionais e *software* diversos tais como as linguagens de programação, simuladores, jogos matemáticos e linguísticos. O objetivo central desta concepção é a de que o *software* proporcione aos estudantes oportunidades de descobrir princípios, propriedades ou relações de ordem lógica, matemática, científica, linguística ou histórica. Ainda para o autor, o uso do computador é tido como instrumento auxiliar que contribui para fornecer meios para encontrar e visualizar regularidades nos dados coletados. Pois, nessa perspectiva o agente principal de ensino esta na figura do professor, que cria as atividades, prepara os estudantes para realizarem as observações, esclarece dúvidas, provoca discussões na sala de aula.

De acordo com o PCN o uso do computador na educação pode favorecer o desenvolvimento cognitivo dos estudantes. Destaca também algumas das suas finalidades:

Como fonte de informação, recurso para alimentar o processo de ensino aprendizagem; como auxiliar no processo de construção de conhecimento; como meio para desenvolver autonomia pelo uso de softwares que possibilitem pensar, refletir e criar soluções; e como ferramenta para realizar determinadas atividades (BRASIL, 1998, p.44).

Dessa forma, a tecnologia deve ser utilizada na escola para ampliar as opções de ação didática, com o objetivo de criar ambientes de ensino e aprendizagem que favoreçam a postura crítica, a curiosidade, a observação e análise, a troca de ideias, de forma que o estudante possa ter autonomia no seu processo de aprendizagem, buscando e ampliando conhecimentos (BRASIL, 1998).

A utilização da internet, além do computador, como ferramenta pedagógica, vem consolidando-se no âmbito educacional. A interatividade, a facilidade no acesso à informação e a comunicação dinâmica são algumas características positivas desta ferramenta. Esta, enquanto ferramenta pedagógica auxilia o processo de construção e produção de conhecimento (KALINKE, 2003).

Kalinke (2003, p.42) aponta que “[...] a interação que ela permite, quer seja entre alunos, do aluno com o professor ou do aluno com a máquina, a facilidade de comunicação, a possibilidade de publicação de materiais e a facilidade de acesso à informação” são alguns aspectos positivos dessa ferramenta. A internet utilizada como ferramenta pedagógica levam os estudantes a explorar ambientes, a gerar perguntas e questões, a colaborar com os outros e a produzir conhecimento, torna-se um instrumento capaz de favorecer a reflexão do estudante, viabilizando a sua interação ativa com determinado conteúdo de uma disciplina ou de um conjunto de disciplinas (KALINKE, 2003). “A internet é tida como um tipo de repositório universal do conhecimento” (BRASIL, 1998, p. 147).

Com a utilização da internet, os estudantes podem se comunicar com diversos receptores, o que possibilita a troca de informações e o desenvolvimento do senso crítico (BETTEGA, 2010). Nos dias atuais, ela vem se consolidando como instrumento de trabalho indispensável.

A internet facilita e estimula as interações entre as pessoas, “[...] representa um suporte do desenvolvimento humano nas dimensões pessoal, cultural, lúdica, cívica e profissional” (PONTE, 2003, p.160). Para o autor, a internet pode ser considerada como uma metaferramenta⁵, pois é possível encontrar informações a respeito de avanços na matemática e na educação matemática, além de ser útil para o trabalho colaborativo.

Assim, a utilização dos recursos tecnológicos poderá contribuir com a prática pedagógica dos professores, desde que a sua utilização esteja inserida num ambiente de aprendizagem desafiadora com uma proposta de trabalho interessante.

De acordo com o que foi apresentado, o uso das tecnologias na educação, em particular, o computador e a internet, não resolverá os problemas de ensino e aprendizagem, pois os desafios são muitos e precisam ser enfrentados

⁵ Uma ferramenta que permite o acesso a muitas outras ferramentas.

exigindo dos educadores, tentar superá-los. Caso contrário corre-se o risco de trabalhar em um ambiente obsoleto e em desacordo com a sociedade atual.

A seguir será apresentada uma discussão a respeito do uso das tecnologias no ensino da matemática e do papel do professor diante desses recursos tecnológicos.

1.4.1 Professor, Tecnologia e Educação Matemática

Ponte (2003) destaca que os professores de matemática precisam saber utilizar os recursos tecnológicos em sua prática. O seu uso permite olhar o ensino da matemática de modo inovador, possibilitando a realização de atividades de exploração, investigação e modelação, além de desenvolver no estudante atitudes mais positivas em relação a essa disciplina.

Ressalta ainda que na atividade profissional do professor de matemática é essencial que ele tenha conhecimento a respeito do uso das TIC, pois a sua utilização se torna um meio educacional para apoiar a aprendizagem, além de ser um instrumento de produtividade pessoal, para preparar aulas, procurar informações e materiais, podendo ser um meio interativo pela troca de informações com outros professores.

Diante dos avanços tecnológicos, urge um profissional da educação que esteja preocupado em criar condições de aprendizagem estimulantes, incitando o estudante a pensar favorecendo a divergência e a diversificação dos caminhos de aprendizagem.

O uso dos recursos tecnológicos não são apenas ferramentas que auxiliam o trabalho, mas são consideradas fundamentais no ambiente social, incluindo o ensino da matemática. A evolução do conhecimento e a identidade do professor de matemática são influenciadas por esses avanços tecnológicos. Desse modo, o professor precisa ter confiança ao usar as tecnologias desenvolvendo uma atitude crítica em relação a elas, para ser capaz de incorporá-las nos objetivos e nas finalidades do ensino da matemática (PONTE; OLIVEIRA; VARANDAS, 2003).

Segundo Miskulin (2003) a utilização desses recursos não são apenas ferramentas a mais para os professores motivarem suas aulas e sim,

[...] um meio poderoso que pode propiciar aos alunos novas formas de gerar e disseminar o conhecimento, e, conseqüentemente, propiciar uma formação condizente com os anseios da sociedade. Assim sendo, os professores de matemática devem refletir sobre sua utilização [...] para que possam oferecer oportunidades para que seus alunos aprendam matemática e, ao mesmo tempo, utilizem a tecnologia de forma que a matemática, no contexto tecnológico, torne-se um caminho para a superação das desigualdades sociais e para formação e a inserção adequada do sujeito a uma sociedade permeada pela tecnologia (MISKULIN, 2003, p. 226).

Assim, a matemática deve ser mediada por metodologias que propiciem ao estudante um ensino que tenha sentido e estabeleça relações com os seus significados e valores. A utilização da tecnologia em sala de aula, como um recurso metodológico, deve visar a construção do conhecimento.

Ainda para Miskulin (2003, p. 227) “a exploração dos recursos tecnológicos implica na construção de um saber matemático significativo”. Essa exploração deveria ser uma condição obrigatória para a política educacional, um desafio para os professores e um incentivo para os estudantes (MISKULIN, 2003).

De acordo com Borba e Penteado (2012) pesquisas realizadas pelo GPIMEM⁶ apontam que trabalhar com as mídias, em especial, o computador, possibilita novas perspectivas para a profissão docente. Para esses autores, deve-se ficar claro que uma mídia não elimina outra, ou seja, a tecnologia não acabará com a oralidade ou a escrita, nem a simulação terminará com as demonstrações em matemática, ou o quadro e giz não serão mais necessários. Isso significa que não se deve abandonar as outras tecnologias, e sim avaliar o que se quer enfatizar e qual recurso tecnológico será mais adequado para tal propósito. Por isso, os referidos autores destacam que o trabalho do educador matemático, “deve ser o de ver como a matemática se constitui quando novos atores⁷ se fazem presentes em sua investigação” (BORBA; PENTEADO, 2012, p. 49). Por exemplo, a utilização de *software* proporciona maior número de experimentos do que apenas o uso da tecnologia lápis e papel. Em seus estudos, Borba e Penteado (2012) apontam que atividades no computador facilitam a modelagem de alguns conteúdos, como por exemplo, o ensino de funções.

O uso dos recursos tecnológicos no ensino da matemática enfatiza um aspecto fundamental da disciplina, a experimentação. O computador, a

⁶ Grupo de Pesquisa em Informática outras Mídias e Educação Matemática.

⁷ Computador, calculadora gráfica, etc.

calculadora gráfica e os *softwares* permitem que o estudante faça experimentos semelhantes ao que realizam nas aulas de laboratório de física ou de biologia (BORBA; PENTEADO, 2012). Também chamam atenção em relação ao uso do computador no contexto escolar.

Aula expositiva, seguida de exemplos no computador, parece ser uma maneira de domesticar essa mídia. A forma de evitar isso seria a escolha de propostas pedagógicas que enfatizam a experimentação, visualização, simulação, comunicação eletrônica e problemas em abertos (BORBA; PENTEADO, 2012, p. 88).

De acordo com Borba e Penteado (2012) propostas que atendem a esses requisitos estariam em sinergia com a tecnologia, além disso, a construção do conhecimento deve ser mediada pelo coletivo composto por humanos e mídias, ou seja, o conhecimento não está focado no agente humano e sim em uma unidade formada por seres humanos e de mídias.

A matemática pode ser considerada uma das áreas rica em representações simbólicas, pois usa símbolos para representar, por exemplo, números, equações, operações, variáveis e funções, e relações geométricas. O computador no ensino dessa disciplina oferece uma oportunidade relevante para que os estudantes compreendam os símbolos e sua relação com situações, pois é capaz de lidar com múltiplas representações ao mesmo tempo (CARRAHER, 1995).

O uso de representações para compreensão dos objetos matemáticos é essencial para que sejam criadas representações mentais desses objetos, assim pode-se considerar que a visualização é indispensável para a aprendizagem matemática. “Associado com a visualização está a experimentação. Quando é possível visualizar, também é possível manipular, modificar, alterar, imaginar situações, realizar testes” (LIMA, 2010, p.28).

Desse modo, as tecnologias podem colaborar com a aprendizagem matemática, pois elas proporcionam visualizações e experimentações diferentes do lápis e papel. Nesse sentido Carraher (1995) destaca, por exemplo, um estudo realizado com o *software* “Garrafas”⁸ que faz a simulação do enchimento de uma garrafa com água que sai de uma torneira em fluxo constante. O *software* faz a representação física, bem como sua expressão por meio de gráficos. Os estudantes

⁸ *Software* do Shell Centre for Mathematics Education, da Universidade de Nottingham, Inglaterra.

visualizam este processo, e também a construção do gráfico do nível de água em função do tempo.

Zulatto (2002) investigou os professores de matemática que utilizavam os *softwares* de geometria dinâmica em suas aulas. Fez uso de entrevistas para conhecer as perspectivas desses professores. Os resultados apontaram que o dinamismo dos *softwares* possibilitava a construção de figuras geométricas, além disso, a realização de atividades investigativas, a exploração e visualização de propriedades motivavam os estudantes.

Leite (2006) também investigou como a mediação do professor junto aos estudantes pode influenciar na aprendizagem de conceitos matemáticos ao utilizar um *software* educativo. Os resultados apontaram que o uso do *software* pode proporcionar situações em que a mediação do professor esteja voltada para os aspectos de conteúdo e não em aspectos técnicos como orientação para o uso do programa.

Ainda nessa perspectiva, destaca-se o trabalho de Faria (2012) que investigou contribuições da exploração de padrões Fractais em um *software* de geometria dinâmica para o processo de generalização de conteúdos matemáticos. A pesquisa foi realizada com estudantes do primeiro ano do ensino médio. De acordo com os resultados:

O trabalho com padrões Fractais pode contribuir com o processo de generalização de conteúdos matemáticos por possuírem características que possibilitam a exploração de diversos conteúdos matemáticos e, nesse processo, de maneira intrínseca, tomam parte propriedades dos fractais que constituem um padrão, entre os quais destaco a autossimilaridade e a complexidade infinita (FARIA, 2012, p.6).

Duval (2013) também destaca a relevância dos *softwares* em relação à visualização, simulação e modelagem. Para o autor,

De um ponto de vista cognitivo, os softwares trazem três grandes inovações. A mais fascinante é o poder de visualização que eles oferecem em todas as áreas. A segunda é que eles constituem um meio de transformações de todas as representações produzidas na tela. Em outras palavras, eles não são somente um instrumento de cálculo cuja potência cresce de modo ilimitado, mas eles cumprem uma função de simulação e de modelagem que ultrapassa tudo o que podemos imaginar “mentalmente” ou realizar de modo gráfico-manual. Enfim, a produção pelos computadores é quase imediata: um clique, e isto é obtido sobre a tela! É esta tripla inovação do ponto de vista cognitivo que gera o interesse e os benefícios pedagógicos dos ambientes informatizados no ensino de matemática (DUVAL, 2013, p.32).

Diante do que foi exposto, o uso dos recursos tecnológicos pode apresentar contribuições para a educação. Porém, o simples fato de tê-los não significa que ocorrerá estímulo para a aprendizagem. Por exemplo, o sucesso de um *software* em promover a aprendizagem está relacionado com a integração do mesmo ao currículo e atividades de sala de aula (CARRAHER, 1995).

O quadro abaixo apresenta algumas vantagens da utilização de *softwares* com o auxílio do computador.

Quadro 1 - Vantagens da realização de atividades com o uso do computador

Representações conjugadas	A situação simulada e sua representação são dinamicamente conjugadas. O estudante pode notar a correspondência entre a situação real e a representação simbólica da mesma.
Lupa conceitual	Certas propriedades são ampliadas, destacadas, de uma maneira que não seria possível na realidade.
Precisão experimental	Numa situação real, não seria possível manter controle total acerca do experimento. No computador, é possível interromper a experiência para discutir o que está acontecendo.
Delegação de atividades de rotina ao computador	Numa atividade de sala de aula, muito tempo pode ser despendido para coleta de dados bem como na transferência dos dados. Porém, é possível em uma aula, com o auxílio do computador, investigar o experimento, bem como o seu resultado.
Modalidades especiais	O mesmo programa pode ser usado para trabalhar com várias atividades. Basta que o professor conheça as potencialidades do <i>software</i> .

Fonte: Adaptado de Carraher (1995)

Nesse sentido, para explorar as potencialidades da tecnologia é essencial uma pedagogia apoiada na experimentação, capaz de propiciar aos estudantes a oportunidade para investigar, testar, levantar hipóteses, para então teorizar e generalizar.

A seguir será apresentado o recurso digital, na forma de Objetos de Aprendizagem (OA), bem como pesquisas que discutem a sua utilização no ensino e aprendizagem da matemática.

1.5 OBJETOS DE APRENDIZAGEM

Atualmente uma das abordagens que vem se destacando no meio educacional é o uso das tecnologias tais como, computador e internet. No ensino da

matemática, esses recursos permitem visualizar situações do mundo real, por meio de simulações.

Assim, vários materiais didáticos digitais estão sendo utilizados; um desses materiais são os Objetos de Aprendizagem (OA). Esses 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 OA, 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.

No ensino da matemática, várias pesquisas (LEITE, 2006; FREIRE, 2007; CASTRO-FILHO, 2007; CASTRO-FILHO et al, 2008; MACEDO, 2009; FIOREZE, 2010) foram realizadas no sentido de avaliar as contribuições de OA no ensino e aprendizagem dessa disciplina.

No estudo realizado por Castro-Filho et al, (2008) os estudantes utilizaram um OA que simula uma balança de dois pratos e também manipularam uma balança de dois pratos. Foi evidenciado que na resolução de problemas com a balança de dois pratos, foram identificadas três estratégias, enquanto na utilização do OA foram identificadas seis. Foi observado que todas as estratégias utilizadas na balança concreta envolviam uma estimativa, o que não acontecia com o uso do OA. Isso se deve ao fato de que na balança de dois pratos o estudante pode estimar o peso com a mão, o que não pode ser evidenciado com o uso do computador. Nesse sentido, o raciocínio utilizado pelo estudante ao manipular o OA está mais próximo

do algébrico, enquanto que estimar valores se aproxima mais de um raciocínio numérico.

Leite (2006) também investigou como a mediação do professor junto aos estudantes pode influenciar na aprendizagem de conceitos matemáticos ao utilizar um *software* educativo, na forma de um OA. Os resultados apontaram que o OA utilizado pode proporcionar situações em que a mediação do professor esteja voltada para os aspectos de conteúdo e não em aspectos técnicos como orientação para o uso do programa. Além disso, foi evidenciado neste estudo que as estratégias de resolução durante as atividades no OA propiciam a construção do pensamento abstrato e conceitos algébricos.

Nessa perspectiva, Fioreze (2010) utilizou-se de materiais manipuláveis, planilhas eletrônicas, vídeos, *softwares* educacionais e OA para trabalhar o conceito de proporcionalidade. Nesta pesquisa, foi evidenciada a necessidade de uma preparação do professor para trabalhar com os recursos tecnológicos, bem como o de valorizar o papel do estudante neste processo, e de entender os processos cognitivos pelos quais o mesmo enfrenta na construção dos conceitos. Ao planejar situações didáticas é importante favorecer a articulação dos vários conceitos, e o computador mostrou-se uma ferramenta em potencial para que o estudante percebesse essas inter-relações.

De acordo com essas pesquisas, o uso de recursos digitais na forma de OA pode favorecer a aprendizagem, mas há que se considerar o papel do professor para trabalhar com esses recursos. Desta forma, o professor deve explorar o OA para planejar suas aulas de maneira que possa desenvolver atividades que levem o estudante a refletir a respeito do conteúdo que está sendo estudado.

Nesta pesquisa, como as citadas, se fará uso de um Objeto de Aprendizagem. A sua utilização também está relacionada com os Registros de Representação Semióticas.

A finalidade de um OA 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.

O quadro apresenta as vantagens de utilização de Objetos de Aprendizagem:

Quadro 2 - Vantagens da utilização de OA

Reutilização	Os OA são bastante flexíveis. Eles foram projetados para serem reutilizados em outras disciplinas. Esta reutilização se traduz em economia para a escola.
Praticidade	Os OA estão disponíveis na Web e podem ser acessados de qualquer computador, desde que, esteja conectado à internet. Não é necessário instalar um OA no computador e o professor não precisa ter conhecimento técnico especializado.
Durabilidade	Permite continuar usando recursos educacionais mesmo quando a base tecnológica é alterada, sem que seja necessário, reprojetado ou recodificação.
Interoperabilidade	É a capacidade que o OA possui de operar em conjunto com vários <i>softwares</i> de fabricantes diferentes sem apresentar conflitos. Poder usá-lo em qualquer plataforma de ensino, em todo o mundo, é um fator relevante que se destaca em relação às vantagens destes objetos.
Facilidade para Atualização	A atualização dos OA, mesmo em tempo real, é relativamente simples, basta que, todos os dados relativos a este objeto estejam em um mesmo banco de informações chamado de Repositório de Objetos de Aprendizagem ⁹ .
Indexação e Procura	A padronização dos OA e a utilização de assinaturas digitais tendem a criar uma maior facilidade de indexação e procura de objetos de aprendizagem. Isto é importante para o professor que precisa encontrar na Web um OA para completar seu conteúdo programático.

Fonte: Adaptado de Macedo (2009).

Para Macedo (2009) essas vantagens apontam que o uso de OA pode ajudar a melhorar a qualidade do ensino, pois “proporcionam aos professores e alunos o acesso às ferramentas interativas capazes de modificar a forma de busca e apreensão do conhecimento” (MACEDO 2009 p.40).

Porém a utilização dos recursos tecnológicos por si só não vai trazer mudanças significativas no âmbito educacional, por isso o professor, que é um dos agentes transformadores da educação, precisa refletir a respeito dos objetivos que pretende atingir ao usar estes recursos. Macedo (2009) ainda destaca que em relação à escolha dos OA, o professor precisa tomar alguns cuidados, tais como:

- Deve haver relação entre o OA escolhido e a atividade que o professor pretende desenvolver com os estudantes;
- O OA não deve ter a pretensão de substituir o professor nem de cobrir determinado conteúdo por completo;

⁹ Espécie de biblioteca digital ou banco de dados que armazena objetos de aprendizagem.

- Os OA estão fundamentados em diferentes concepções de aprendizagem. Almeja-se que o professor saiba avaliar, pedagogicamente, o objeto de aprendizagem;
- Os OA 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 OA. 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).

Os recursos digitais, na forma de OA, estão sendo construídos com a finalidade de contribuir com os processos de ensino e aprendizagem, além de proporcionar o incentivo do uso das tecnologias nas escolas.

Neste capítulo foram apresentados pesquisadores que são favoráveis ao uso das tecnologias no contexto escolar, desde que a sua utilização esteja em consonância com ações voltadas para o pedagógico e com a construção de conhecimento. Também foram destacadas pesquisas que evidenciaram contribuições quanto à utilização dos recursos tecnológicos no contexto escolar. Diante disso, o aporte teórico apresentado mostra-se relevante para pesquisa, já que a mesma fará uso das tecnologias, em especial, Objetos de Aprendizagem (OA).

No próximo capítulo será apresentado o aporte teórico que fundamentará a pesquisa no que diz respeito aos registros de representação semiótica.

2 REGISTROS DE REPRESENTAÇÃO SEMIÓTICA NA EDUCAÇÃO MATEMÁTICA

Para fundamentar os registros de representação semiótica, será abordado o estudo da semiótica segundo filósofo e psicólogo Raymond Duval. Seus estudos relativos à Psicologia Cognitiva têm contribuído para as pesquisas em Educação Matemática. No Brasil, pesquisas têm sido realizadas utilizando-se desse referencial teórico.

Segundo Duval (2009), a atividade cognitiva desenvolvida pela matemática não está nos conceitos. Ela se diferencia do trabalho de um botânico ou de um físico em seu laboratório, ou seja, os objetos matemáticos não são diretamente perceptíveis ou observáveis com o uso de instrumentos. Eles necessitam de uma representação semiótica. As representações não são necessárias apenas para fins de comunicação, elas são essenciais à atividade cognitiva do pensamento. Para o autor “não há conhecimento que não possa ser mobilizado por um sujeito sem uma atividade de representação” (DUVAL, 2009, p. 29). No ensino da matemática para compreender a sua linguagem deve-se recorrer ao estudo das representações.

Assim, este estudo utilizou a teoria dos Registros de Representação Semiótica (RRS) de Raymond Duval para identificar indícios de tais registros nas tarefas efetuadas pelos estudantes.

De acordo com Duval, 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). Destaca também que para a compreensão da Matemática é necessário uma abordagem cognitiva. Esta abordagem procura descrever os processos de aquisição de conhecimentos que propiciem ao estudante compreender, efetuar e controlar, ele próprio, a variedade dos procedimentos matemáticos que lhe são propostos em situação de ensino. O autor ainda 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 estudo dos RRS, segundo Duval, possibilita ao estudante compreender que um objeto possui várias formas, além de poder escolher uma representação que seja mais econômica para a resolução de uma situação

problema, ou seja, de escolher a forma mais fácil e simples de operar uma dada representação de um objeto matemático.

Assim, diante da diversidade de sistemas semióticos, se faz necessária a distinção entre objeto e sua representação. Há duas atividades cognitivas existentes entre objeto e sua representação. Uma está relacionada à representação do objeto matemático e outra, ao próprio objeto. É a *semiósis* e a *noésis*. A primeira diz respeito à apreensão ou à produção de uma representação semiótica e a segunda, aos atos cognitivos ligados à apreensão conceitual de um objeto.

Para que ocorra a apreensão de um objeto matemático, é necessário que a *noésis* (conceitualização) ocorra através de significativas *semiósis* (representações). A apreensão conceitual dos objetos matemáticos somente será possível com a coordenação, pelo sujeito que apreende, de vários registros de representação (DAMM, 2012, p. 177).

Para Duval (2009) não existe *noésis* sem *semiósis*. A *noésis*, enquanto construção mental, não é independente das representações semióticas. Pode-se dizer então, que quanto maior for a capacidade de mobilizar vários registros de representação do mesmo objeto matemático, maior será a possibilidade de entendimento desse objeto.

Um sistema semiótico é um conjunto de signos que possui finalidade de se comunicar e dar significado. O signo, segundo Santaella (2012), é um substituto ou representante de um objeto. O signo não é o objeto, ele não representa o objeto em sua totalidade, mas cria a ideia de um equivalente. Assim, 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, diferentes registros de representação, (DAMM, 2012), que abrangem sistemas semióticos diferentes.

Em seus estudos Duval (2009) apresenta três tipos de representação:

- Representação mental: as representações mentais são internas e têm uma função de objetivação, são representações que tratam de um conjunto de imagens e concepções que o sujeito tem acerca de um objeto ou a respeito daquilo que está associado ao objeto. Referem-se às ideias, às crenças, às explicações do indivíduo em relação a determinados fenômenos. Por exemplo, as fantasias acerca da água, do fogo, do ar, são oriundas das representações mentais (DAMM, 2012);
- Representação computacional: são representações internas e não conscientes do sujeito. Executa tarefas automaticamente, sem pensar em todas as etapas necessárias para sua realização. Por exemplo, os algoritmos das operações, o sujeito pode resolver vários exercícios deles, sem saber o significado operatório dos mesmos (DAMM, 2012);
- Representação semiótica: são representações externas e conscientes do sujeito. As representações semióticas se caracterizam pelas produções por meio da utilização de signos pertencentes a um sistema de representação. Há uma grande diversidade de representações semióticas como: figuras, esquemas, gráficos, expressões simbólicas, expressões linguísticas (DUVAL, 2009). Para o autor, as representações semióticas, por serem externas, desempenham tanto a função de comunicação quanto funções cognitivas como: a função de objetivação e de tratamento dos objetos matemáticos, ou seja, por meio das representações semióticas um sujeito exterioriza, comunica e objetiva seu pensamento. A teoria dos RRS visa a importância do registro, linguagem ou sistemas de signos, no qual o conhecimento matemático é representado. Essa representação do objeto matemático pode se dar por meio de vários registros,

tais como: a língua natural, a numérica, a da álgebra, dos gráficos, da figurar.

Duval (2009) ainda observa a dualidade das representações semióticas, a forma (o representante) e conteúdo (o representado). Para esse autor, o tratamento dos conhecimentos depende da forma e não do conteúdo envolvido. Como há diversos registros de representação para o mesmo objeto matemático, a forma muda segundo o sistema semiótico utilizado. Por exemplo, a tabela, a expressão algébrica, o gráfico são representantes, e a função, representado.

Diante da grande diversidade de representações utilizadas em matemática, Duval (2010) introduz a ideia de registros de representação para designar tais representações semióticas e ressalta que existem dois tipos de registros com representação discursiva e não discursiva, conforme o quadro abaixo:

Quadro 3 - Diferentes tipos de registros mobilizáveis no funcionamento matemático

	REPRESENTAÇÃO DISCURSIVA	REPRESENTAÇÃO NÃO DISCURSIVA
REGISTROS MULTIFUNCIONAIS Os tratamentos não são algoritmizáveis	Língua Natural Associações verbais (conceituais) Forma de raciocinar: • argumentação a partir de observações, de crenças; • dedução válida a partir de definição ou de teoremas.	Figuras geométricas planas ou em perspectivas (configurações em dimensão 0, 1, 2 ou 3). • apreensão operatória e não somente perceptiva; • construção com instrumentos.
REGISTROS MONOFUNCIONAIS Os tratamentos são principalmente algoritmos	Sistemas de escritas: • numéricas (binária, decimal, fracionária...); • algébricas; • simbólicas (línguas formais). Cálculo	Gráficos cartesianos. • mudanças de sistemas de coordenadas; • interpolação, extrapolação.

Fonte: Duval (2010, p.14)

Os registros multifuncionais são aqueles em que não se utilizam os algoritmos, e os registros monofuncionais são aqueles em que se utilizam os algoritmos. Os registros de representação semiótica identificados, como multifuncionais, são os que envolvem a língua natural, associações verbais e forma de raciocinar em uma forma de representação discursiva e, as figuras geométricas em uma forma de representação não discursiva. Os registros monofuncionais são os que envolvem as escritas numéricas, algébricas e simbólicas além do cálculo na representação discursiva e as representações gráficas como representação não discursiva. Ou seja, para cada um dos registros monofuncionais e multifuncionais há

um novo agrupamento de registros: a representação discursiva e a representação não discursiva.

Devido à diversidade de registros de representação utilizada na matemática, conforme apresentado no quadro, Duval (2009) determina os graus de liberdade em que um sujeito pode dispor para objetivar uma ideia por meio das representações semióticas. Estas diferentemente das representações mentais, são externas, conscientes e desempenham um papel fundamental no processo de objetivação do pensamento por meio da escrita.

Para o autor, a apreensão do objeto matemático só ocorre quando o estudante mobiliza pelo menos dois registros de representação semiótica. Porém, a conceitualização (noésis) só será atingida quando o mesmo for capaz de coordenar os diferentes registros de representação de um determinado conceito.

Além dos registros citados, Duval (2009) chama atenção acerca de três atividades cognitivas fundamentais para que um sistema semiótico possa ser um registro de representação: a formação de uma representação identificável, o tratamento e a conversão. A formação de uma representação identificável ocorre quando a partir de um registro de representação é possível saber qual o objeto matemático que está sendo representado. Pode ser estabelecida por meio de um enunciado compreensível numa determinada língua natural, na composição de um texto, no desenho de uma figura geométrica, na escrita de uma fórmula, de um gráfico. O tratamento é a transformação de uma representação dentro de um mesmo registro. Desta forma, o estudante precisa conhecer as regras de tratamento próprias a cada registro para realizá-los (DUVAL, 2009). “A conversão de uma representação trata-se da transformação de um registro para outro registro, conservando a totalidade ou uma parte do objeto matemático em questão” (DAMM, 2012, p. 180).

Segundo Duval (2010) para analisar atividades matemáticas, do ponto de vista de ensino e de aprendizagem, é necessário realizar uma abordagem cognitiva acerca dos dois tipos de transformações de representações: os tratamentos e as 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, sua natureza e o número de tratamentos variam de um registro para outro. Por exemplo, a resolução de uma equação algébrica sem sair do registro algébrico.

$$3(2x - 1) = 2x + 5$$

$$6x - 3 = 2x + 5$$

$$6x - 2x = 5 + 3$$

$$4x = 8$$

$$x = 2$$

Durante a resolução da equação algébrica, as equações obtidas em cada fase são equivalentes entre si, o registro algébrico é mantido, no entanto, a representação inicial sofreu modificações até chegar à solução da equação.

Ressaltando que os tratamentos estão relacionados à forma e não ao conteúdo do objeto matemático, podemos citar outro exemplo: a adição dos números racionais,

$0,25 + 0,25 = 0,5$ (representação decimal, envolvendo um tratamento decimal); $1/4 + 1/4 = 1/2$ (representação fracionária, envolvendo um tratamento fracionário). Esses dois registros de representação possuem graus de dificuldades (custo cognitivo diferente) para quem aprende, e este é um dos problemas que o educador precisa enfrentar na hora de ensinar, tendo presente que trabalha sempre o mesmo objeto matemático (números/operações), porém, o registro de representação utilizado exige tratamento muito diferente, que precisa ser entendido, construído e estabelecidas relações para seu uso (DAMM, 2012, p.180).

Assim, para realizar tratamentos, o estudante precisa conhecer as regras de tratamento próprias a cada registro, pois, cada um possui uma significação operatória diferente. Representações diferentes envolvem tratamentos diferentes para o mesmo objeto matemático. De acordo com o exemplo anterior, operar com decimais tem regras próprias, diferentes da operação com frações.

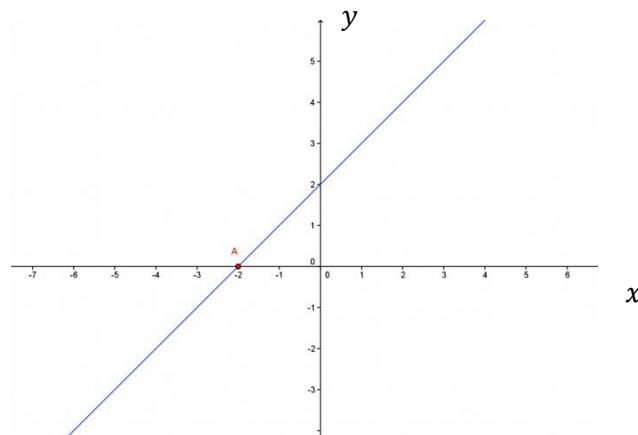
A conversão é uma transformação externa em relação ao registro da representação inicial, ou seja, converter é transformar a representação de um objeto

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”. Por exemplo, a conversão de uma equação em língua natural para a linguagem algébrica.¹⁰

“José tem certa quantia em reais e seu irmão João tem 320 reais a mais. Se os dois juntos têm 1610 reais, quanto é que José tem?”

$$x + (x + 320) = 1610$$

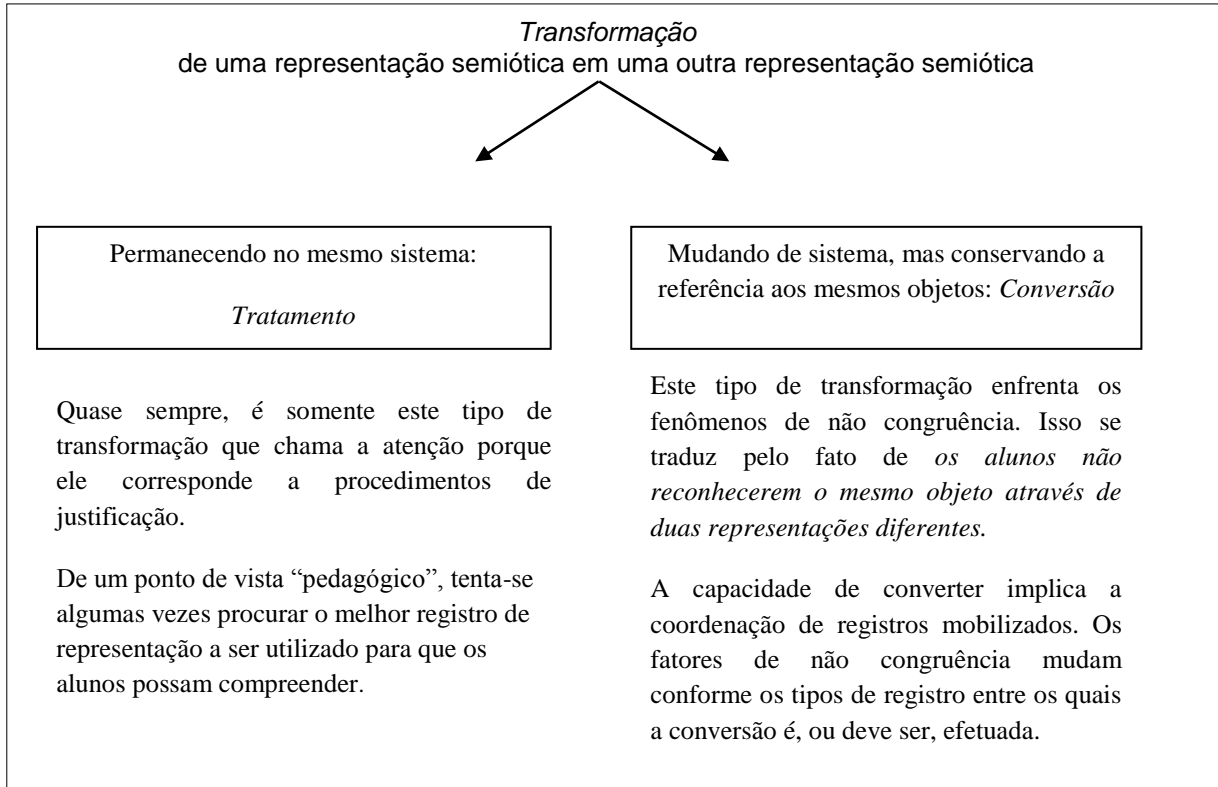
Ou ainda, a representação algébrica da função afim $y = x + 2$ para a representação gráfica para, por exemplo, identificar a raiz da função.



O quadro a seguir sintetiza a distinção entre tratamento e conversão para a análise do funcionamento cognitivo da compreensão dos dois tipos diferentes de transformação de representações semióticas.

¹⁰ Exemplo extraído do livro Tempo de Matemática – 6ª série.

Quadro 4 - Distinção dos dois tipos diferentes de transformação de representação semiótica



Fonte: Duval (2010, p.15).

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. “Porque 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).

A conversão é tida como fundamental no trabalho com representações semióticas, por isso, não pode ser confundida com o tratamento. Como foi apresentado, o tratamento ocorre internamente ao registro, e a conversão se dá entre os registros.

Pesquisas estão sendo realizadas com o intuito de contribuir com essa teoria (DOMINONI, 2005; SAMPAIO & SANTANA, 2013; SANTANA & SILVA, 2013). Pode-se citar a pesquisa realizada por Dominoni (2005), que teve como objetivo introduzir o conceito de Função Exponencial com estudantes da primeira série do ensino médio. Procurou investigar se o desenvolvimento da capacidade de realizar tratamentos, conversões e coordenações entre os diferentes registros

contribuíam para a aquisição desse conceito. Um dos resultados apontados foi em relação às conversões e coordenações entre registros, que para o estudante, não ocorrem de forma espontânea, por isso, o professor precisa criar situações que proporcionem a eles a oportunidade de fazê-las, pois esta ausência de coordenação entre os diferentes registros impede que o estudante tenha uma visão global do objeto que está sendo estudado.

Sampaio e Santana (2013) investigaram a compreensão do conceito de Fração de graduandos do curso de Pedagogia da Universidade Estadual do Ceará, que se qualificam para atuar como professores nas séries iniciais do Ensino Fundamental. Para tanto, foi aplicado um teste com questões para compreender os registros de representação por eles utilizados, bem como as conversões propostas. Foi evidenciado na pesquisa que os graduandos optaram por apenas um tipo de representação, o que limita a formação de um trabalho pedagógico efetivo. A utilização de um único tipo de registro não conduz a uma aprendizagem efetiva de conceitos, mas apenas à percepção dos mesmos. Outra constatação se diz respeito ao conceito de Fração trazido pelos graduandos que foi considerado limitado, ou seja, aqueles que apresentaram uma conceituação mais elaborada se prenderam à noção de parte e todo, não considerando outras possíveis significações, como medida, quociente, operador e número.

A pesquisa realizada por Santana e Silva (2013) também teve como foco professoras que atuam nas séries iniciais do Ensino Fundamental. A finalidade da pesquisa foi investigar a elaboração conceitual dessas professoras em relação a conceitos de geometria, tais como: reconhecimento figural, identificação das propriedades de configuração e reconfiguração, conceito e cálculo de perímetro e áreas de figuras planas. Os resultados apontaram que as professoras apresentaram lacunas referentes aos conteúdos geométricos que são tratados no currículo dos anos iniciais. Além disso, nas resoluções das atividades, a ênfase foi dada a um único registro de representação.

As pesquisas apontadas procuraram enfatizar a relevância de perceber que as múltiplas representações do objeto matemático¹¹ em estudo, bem como a conversão e a coordenação entre eles não são tão exploradas nas atividades matemáticas em sala de aula, isso leva a uma compreensão fragmentada

¹¹ Um conteúdo ou um conceito em matemática, por exemplo, o estudo das funções.

do objeto matemático e não a uma compreensão mais abrangente desse objeto. Por isso, a necessidade de atividades que promovam a articulação entre as diversas representações do mesmo objeto matemático.

Segundo Duval (2010) a aprendizagem matemática, do ponto de vista cognitivo, requer a diversificação de registros de representação, a diferenciação entre representante e representado e a coordenação desses diferentes registros. Isso porque “a compreensão em matemática supõe a coordenação de ao menos dois registros de representações semióticas” (DUVAL, 2010, p.15).

No entanto, no ensino da matemática, na maioria das vezes, são considerados apenas as atividades cognitivas de formação de representação e os tratamentos exigidos em cada representação:

[...] o que garante a apreensão do objeto matemático, a conceitualização, não é a determinação de representações ou as várias representações possíveis de um mesmo objeto matemático, mas sim a coordenação entre esses vários registros de representação. [...] Nesse sentido, torna-se importante entender a coordenação dos registros de representação, ou seja, a *noésis*: como o sujeito, tendo se apropriado de vários registros de representação, consegue coordená-los e, principalmente, através dessa coordenação, estabelecer uma apreensão do objeto matemático envolvido (DAMM, 2012, p. 182).

Assim, a conceitualização, a aquisição de conhecimentos, só acontece quando o estudante consegue passar naturalmente por diferentes registros. Para que isso ocorra, o professor tem que ter claro o objeto matemático a ser ensinado para poder definir quais os registros de representação semiótica possibilitarão a construção do mesmo (DAMM, 2012).

Duval (2009) afirma que a coordenação de diferentes registros de representação semiótica é importante para a aprendizagem matemática por três razões:

- Economia de tratamento: relacionada aos vários tipos de registros, têm por objetivo realizar tratamentos de forma mais econômica e eficaz. Por exemplo, se compreendemos que $0,5 = \frac{1}{2}$ podemos escolher uma ou outra representação para operar.

- Complementaridade dos registros: diz respeito às possibilidades próprias de cada sistema semiótico. A natureza do registro semiótico que é escolhido para representar um conteúdo (objeto, conceito ou situação) impõe uma seleção de elementos significativos ou informacionais do conteúdo que representa. Por exemplo, os gráficos, as tabelas, e as equações são registros parciais das funções. Por isso, trabalhar com os vários tipos de representações, estabelecendo relações entre si, é necessário para a apreensão do conceito.
- Conceitualização: implica coordenação de registros de representação, essa é a condição fundamental à compreensão. Porém, essa coordenação não é tão fácil de ser obtida. Converter uma representação, ou seja, mudar a forma de representação ou de registro se torna uma operação difícil e, às vezes, impossível para muitos estudantes. “Tudo se passa como se a compreensão que a grande maioria dos estudantes tem de um conteúdo estivesse limitada à forma de representação utilizada” (DAMM, 2012, p. 185), ou seja, a compreensão do estudante fica restrita a um único registro.

Ainda a respeito das conversões das representações, há dois tipos de fenômenos característicos: as variações de congruência e não congruência; e a heterogeneidade dos dois sentidos de conversão. O nível de congruência, ou não congruência entre dois registros de representação diferentes, diz respeito à proximidade, ou não, entre os registros de partida e de chegada.

Em relação ao primeiro fenômeno, Duval (2009) afirma que o êxito, ou não, dos estudantes nas atividades matemáticas está relacionado aos fatores de congruência e ao sentido da conversão. O autor ainda apresenta três condições essenciais para que duas representações sejam congruentes.

1. Correspondência semântica dos elementos significantes: a cada unidade significativa simples de uma das representações, pode-se

- associar uma unidade significativa elementar¹². Por exemplo, quando ocorre a congruência semântica entre os verbos do enunciado e o sentido da operação a ser efetuada (DAMM, 2010).
2. Univocidade semântica terminal: a cada unidade significativa na representação a ser convertida pode-se ter diversas unidades significantes possíveis no registro de chegada. Por exemplo, quando o registro de chegada é a língua natural (ALMOULOUD, 2007).
 3. Organização das unidades significantes: a ordem de organização das unidades significantes na representação de partida pode ser conservada, ou não, na representação de chegada.

Assim, quando são estabelecidas essas três condições ou critérios ocorre a congruência e, a passagem de uma representação à outra se faz espontaneamente. Mas quando uma dessas condições não é constatada, as representações não são congruentes e a passagem de uma representação à outra não ocorre de maneira espontânea (DUVAL, 2009).

Quanto à heterogeneidade dos sentidos de conversão, segundo o autor, há dificuldades diferenciadas e específicas entre a conversão em um sentido e no sentido contrário, o que requer situações de aprendizagem voltadas para ambos. Por exemplo, no estudo das funções é necessário mobilizar conhecimentos matemáticos que obrigatoriamente não serão necessários para a conversão da representação gráfica para a algébrica.

Para Duval (2010) a atividade de conversão destaca-se como sendo responsável pelos mecanismos que conduzem os estudantes à real compreensão dos conceitos dos objetos matemáticos, ou seja, a conversão não tem um papel essencial nos processos matemáticos de justificação ou de prova, pois tal justificativa se baseia num tratamento efetuado em um registro estabelecido. Mas do ponto de vista cognitivo, é atividade de conversão que, ao contrário, aparece como atividade de transformação representacional fundamental, aquela que conduz aos mecanismos subjacentes à compreensão nos processos de ensino e de aprendizagem da matemática.

¹² Considera-se como unidade significativa elementar toda unidade que se destaca do “léxico” de um registro (DUVAL, 2009, p.68).

Embasados à luz dessa teoria, e fazendo uso do recurso tecnológico Objetos de Aprendizagem, como estratégia de aprendizagem, pretende-se identificar os dois tipos de registro de representação semiótica: os tratamentos e as conversões nas tarefas realizadas pelos sujeitos desta pesquisa.

A seguir, será apresentada uma discussão acerca dos procedimentos metodológicos que nortearam esta pesquisa.

3 TRAJETÓRIA DA PESQUISA

Este capítulo tem como finalidade descrever os procedimentos metodológicos que orientaram as etapas da investigação, abrangendo a pergunta da pesquisa, seus objetivos, os sujeitos participantes, o OA escolhido e o modelo de pesquisa adotada.

A pesquisa foi realizada com o propósito de responder a seguinte questão: **Que registros de representação semiótica estudantes da Sala de Apoio à Aprendizagem de Matemática (SAAM) evidenciam em resoluções de tarefas após a intervenção de recursos tecnológicos, em especial, Objetos de Aprendizagem?**

Partindo da questão norteadora o objetivo geral desta pesquisa pode assim ser descrito:

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.

Além do objetivo geral da pesquisa, dois objetivos específicos foram elencados:

- Analisar possíveis contribuições do uso de OA na compreensão do objeto matemático: Equação do 1º grau;
- Averiguar se os registros de representação semiótica, os tratamentos e as conversões, são identificados nas tarefas propostas após a utilização do OA.

A seguir será apresentado o programa Sala de Apoio à Aprendizagem de Matemática e os sujeitos participantes dessa pesquisa, bem como a escolha do Objeto de Aprendizagem e a pesquisa adotada.

3.1 PROGRAMA SALA DE APOIO À APRENDIZAGEM DE MATEMÁTICA (SAAM)

O programa SAAM foi implantado nas escolas públicas do Estado do Paraná em 2004, tendo como finalidade atender os estudantes que apresentavam dificuldades de aprendizagem em matemática. Até 2010 o programa atendia

somente estudantes do 6º ano e, em 2011, o programa se estendeu para os estudantes do 9º ano. Em 2013 o programa passou a ser multisseriado, atendendo estudantes de todas as séries do ensino fundamental.

A SAAM 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 ofertadas, prioritariamente, em aulas geminadas, em dias não subsequentes, sempre tendo em vista o benefício do estudante. A SAAM deve ser organizada em turmas de no máximo 20 (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).

Na instrução nº 007/2011 - SUED/SEED são apresentadas as atribuições do professor regente e do professor da SAAM. Em linhas gerais cabe ao professor regente: diagnosticar as dificuldades referentes aos conteúdos básicos de matemática nas séries contempladas, apresentadas pelos estudantes, e fazer a indicação dos mesmos para participação do programa SAAM; participar, com a equipe pedagógica e o professor da SAAM, da definição de ações pedagógicas que possibilitem a superação das dificuldades apresentadas pelos estudantes; acompanhar o processo de aprendizagem do estudante durante e após a participação no programa; decidir, com a equipe pedagógica e os professores das SAAM, a respeito da permanência ou da liberação dos estudantes do programa; preencher as fichas de encaminhamento dos estudantes indicados para o programa.

O professor da SAAM deve: elaborar o plano de trabalho docente juntamente com a equipe pedagógica, professores regentes, de acordo com o disposto no Projeto Político Pedagógico para a disciplina de Matemática, adequados à superação das dificuldades pertinentes a cada série; organizar e disponibilizar, para o coletivo de professores regentes da turma e equipe pedagógica, pastas individuais dos estudantes (de acompanhamento dos processos de ensino e aprendizagem); comunicar, por escrito, à equipe pedagógica, as faltas consecutivas dos estudantes; decidir, com a equipe pedagógica e os professores regentes, a permanência ou a liberação dos estudantes da SAAM; elaborar materiais didático-pedagógicos considerando as necessidades de aprendizagem dos estudantes da SAAM.

Assim, a partir das informações contidas na ficha de encaminhamento do aluno, o professor da SAAM organizará o seu Plano de Trabalho Docente. Os conteúdos a serem trabalhados deverão estar em consonância com as Diretrizes Curriculares Estaduais do Paraná (DCE/PR). Os conteúdos estruturantes (Números e Álgebra, Grandezas e Medidas, Geometrias, Funções e Tratamento da Informação), que são os conhecimentos de grande amplitude, os conceitos e as práticas que identificam e organizam os campos de estudo de uma disciplina escolar, se articulam entre si e com os conteúdos específicos. Além disso, o professor da SAAM poderá utilizar uma das tendências metodológicas da Educação Matemática proposta na DCE para nortear o seu trabalho, tais como: resolução de problemas; modelagem matemática; mídias tecnológicas; etnomatemática; história da matemática e investigação matemática (PARANÁ, 2008).

3.2 SUJEITOS DA PESQUISA

A pesquisa foi realizada na Escola Estadual Afrânio Peixoto – Ensino Fundamental, no município de Abatiá – Pr. Os sujeitos foram os estudantes do 8º e 9º anos do ensino fundamental. Devido ao atendimento ser multisseriado, a escola optou por organizar as turmas da SAAM da seguinte maneira: estudantes do 6º e 7º ano compõem uma sala e estudantes do 8º e 9º ano outra sala. A pesquisadora, com a permissão da direção e dos professores regentes destas turmas (matutino e vespertino), foi à escola e convidou os estudantes do 8º e 9º anos que frequentavam o programa SAAM para participarem da pesquisa.

Como a SAAM é oferecida em contraturno, a pesquisadora realizou a investigação com estudantes do turno matutino (que frequentam a SAAM no período da tarde) e com estudantes do turno vespertino (que frequentam a SAAM no período da manhã). Participaram da pesquisa 8 (oito) estudantes do turno matutino e 6 (seis) estudantes do turno vespertino, num total de 14 (quatorze) estudantes. Dos 8 (oito) estudantes do turno matutino, 3 (três) eram do 8º ano e 5 (cinco) eram do 9º ano. Dos 6 (seis) estudantes do turno vespertino, 4 (quatro) eram do 8º ano e 2 (dois) eram do 9º ano. A pesquisadora teve o consentimento dos responsáveis por estes estudantes para divulgar os resultados obtidos assumindo o compromisso de

manter o anonimato dos participantes que se disponibilizaram em contribuir com a pesquisa.

A escolha dos estudantes do 8º ano e 9º ano está relacionada ao objeto de estudo: equação do 1º grau, pois os mesmos já tinham tido contato com este conteúdo.

3.3 A ESCOLHA DO OBJETO DE APRENDIZAGEM

Como o objeto matemático analisado relaciona-se com as equações do 1º grau optou-se por trabalhar com o OA Balança Interativa, pois usa a metáfora de uma balança de dois pratos, possibilitando aos estudantes estabelecer relações com o objeto em estudo. Destaca-se também que o OA escolhido favorece o trabalho com várias representações, foco da pesquisa, bem como propicia a aprendizagem de conceitos algébricos. Além disso, conforme discutido no capítulo 1, estudos empíricos com OA Balança Interativa (LEITE, 2006; FREIRE, 2007; MACEDO, 2009) destacam que o uso desse recurso tecnológico pode propiciar e colaborar com o ensino e aprendizagem de conceitos algébricos.

Embora, o OA Balança Interativa apresente uma interface simples, sem grandes atrativos visuais e sonoros, ele apresenta uma situação problema instigante e desafiadora que leva o estudante a desenvolver estratégias para resolvê-la (CASTRO-FILHO et al, 2007).

O OA Balança Interativa foi desenvolvido pelo Grupo de Pesquisa e Produção de Ambientes Interativos e Objetos de Aprendizagem (PROATIVA). O grupo tem como objetivo desenvolver objetos de aprendizagem, bem como realizar pesquisas acerca da utilização desses objetos na escola, como forma de melhorar o aprendizado dos conteúdos escolares (PROATIVA, 2013).

O OA Balança Interativa baseia-se na manipulação de uma balança de dois pratos na forma de um jogo. O desafio proposto ao estudante é descobrir os valores desconhecidos associados às letras. O OA apresenta desenhos de pesos com letras que representam os pesos desconhecidos e desenhos de pesos com números que representam os pesos conhecidos.

Para iniciar o jogo o estudante deverá arrastar com o *mouse*, um peso com letra (que representa o valor desconhecido da incógnita) e soltá-lo em cima de um dos pratos da balança. A seguir o estudante deverá colocar em outro

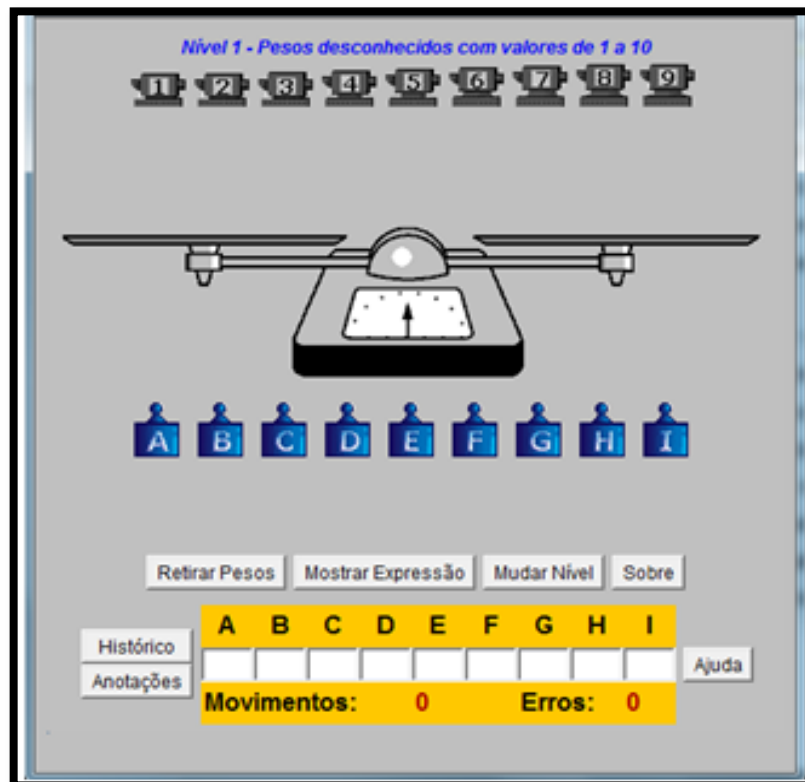
prato da balança, um peso com valor numérico. A balança fica em equilíbrio quando os pesos dos dois lados forem iguais e em desequilíbrio quando os pesos forem diferentes. Em cada prato da balança podem ser colocados, no máximo, quatro pesos. O estudante pode encontrar o valor dos pesos desconhecidos estabelecendo combinações de igualdade e desigualdade.

Freire (2007) destaca que, diferentemente de uma balança comum, os valores dos pesos desconhecidos não podem ser determinados por aproximações, já que a balança virtual apresenta apenas três estados: equilíbrio, desequilíbrio para a direita e desequilíbrio para a esquerda. Com isso, os estudantes podem elaborar diferentes estratégias de resolução em relação à utilização de uma balança real.

Macedo (2009) também aponta que ao utilizar o OA Balança Interativa (balança virtual), os resultados são mais precisos em relação aos de uma balança real, pois os objetos digitais não apresentam o inconveniente de uma balança comum que, mesmo diante de pesos iguais, os pratos podem descair para um ou outro lado.

O OA possui dez níveis. Do primeiro ao quinto nível, o OA apresenta a balança de dois pratos e os pesos virtuais, assim esses níveis podem ser chamados de 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, ele não apresenta mais a balança, existem apenas letras e números que são utilizados para manter a igualdade numa área de comparação chamada de tabuleiro, por isso 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 3 - Tela do OA Balança Interativa – Representação Icônica



Fonte: Proativa (2013).

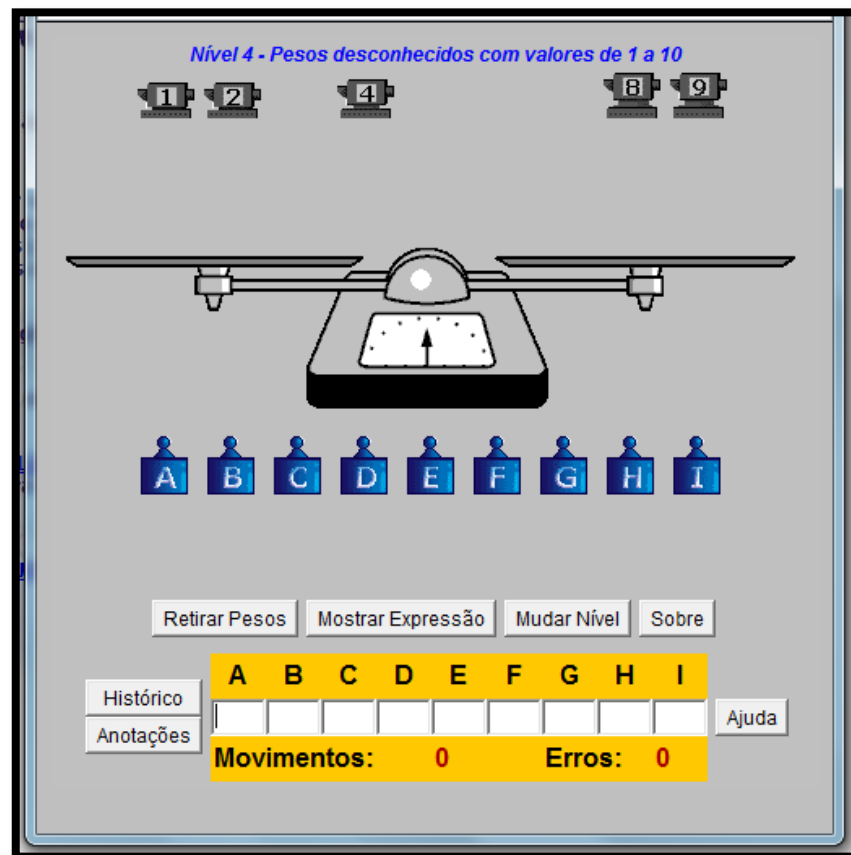
Figura 4 - Tela do OA – Nível 6 – Representação Simbólica



Fonte: Proativa (2013)

Do nível 1 ao nível 5 (representação icônica) o grau de dificuldade vai aumentando, por exemplo, na tela do nível 4, aparecerá apenas 5 (cinco) pesos conhecidos para fazer a comparação na balança virtual e descobrir o valor dos pesos desconhecidos (incógnitas).

Figura 5 - Tela do OA Balança Interativa – Nível 4



Fonte: Proativa, (2013).

Aqui o estudante não poderá usar apenas a estratégia de tentativa e erro, ele começa então a desenvolver novas estratégias para solucionar as situações propostas pelo OA. Isso acontece também do nível 6 ao nível 10 (representação simbólica), ou seja, o estudante deverá encontrar o valor das incógnitas, mas se deparará com a falta de números conhecidos. A finalidade de diminuir os pesos conhecidos em alguns níveis tem como objetivo levar o estudante descobrir novas estratégias de resolução, diferentes das situações propostas pelo OA (MACEDO, 2009).

3.4 PESQUISA ADOTADA

O referido estudo está inserido no âmbito de pesquisa qualitativa em educação matemática. Segundo D'Ambrosio (2004), este tipo de pesquisa, denominada também naturalística, tem como finalidade entender e interpretar dados e discursos a respeito do seu foco de estudo. Ela depende da relação do

observador-observado, porque o investigador frequenta os locais que naturalmente se verificam os fenômenos nos quais está interessado. De acordo com Bogdan e Biklen (1994) a pesquisa qualitativa apresenta uma natureza descritiva, na qual os pesquisadores manifestam maior interesse no processo e nos seus significados do que nos resultados ou produtos.

Assim, a presente pesquisa corresponde a uma investigação qualitativa porque os dados foram coletados em uma sala de aula, pela autora desta pesquisa, com estudantes do 8ª e 9º ano que frequentam a SAAM 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 RRS pelos estudantes. A análise tem como base os referenciais que fundamentam 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. De acordo com a autora este tipo de análise pode ser considerado como:

[...] um conjunto de técnicas de análise das comunicações visando obter, por procedimentos, sistemáticos e objetivos de descrição do conteúdo das mensagens, indicadores (quantitativos ou não) que permitam a inferência de conhecimentos relativos às condições de produção/recepção (variáveis inferidas) destas mensagens (BARDIN, 2004, p. 37).

Esse método de pesquisa não constitui apenas uma técnica de análise de dados e sim numa metodologia de pesquisa frutífera para as investigações qualitativas na área da educação. Tem como finalidade a inferência acerca do fenômeno em estudo.

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.

A pré-análise caracteriza-se pela organização e tem por objetivo sistematizar as ideias iniciais. Nesta fase, o pesquisador estabelece um primeiro contato com os dados por meio de uma leitura flutuante e procura organizar o material que será submetido à análise.

Depois disto, o pesquisador estabelece o universo a ser investigado, ou seja, seleciona os documentos que deverão fornecer informações a respeito do

tema estudado, pois vão compor o *corpus* da pesquisa. Para Bardin, o “*corpus* é o conjunto dos documentos tidos em conta para serem submetidos aos procedimentos analíticos” (2004, p. 90). Para que o conjunto de documentos a serem analisados produza resultados válidos à constituição do *corpus* requer-se escolhas, seleções e regras.

A exploração do material, muitas vezes é tida como longa e cansativa, pois “consiste essencialmente de operações de codificação, desconto ou enumeração, em função de regras previamente formuladas” (BARDIN, 2004, p. 95). Assim, a exploração do material ocorre a partir do que foi elaborado previamente, em que os dados obtidos possam ser significativos e válidos.

O tratamento dos resultados, a inferência e a interpretação, que diz respeito às principais ideias que surgiram das análises, é explicitada por meio de texto, tabelas, diagramas e figuras que resumem e destacam as informações fornecidas pelas análises. O pesquisador diante dos resultados poderá propor inferências e interpretações acerca dos objetivos previstos, bem como, estabelecer relação com o referencial teórico (BARDIN, 2004).

A autora destaca ainda a codificação, as regras de enumeração e a categorização na análise dos dados. A codificação pode ser entendida como:

[...] o processo pelo qual os dados brutos são transformados sistematicamente e agregados em unidades, as quais permitem uma descrição exata das características pertinentes do conteúdo (HOLSTI apud BARDIN, 2004, p. 97).

As unidades de registro correspondem às unidades de significação que serão analisadas e devem atender aos objetivos da análise. De natureza e dimensões variadas podem ser entendidas como segmentos do conteúdo do texto tais como: substantivos, adjetivos, verbos, advérbios, ou um tema, visando à categorização (BARDIN, 2004).

As regras de enumeração consistem no modo de contar. Elas podem ocorrer por meio da presença ou da ausência das unidades de registro ou pela frequência com que as unidades aparecem no texto.

Em relação à categorização, segundo Bardin (2004), esta pode ser compreendida como um processo de classificação de elementos que constituem um conjunto por diferenciação e reagrupamento, obedecendo critérios definidos. As

categorias são classes que reúnem sob um título um grupo de unidades de registro, em que o agrupamento é realizado em função de características comuns desses elementos.

Por meio da análise íntima do pesquisador acerca do *corpus* as categorias são criadas. A categorização é uma das etapas que corresponde ao processo analítico, que envolve as leituras e as interpretações que o pesquisador realiza do seu objeto de estudo. Ela representa uma maneira de organizar, ordenar e agrupar as unidades de análises, tendo como finalidade a formação de novas compreensões do fenômeno estudado.

Portanto, ao final da análise, pretendemos apresentar as inferências que o estudo possibilitou, no sentido de colaborar para o avanço nas pesquisas a respeito dos Objetos de Aprendizagem e dos Registros de Representação Semiótica na Educação Matemática.

4 COLETA DOS DADOS

Como foi explicitado, a pesquisa realizou-se numa escola Estadual do Paraná que atende estudantes do 6º ao 9º ano. Os estudantes que participaram desta pesquisa foram estudantes do 8º e 9º que frequentavam o programa SAAM. Como o objeto de estudo seria equação do 1º grau optou-se por trabalhar com estudantes do 8º e 9º pois, este conteúdo já havia sido estudado pelos mesmos.

A pesquisadora, por opção, resolveu desenvolver a pesquisa com os dois turnos: matutino e vespertino. Assim, foram convidados estudantes dos dois turnos.

O quadro abaixo apresenta a quantidade de salas de 8ª e 9º ano da referida escola nos turnos matutino e vespertino, pois são estudantes destes turnos que compuseram a amostra da pesquisa.

Quadro 5 - Quantidade de salas de 8º e 9º ano

Matutino	8º A; 8º B; 8º C	9º A; 9º B
Vespertino	8º D	9º C; 9º D

Fonte: a autora

No dia 25 de abril de 2013, já com o consentimento da direção e equipe pedagógica, a pesquisadora foi até a escola para conversar com os estudantes e convidá-los a participar da pesquisa. A primeira impressão que a pesquisadora teve ao entrar nas salas para conversar com os estudantes foi em relação ao estereótipo negativo pela participação do programa SAAM, pois os estudantes que participam recebem comentários desagradáveis por parte dos outros estudantes. Por isso, a pesquisadora explicou como seriam desenvolvidos os trabalhos, ou seja, que os mesmos iriam ser realizados no laboratório de informática da escola, e seria utilizado o computador e internet.

São quatro horas/aula destinadas ao programa SAAM. Nesta escola há uma SAAM no período matutino e uma no vespertino. Como no ano de 2013 o programa passou a atender os estudantes de todos os anos (6º ao 9º) a escola optou por dividir os estudantes: às terças-feiras são atendidos com duas horas/aula os estudantes do 6º e 7º ano e às quintas-feiras são atendidos com duas horas/aula os estudantes do 8º e 9º ano.

Diante disto, a pesquisadora realizou a pesquisa nas quintas-feiras da seguinte maneira:

- Matutino – 9:20 às 10:10 (uma hora/aula);
- Vespertino – 14:40 às 15:30 (uma hora/aula).

A pesquisa foi realizada no laboratório de informática que possui 20 computadores adquiridos pelo Programa Nacional de Tecnologia Educacional (PROINFO). O PROINFO é um programa educacional com o objetivo de promover o uso pedagógico da informática na rede pública de educação básica. O programa leva às escolas computadores, recursos digitais e conteúdos educacionais. Em contrapartida, estados, Distrito Federal e municípios devem garantir a estrutura adequada para receber os laboratórios e capacitar os educadores para uso das máquinas e tecnologias (BRASIL, 2013).

Participaram da pesquisa estudantes do 8º A, 8º C, 8º D, 9º A, 9º B e 9º C. Após o término das atividades no laboratório esses estudantes retornavam os seus trabalhos com a professora da SAAM.

Apresenta-se, a seguir, a identificação dos estudantes, bem como as suas idades.

Quadro 6 - Estudantes do Matutino

Série	Idade	Identificação
8º A	12	E1
8º C	12	E2
8º C	13	E3
9º A	17	E4
9º A	14	E5
9º A	14	E6
9º B	14	E7
9º B	16	E8

Fonte: a autora

Quadro 7 - Estudantes do Vespertino

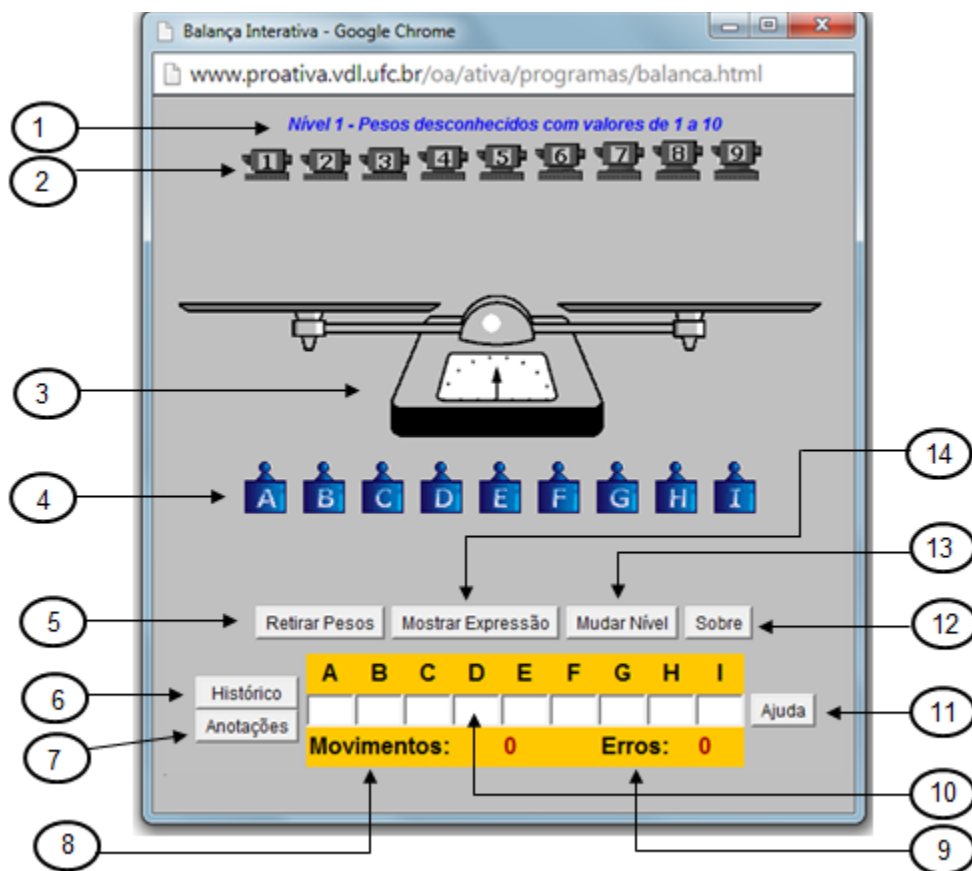
Série	Idade	Identificação
8º D	12	E9
8º D	12	E10
8º D	13	E11
8º D	12	E12
9º C	14	E13
9º C	14	E14

Fonte: a autora

Assim, foram 14 estudantes com idades entre 12 a 17 anos que participaram da pesquisa.

No dia 02 de maio de 2013, tanto no matutino como no vespertino, deu-se início às atividades. A pesquisa foi realizada no laboratório de informática da escola. Neste primeiro dia, a pesquisadora apresentou o OA Balança Interativa explicando o funcionamento do mesmo. A seguir apresenta-se a tela do OA os comandos e a descrição de suas funções.

Figura 6 - Tela do OA e suas funções – Nível 1 ao 5



Fonte: Proativa (2013).

As funções dos comandos podem assim ser descritas:

1. Indica o nível que está sendo utilizado. O estudante pode escolher um dos dez níveis para iniciar o jogo.
2. Pesos numéricos ou pesos conhecidos – a quantidade de pesos diminui de acordo com o nível que será utilizado.
3. Balança virtual utilizada para a manipulação dos pesos (representação icônica).

4. Pesos com letras ou pesos desconhecidos – representam as incógnitas a serem descobertas. Os valores não se repetem no mesmo nível de utilização (letras A - I).

5. Retira todos os pesos que estão nos pratos da balança sem a contagem de movimentos.

6. Registro de todas as tentativas feitas pelo estudante.

7. Permite que sejam feitas pequenas anotações a respeito do jogo.

8. Registra o número de movimentos efetuados pelo estudante em cada nível.

9. Registra o número de erros do estudante em cada nível.

10. Local onde são colocados os valores das incógnitas.

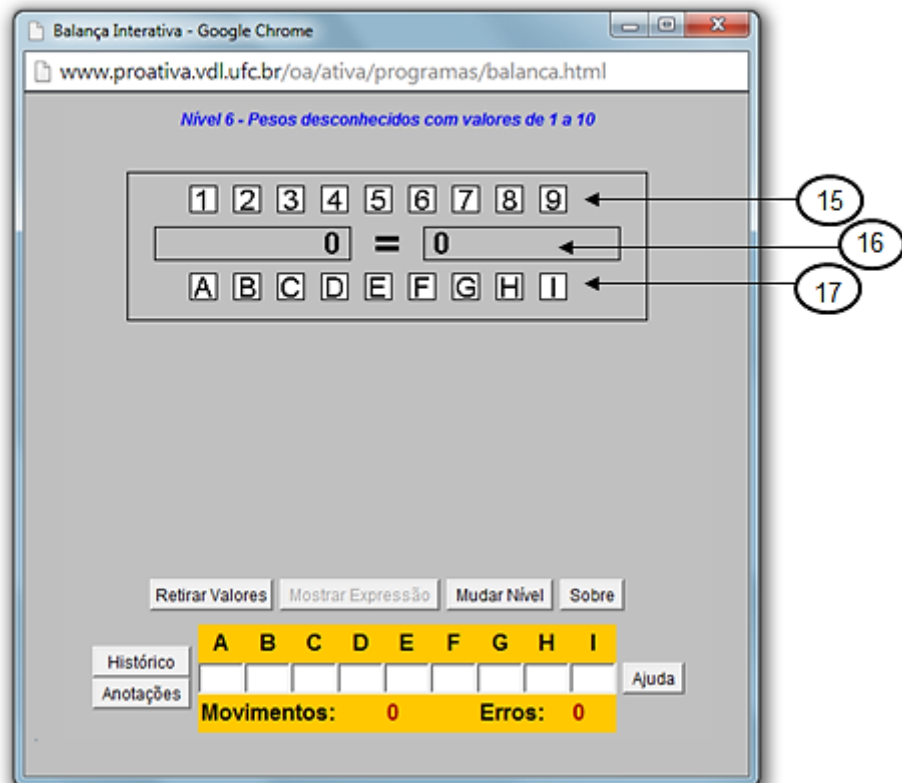
11. Notas de ajuda para orientar os estudantes acerca da utilização do OA.

12. Mostra os créditos da obra.

13. Permite que o estudante mude de nível em qualquer momento do jogo.

14. Mostra a expressão algébrica representada na balança virtual.

Figura 7 - Tela do OA e suas funções – Nível 6 ao 10



Fonte: Proativa (2013).

15. Números (representação simbólica) substituem a figura dos pesos virtuais.

16. Tabuleiro ou área de comparação onde os números são colocados. Substitui a balança virtual.

17. Letras ou incógnitas (representação simbólica). Substituem a figura dos pesos virtuais.

No total foram cinco encontros (02/05/2013 a 06/06/2013). No primeiro encontro foi apresentado o OA Balança Interativa e explicado os comandos e suas funções, bem como a finalidade do OA. A pesquisadora explicou que o objetivo a ser alcançado com a manipulação do OA era descobrir os pesos desconhecidos com um número menor de movimentos.

Assim, nos três encontros posteriores, os estudantes manipularam e resolveram todos os níveis do OA. Durante a manipulação do OA, foram surgindo dúvidas, principalmente nos níveis que faltavam alguns pesos conhecidos. Nesses momentos a pesquisadora intervia dialogando com os mesmos. Outra dificuldade apresentada foi em relação ao nível 2 (dois) e 7 (sete), porque nesses níveis os pesos desconhecidos variam de 1 (um) a 20 (vinte) e nos outros níveis a variação é de 1 (um) a 10 (dez).

Os estudantes manipularam (jogaram) duas vezes o OA; na primeira vez foi para fazer o reconhecimento e a familiarização do mesmo. Nesta primeira fase, durante os diálogos para sanar as dificuldades apresentadas pelos estudantes, a pesquisadora fazia relação do OA com as equações do 1º grau por meio de questionamentos, como por exemplo:

- *“Para encontrarmos o peso desconhecido a balança deve estar em equilíbrio, então, para encontrar o valor desconhecido em uma equação do 1º grau, a equação deve estar em equilíbrio?”*

- *“Se a balança está em equilíbrio isso significa que o valor que tiver em um dos pratos deve ter no outro prato? E na equação isso também deve acontecer? O que tem de um lado tem que ter no outro?”*

- *“O sinal de igual no nível 6 (seis) equivale ao equilíbrio da balança?”*

- *“O sinal de igual na equação do 1º grau equivale ao equilíbrio da balança?”*

- “No OA os pesos ou valores desconhecidos estão representados pelas letras A, B,C,D,E,F,G,H e I. Nas equações do 1º grau, usualmente, o valor desconhecido é representado por qual (ais) letra (as)?”

A finalidade destes questionamentos foi para que os estudantes relembassem e estabelecessem relação do OA com a equação do 1º grau. Na 2ª fase cada estudante recebeu uma ficha¹³ em que anotariam a quantidade de movimentos e erros em cada nível. Com isso, a pesquisadora teria como identificar o ganhador do jogo.

No último encontro os estudantes realizaram uma tarefa com 5 (cinco) questões. Estas questões foram discutidas no Grupo de Estudos Multidisciplinar dos Processos de Ensino e Aprendizagem (GEMPEA), na qual a pesquisadora faz parte.

As questões 1, 2, 4 e 5 constam no site do grupo PROATIVA¹⁴, porém, as questões 1, 2 e 4 foram adaptadas pela pesquisadora. A questão 3 também foi adaptada e consta no Caderno de Atividades – Matemática: Anos Finais do Ensino Fundamental.

A seguir, apresenta-se as questões trabalhadas com os participantes:

Quadro 8 - Questão 1

A balança está em equilíbrio. Um dos pratos contém um queijo e 6 quilos. O outro prato contém 11 quilos.



a) Escreva, usando a linguagem matemática, a equação que está representada na balança de dois pratos.

b) Qual o valor do peso do queijo?

Fonte: a autora

¹³ Ver em apêndice A

¹⁴ Disponível em <http://www.proativa.vdl.ufc.br/oa/ativa/resolva.html>

Esta questão é composta por duas perguntas. A primeira pergunta requer que o estudante faça uso da linguagem matemática¹⁵ para representar a situação descrita. A segunda pergunta requer que o estudante apresente a resposta do problema. O objetivo desta questão é levar o estudante a elaborar um registro de representação matemático para resolver o problema e sintetizar o seu raciocínio apresentando a resposta.

Quadro 9 - 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?

Fonte: a autora

Nesta questão, o objetivo é fazer com que o estudante interprete a situação descrita e apresente uma representação para resolvê-la, além disso, o estudante deve apresentar uma resposta para sintetizar o seu raciocínio.

Quadro 10 - 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.

a) Escreva a equação matemática que corresponde a essa situação.

b) Quanto Pedro pagou pelo MP4?

Fonte: a autora

Esta questão é composta por duas perguntas. A primeira pergunta requer que o estudante apresente a equação matemática condizente com o problema. Na segunda pergunta requer que o estudante apresente a resposta do problema. O objetivo desta questão é levar o estudante a interpretar a situação descrita e apresentar um registro de representação matemático para resolvê-la,

¹⁵ Entende-se como linguagem matemática, a tradução da linguagem natural para linguagem algébrica.

além disso, o estudante deve apresentar uma resposta para sintetizar o seu raciocínio.

Quadro 11 - Questão 4

Maria comprou uma mesa e quatro cadeiras. Sabendo que cada cadeira custou R\$ 65,00 e o valor total da compra foi de R\$ 580,00. Quanto Maria pagou pela mesa?

Fonte: a autora

Nesta questão, o objetivo é fazer com que o estudante interprete a situação descrita e apresente uma representação para resolvê-la, além disso, o estudante deve apresentar uma resposta para sintetizar o seu raciocínio.

Quadro 12 - Questão 5

Num prato de uma balança, um menino colocou 2 canetas e 5 borrachas. Elas se equilibraram com 7 lápis colocados no outro prato. Se cada lápis tem 5 gramas e cada borracha, 3 gramas. Quantas gramas têm cada caneta?

Fonte: a autora

O objetivo desta questão é levar o estudante a interpretar o problema e apresentar um modelo para resolvê-lo, além disso, o estudante deve apresentar uma resposta para sintetizar o seu raciocínio.

Optou-se por essas questões por considerar que as mesmas oportunizam aos estudantes a resolução sem a interferência do pesquisador.

Para cada estudante foram dadas três folhas grampeadas juntas, na primeira folha constava a 1ª questão, na segunda folha a 2ª e 3ª questões e na terceira folha a 4ª e 5ª questões.

Depois de recolhidas as folhas com as devidas resoluções das questões, a pesquisadora separou-as e reagrupou por número de questão para que a análise fosse realizada.

Dessa forma, foram analisados todos os registros escritos referentes à 1ª questão, depois todos os registros escritos referentes à 2ª questão e assim por diante, até a 5ª questão.

A seguir, será apresentada a constituição das unidades de registros, bem como as unidades de contexto e a análise dos dados.

5 ANÁLISE DOS DADOS

Em consonância com as fases da análise de conteúdo, doravante será apresentado como se deu a fase de exploração do material submetido às análises, bem como as unidades de registro (agrupamentos) que surgiram a partir de uma leitura flutuante dos dados e as unidades de contexto (as categorias). As unidades de registros, bem como as unidades de contexto foram emergentes.

Foi organizado um acervo composto de registros escritos referentes as cinco questões e, a partir da pré-análise, um *corpus* de 70 registros escritos.

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. Ressalta-se 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.

Optou-se 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. Para que a leitura do material a ser analisado pudesse ser mais bem compreendida foram feitos agrupamentos por questões, assim primeiramente foram analisadas os registros referentes à questão 1, depois à questão 2 e assim por diante.

As resoluções de cada questão, consideradas semelhantes, foram agrupadas e a descrição de cada grupo de resolução formaram as unidades de registro, e a cada retorno ao *corpus* da pesquisa, uma nova interpretação surgia. Dessa forma, após intensa exploração e dedicação é que as unidades de registros foram compostas, estas por sua vez, representam uma síntese dos procedimentos, estratégias usadas pelos estudantes na resolução de cada questão.

De acordo com o que foi proposto nesta pesquisa, considera-se que a manipulação do OA “Balança Interativa” pelos estudantes mostrou-se suficiente para a coleta de dados. Além disso, o aporte teórico referente às Tecnologias aos

Objetos de Aprendizagem e aos Registros de Representação Semiótica tornou possível a análise dos dados.

Apresenta-se, a seguir, as unidades de registro que emergiram dos dados observados, além dos seus significados para os registros escritos referentes as 05 (cinco) questões. Essas unidades estão em consonância com os estudos referentes aos registros de representação semiótica, pois as mesmas estabelecem relação com os tipos de tratamentos e conversões utilizados pelos estudantes.

As unidades de registros serão codificadas por URA , URB, ...,URG. A URA significa unidade de registro A; URB significa unidade de registro B e assim por diante. Ressalta-se que as unidades de registros foram apresentadas e discutidas no grupo GEMPEA e ficaram definidas como se vê a seguir.

URA. Traduziu o enunciado em linguagem natural para a linguagem numérica: nessa UR considera-se que o estudante interpretou os dados do problema e explicitou, por meio de uma expressão numérica, o seu raciocínio.

URB. Traduziu o enunciado em linguagem natural para a linguagem algébrica: nessa UR considera-se que o estudante interpretou os dados do problema e explicitou, por meio de uma equação algébrica, o seu raciocínio.

URC. Traduziu o enunciado em linguagem natural para a linguagem figural¹⁶: nessa UR considera-se que o estudante interpretou os dados do problema e explicitou, por meio de um esquema ou uma ilustração o seu raciocínio.

URD. Mobilizou operações numéricas para resolver o problema: nessa UR considera-se que o estudante realizou operações aritméticas ou o cálculo mental para resolver o problema.

URE. Mobilizou operações algébricas e numéricas para resolver o problema: nessa UR considera-se que o estudante realizou operações algébricas e aritméticas para resolver o problema.

URF. Apresentou solução e/ou resposta do problema: nessa UR considera-se que o estudante ao resolver o problema apresentou solução e/ou resposta para sintetizar a situação descrita.

¹⁶ Entende-se por linguagem figural a conversão da linguagem natural em uma ilustração, gráfico, esquema, etc (DAMM, 2012)


URG. Recorreu a um tipo de representação para organizar os dados do problema: nessa UR considera-se que o estudante fez uso de uma representação para organizar os dados do problema.

De acordo com as unidades de registros elencadas, deu-se início à discussão referente aos registros escritos apresentados nas questões. Será apresentado os registros escritos de cada questão dos estudantes.

Questão 01

A discussão referente à questão 01, os registros escritos dos estudantes E1; E2; E3; E4; E5; E6; E7; E8; E9; E10; E11; E12; E13; E14.

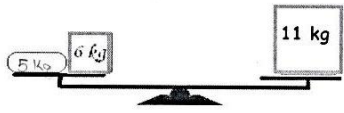
Figura 8 - Registro escrito da questão 1 do estudante E1

<p>1) A balança está em equilíbrio. Um dos pratos contém um queijo e 6 quilos. O outro prato contém 11 quilos.</p> 
<p>a) Escreva, usando a linguagem matemática, a equação que está representada na balança de dois pratos.</p> <p>$x + 6 = 11$</p>
<p>b) Qual o valor do peso do queijo?</p> <p>5</p>

Fonte: a autora

Figura 9 - Registro escrito da questão 1 do estudante E2

1) A balança está em equilíbrio. Um dos pratos contém um queijo e 6 quilos. O outro prato contém 11 quilos.



a) Escreva, usando a linguagem matemática, a equação que está representada na balança de dois pratos.

$$x + 6 = 11$$


b) Qual o valor do peso do queijo?

$$5 \text{ kg}$$

Fonte: a autora

Figura 10 - Registro escrito da questão 1 do estudante E3

1) A balança está em equilíbrio. Um dos pratos contém um queijo e 6 quilos. O outro prato contém 11 quilos.



a) Escreva, usando a linguagem matemática, a equação que está representada na balança de dois pratos.

$$x + 6 = 11$$


b) Qual o valor do peso do queijo?

$$5 + 6 = 11$$


Fonte: a autora

Figura 11 - Registro escrito da questão 1 do estudante E4

1) A balança está em equilíbrio. Um dos pratos contém um queijo e 6 quilos. O outro prato contém 11 quilos.



a) Escreva, usando a linguagem matemática, a equação que está representada na balança de dois pratos.




b) Qual o valor do peso do queijo?

O valor do queijo é 5 kg

Fonte: a autora

Figura 12 - Registro escrito da questão 1 do estudante E5

1) A balança está em equilíbrio. Um dos pratos contém um queijo e 6 quilos. O outro prato contém 11 quilos.



a) Escreva, usando a linguagem matemática, a equação que está representada na balança de dois pratos.

queijo 5 quilos + 6 quilos = 11


b) Qual o valor do peso do queijo?

R = 5 quilos

Fonte: a autora

Figura 13 - Registro escrito da questão 1 do estudante E6

1) A balança está em equilíbrio. Um dos pratos contém um queijo e 6 quilos. O outro prato contém 11 quilos.



a) Escreva, usando a linguagem matemática, a equação que está representada na balança de dois pratos.

$5 + 6 = 11$


b) Qual o valor do peso do queijo?

O valor do queijo: $5 + 6 = 11$

Fonte: a autora

Figura 14 - Registro escrito da questão 1 do estudante E7

1) A balança está em equilíbrio. Um dos pratos contém um queijo e 6 quilos. O outro prato contém 11 quilos.



a) Escreva, usando a linguagem matemática, a equação que está representada na balança de dois pratos.

∴ Uma balança está $x + 6 = 11$, e um queijo tem 6 quilos e o outro é desconhecido.


b) Qual o valor do peso do queijo?

$x + 6 = 11$
 $5 + 6 = 11$

Fonte: a autora

Figura 15 - Registro escrito da questão 1 do estudante E8

1) A balança está em equilíbrio. Um dos pratos contém um queijo e 6 quilos. O outro prato contém 11 quilos.



a) Escreva, usando a linguagem matemática, a equação que está representada na balança de dois pratos.

$$5 + 6x = 11$$


b) Qual o valor do peso do queijo?

$$5 \text{ Kg}$$

Fonte: a autora

Figura 16 - Registro escrito da questão 1 do estudante E9

1) A balança está em equilíbrio. Um dos pratos contém um queijo e 6 quilos. O outro prato contém 11 quilos.



a) Escreva, usando a linguagem matemática, a equação que está representada na balança de dois pratos.

$$6 \text{ Kg} + X = 11 \text{ Kg}$$


b) Qual o valor do peso do queijo?

$$X = 5 \text{ Kg}$$

Fonte: a autora

Figura 17 - Registro escrito da questão 1 do estudante E10

1) A balança está em equilíbrio. Um dos pratos contém um queijo e 6 quilos. O outro prato contém 11 quilos.



a) Escreva, usando a linguagem matemática, a equação que está representada na balança de dois pratos.

$$X + 6 \text{ Kg} = 11 \text{ Kg}$$


b) Qual o valor do peso do queijo?

5 Kg
do queijo

Fonte: a autora

Figura 18 - Registro escrito da questão 1 do estudante E11

1) A balança está em equilíbrio. Um dos pratos contém um queijo e 6 quilos. O outro prato contém 11 quilos.



a) Escreva, usando a linguagem matemática, a equação que está representada na balança de dois pratos.

$$X + 6 = 11 \text{ Kg}$$


b) Qual o valor do peso do queijo?

$$X + 6 = 5 \text{ Kg}$$

Fonte: a autora

Figura 19 - Registro escrito da questão 1 do estudante E12

1) A balança está em equilíbrio. Um dos pratos contém um queijo e 6 quilos. O outro prato contém 11 quilos.



a) Escreva, usando a linguagem matemática, a equação que está representada na balança de dois pratos.

b) Qual o valor do peso do queijo?


$$4 + 6 = 11$$

$$x = 4$$

Fonte: a autora

Figura 20 - Registro escrito da questão 1 do estudante E13

1) A balança está em equilíbrio. Um dos pratos contém um queijo e 6 quilos. O outro prato contém 11 quilos.



a) Escreva, usando a linguagem matemática, a equação que está representada na balança de dois pratos.

$$x + 6 = 11$$

b) Qual o valor do peso do queijo?


$$5 + 6 = 11$$

O peso do queijo
é 5

Fonte: a autora

Figura 21 - Registro escrito da questão 1 do estudante E14

1) A balança está em equilíbrio. Um dos pratos contém um queijo e 6 quilos. O outro prato contém 11 quilos.



$\square + 6 = 11$
 $5 + 6 = 11$
 \checkmark
 $11 = 11$

a) Escreva, usando a linguagem matemática, a equação que está representada na balança de dois pratos.

$\square + 6 = 11$
 $5 + 6 = 11$
 \checkmark
 $11 = 11$

b) Qual o valor do peso do queijo?

5 kg

Fonte: a autora

De acordo com o que foi apresentado nos registros escritos desses estudantes foi elaborado um quadro com as unidades de registros referentes à questão 1.

Quadro13- Descrição das unidades de registros relativos às resoluções da questão 1

Unidades de Registros (UR)	Estudantes
URA: Traduziu o enunciado em linguagem natural para a linguagem numérica	E1; E5; E6; E8
URB: Traduziu o enunciado em linguagem natural para a linguagem algébrica	E2; E3; E7; E9; E10; E11; E13; E14
URC: Traduziu o enunciado em linguagem natural para a linguagem figural	E4; E14
URD: Mobilizou operações numéricas para resolver o problema	E1; E2; E3; E4; E5; E6; E7; E8; E9; E10; E11; E12; E13; E14
URF: Apresentou solução e/ou resposta do problema	E1; E2; E4; E5; E8; E9; E10; E11; E13; E14
URG. 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

Pode-se observar pelos dados apresentados que 08 (oito) estudantes usaram da linguagem algébrica, ou seja, montaram uma equação do 1º grau para responder a primeira pergunta. Esses estudantes utilizaram de uma letra para representar um número desconhecido. Vale ressaltar que a letra é tida como incógnita, pois representa um número fixo e preciso. Quatro estudantes usaram a linguagem numérica, ou seja, montaram uma equação numérica. Dois estudantes fizeram uso de um esquema, ou seja, o E4 fez o desenho da balança de dois pratos para responder a pergunta e o E14 além de montar a equação do 1º grau também fez uso de um esquema. Dos dados observados 10 (dez) estudantes apresentaram a resposta ao que foi pedido. Ainda em relação à segunda pergunta, apenas o E14 explicitou o método utilizado para responder a questão (tratamento numérico), os demais não explicitaram quais foram os métodos utilizados para encontrar a resposta correta, assim, inferimos que foi utilizado o cálculo mental. O estudante E12 utilizou-se de uma letra para representar o valor do peso do queijo (colocou no desenho da figura proposta pela questão), mas não respondeu o que pedia na primeira pergunta (deixou em branco) e montou uma equação numérica na segunda questão. Embora tenha usado uma linguagem numérica para determinar o valor do peso do queijo, o estudante não acertou a questão.

Questão 2

A discussão referente à questão 2, deu-se a partir dos registros escritos dos estudantes E1; E2; E3; E4; E5; E6; E7; E8; E9; E10; E11; E12; E13; E14.

Figura 22 - Registro escrito da questão 2 do estudante E1

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?

$$x + x = 27$$

$$x = 10$$

$$x = 10$$

$$x + y = 20$$

$$20 + 7 = 27$$

$$x + y + 7 = 27$$

Fonte: a autora

Figura 23 - Registro escrito da questão 2 do estudante E2

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?

10kg.

$$x + x + 7 = 27$$

$$10 + 10 + 7 = 27$$

Fonte: a autora

Figura 24 - 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?

$$x + x + 7 = 27$$

$$10 + 10 + 7 = 27$$

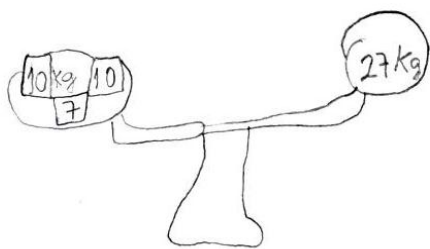
$x = 10$

Fonte: a autora

Figura 25 - Registro escrito da questão 2 do estudante E4

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?

O valor de cada um é 10kg.

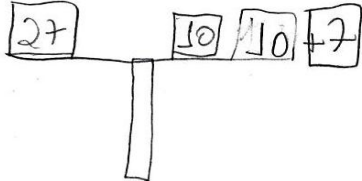


Fonte: a autora

Figura 26 - Registro escrito da questão 2 do estudante E5

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?

10 quilogramas cada peso



Fonte: a autora

Figura 27 - Registro escrito da questão 2 do estudante E6

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?

$10 + 10 + 7 = 27$

A balança está equilibrada em 27 quilos cada lado

Fonte: a autora

Figura 28 - Registro escrito da questão 2 do estudante E7

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?

$00 + 7 = 27 \text{ Kg}$

$2 \times 7 = 27 \text{ Kg}$

$2 \times 9 = 10$


$10 + 10 + 7 = 27 \text{ Kg}$

Fonte: a autora

Figura 29 - Registro escrito da questão 2 do estudante E8

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?

VALOR DO PESO desconhecido é... 9... Kilos cada peso mais o sete



Fonte: a autora

Figura 30 - Registro escrito da questão 2 do estudante E9

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?

27 kg
 $x = 27 \text{ kg}$

Fonte: a autora

Figura 31 - Registro escrito da questão 2 do estudante E10

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?

$x + x + 7 = 27 \text{ kg}$

$x = 10$

VALOR DOS
 PESOS

Fonte: a autora

Figura 32 - Registro escrito da questão 2 do estudante E11

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?

$$X X + 7 = 27$$

$$X = 10$$

O valor de cada um dos pesos desconhecido é 10 Kg

Fonte: a autora

Figura 33 - Registro escrito da questão 2 do estudante E12

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?

□ □	7 kg	27 kg

$$X + X + 7 = 27$$

$$10 + 10 + 7 = 27$$

$$X = 10$$

$$X = 10$$

Fonte: a autora

Figura 34 - Registro escrito da questão 2 do estudante E13

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?

$2x + 7 = 27$ — $x = 10$

Valor de cada
peso desconhecido
é 10

Fonte: a autora

Figura 35 - Registro escrito da questão 2 do estudante E14

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?

$\boxed{x} \boxed{x} + 7 = 27$

✓

$20 + 7 = 27$

✓

$27 = 27$

Fonte: a autora

De acordo com o que foi apresentado nos registros escritos desses estudantes elaborou-se um quadro com as unidades de registros referentes à questão 2.

Quadro14 - Descrição das unidades de registros relativa às resoluções da questão 2

Unidades de Registros (UR)	Estudantes
URA: Traduziu o enunciado em linguagem natural para a linguagem numérica	E6
URB: Traduziu o enunciado em linguagem natural para a linguagem algébrica	E1; E2; E3; E7; E10; E11; E12; E13;
URC: Traduziu o enunciado em linguagem natural para a linguagem figural	E4; E5; E7; E8; E12; E14
URD: Mobilizou operações numéricas para resolver o problema	E1; E2; E3; E4; E5; E6; E10; E11; E12; E14
URE: Mobilizou operações algébricas e numéricas para resolver o problema	E7; E13
URF: Apresentou solução e/ou resposta do problema	E1; E2; E3; E4; E5; E8; E9; E10; E11; E12; E13
URG. 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

Pode-se observar que nesta questão 08 (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. Os estudantes E7 e E12 além de representarem a situação por meio de um esquema, montaram a equação do 1º grau. Dos dados observados 11 (onze) estudantes apresentaram uma resposta para o que foi proposto. No entanto, os estudantes E8 e E9 não acertaram a questão. Além disso, o estudante E9 apresentou somente o valor para o que foi pedido, não explicitando como o encontrou.

Analisando os registros dos estudantes E4; E5; E7; E12; E14; acredita-se que a utilização do OA “Balança Interativa” favoreceu a compreensão do objeto em estudo, pois nesses registros foi evidenciada a representação icônica e a representação simbólica do OA. Ainda de acordo com os dados 02 (dois) estudantes coordenaram dois tipos de tratamento (algébrico e numérico) para resolver a questão.

Questão 3

A discussão referente à questão 03, os registros escritos dos estudantes: E1; E2; E3; E4; E5; E6; E7; E8; E9; E10; E11; E12; E13; E14.

Figura 36 - Registro escrito da questão 3 do estudante E1

<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> <p> $M + T = 244$ $T = 154$ $M + 154 = 244$ $M = 244 - 154$ $M = 90$ </p>
<p>b) Quanto Pedro pagou pelo MP4?</p> <p>90</p>

Fonte: a autora

Figura 37 - Registro escrito da questão 3 do estudante E2

<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> <p> $x + 154 = 244,00$ </p> <p style="text-align: right;"> $\begin{array}{r} 154 \\ + 90 \\ \hline 244 \end{array}$ </p>
<p>b) Quanto Pedro pagou pelo MP4?</p> <p>90 reais o MP4.</p>

Fonte: a autora

Figura 38 - Registro escrito da questão 3 do estudante E3

<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> $x + 154 = 244$ $\begin{array}{r} 190 \\ + 154 \\ \hline 244 \end{array}$
<p>b) Quanto Pedro pagou pelo MP4?</p> <p>Pedro pagou pelo mp4 R\$ 90,00</p>

Fonte: a autora

Figura 39 - Registro escrito da questão 3 do estudante E4

<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> $\begin{array}{r} 244 \\ - 154 \\ \hline 90 \end{array}$
<p>b) Quanto Pedro pagou pelo MP4?</p> <p>Pedro pagou pelo MP4 90 reais</p>

Fonte: a autora

Figura 40 - Registro escrito da questão 3 do estudante E5

<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>	
<p>R\$ 84,00 MP4</p> <p>154,00.</p>	$\begin{array}{r} 154 \\ + 90 \\ \hline 244 \end{array}$
<p>b) Quanto Pedro pagou pelo MP4?</p>	
<p>R = R\$ 90,00</p>	

Fonte: a autora

Figura 41 - 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: a autora

Figura 42 - Registro escrito da questão 3 do estudante E7

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.

a) Escreva a equação matemática que corresponde a essa situação.

Ele compra um MP4 + um tênis que custa R\$ 154,00
e o valor total da soma é R\$ 244,00 =

b) Quanto Pedro pagou pelo MP4?

$R\$ 154 - 244$
 $R\$ 154 = 244$
 $90 + 154 = 244,00$

$$\begin{array}{r} 244 \\ + 154 \\ \hline 090 \end{array}$$

$$\begin{array}{r} 154 \\ + 90 \\ \hline 244 \end{array}$$

Fonte: a autora

Figura 43 - Registro escrito da questão 3 do estudante E8

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.

a) Escreva a equação matemática que corresponde a essa situação.

$$\begin{array}{r} 244 \\ - 154 \\ \hline 090 \end{array}$$

b) Quanto Pedro pagou pelo MP4?

90 REAIS

Fonte: a autora

Figura 44 - Registro escrito da questão 3 do estudante E9

<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> $154,00 + X = 244,00$
<p>b) Quanto Pedro pagou pelo MP4?</p> <p>100,00</p>

Fonte: a autora

Figura 45 - Registro escrito da questão 3 do estudante E10

<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> $x + 154 = 244,00$
<p>b) Quanto Pedro pagou pelo MP4?</p> <p>$x = 90$</p> <p>do MP4</p> <div style="text-align: right;"> $\begin{array}{r} 154 \\ - 244,00 \\ \hline 90 \end{array}$ </div>

Fonte: a autora

Figura 46 - Registro escrito da questão 3 do estudante E11

<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> $X + 154 = 244$ $= 90$
<p>b) Quanto Pedro pagou pelo MP4?</p> $X = 90$ <p>Pedro pagou 90,00 pelo MP4</p>

Fonte: a autora

Figura 47 - Registro escrito da questão 3 do estudante E12

<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> $X + 154 = 244$ $X = 90$
<p>b) Quanto Pedro pagou pelo MP4?</p> $X = 90,00$

Fonte: a autora

Figura 48 - Registro escrito da questão 3 do estudante E13

<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> $X + 154 = 244,00$
<p>b) Quanto Pedro pagou pelo MP4?</p> <p>$x = 204$ pelo MP4</p>

Fonte: a autora

Figura 49 - Registro escrito da questão 3 do estudante E14

<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> $T + M = 244,00$ $154 + 90 = 244,00$ $154 + 90 = 244,00$
<p>b) Quanto Pedro pagou pelo MP4?</p> $\begin{array}{r} 244 \\ - 154 \\ \hline 090 \end{array}$ <p>90,00R\$</p>

Fonte: a autora

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

Quadro15 - Descrição das unidades de registros relativa às resoluções da questão 3

Unidades de Registros (UR)	Estudantes
URA: Traduziu o enunciado em linguagem natural para a linguagem numérica	E5; E6; E8
URB: Traduziu o enunciado em linguagem natural para a linguagem algébrica	E2; E3; E7; E9; E10; E11; E12; E13
URC: Traduziu o enunciado em linguagem natural para a linguagem figural	E1; E4; E7; E14
URD: Mobilizou operações numéricas para resolver o problema	E1; E2; E3; E4; E5; E6; E7; E8; E9; E10; E11; E12; E13; E14
URF: Apresentou solução e/ou resposta do problema	E1; E2; E3; E4; E5; E6; E8; E9; E10; E11; E12; E13; E14
URG. 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

Em relação ao primeiro item, de acordo com os dados, 08 (oito) estudantes usaram a linguagem algébrica, ou seja, fizeram uso de uma equação para respondê-la. Quatro estudantes utilizaram da linguagem figural, ou seja, fizeram uso de um esquema ou uma ilustração. Dois estudantes usaram o algoritmo da adição (montou a conta) para responder e um estudante montou a equação numérica. Ainda em relação à primeira pergunta, o estudante E7 escreveu por extenso como ficaria a equação matemática e fez a representação simbólica (linguagem figural) da mesma no segundo item. Os estudantes E4 e E14 também utilizaram da linguagem figural para resolver o problema. Embora o estudante E1 tenha utilizado de um esquema e o E8 o cálculo aritmético para resolver a questão, ambos não conseguiram acertá-la.

No segundo item, 13 (treze) estudantes apresentaram resposta ao que foi proposto pela questão, no entanto, nove estudantes deram a resposta correta. Nesta questão foi evidenciado o tratamento numérico.

Questão 4

Discussão referente à questão 4, os registros escritos dos estudantes: E1; E2; E3; E4; E5; E6; E7; E8; E9; E10; E11; E12; E13; E14.

Figura 50 - Registro escrito da questão 4 do estudante E1

4) Maria comprou uma mesa e quatro cadeiras. Sabendo que cada cadeira custou R\$65,00 e o valor total da compra foi de R\$580,00. Quanto Maria pagou pela mesa?

$5 \times 13 = 65$ 4×65
 $65 \times 9 = 580$ $\frac{8}{568}$

Fonte: a autora

Figura 51 - Registro escrito da questão 4 do estudante E2

4) Maria comprou uma mesa e quatro cadeiras. Sabendo que cada cadeira custou R\$65,00 e o valor total da compra foi de R\$580,00. Quanto Maria pagou pela mesa?

2×65
 65
 $+65$
 65
 $\frac{260}{}$

$260 + x = 580$

$\frac{260}{+320}$
 $\frac{580}{}$

Custa 320,00.

Fonte: a autora

Figura 52 - Registro escrito da questão 4 do estudante E3

4) Maria comprou uma mesa e quatro cadeiras. Sabendo que cada cadeira custou R\$65,00 e o valor total da compra foi de R\$580,00. Quanto Maria pagou pela mesa?

$$\begin{array}{r} 65 \\ \times 4 \\ \hline 260 \\ + 320 \\ \hline 580 \end{array}$$

$$4 \cdot 65 + x = 580$$

$$260 + x = 580$$

A mesa custa 260,00 reais

Fonte: a autora

Figura 53 - Registro escrito da questão 4 do estudante E4

4) Maria comprou uma mesa e quatro cadeiras. Sabendo que cada cadeira custou R\$65,00 e o valor total da compra foi de R\$580,00. Quanto Maria pagou pela mesa?

R. Maria pagou 340 pela mesa

Fonte: a autora

Figura 54 - Registro escrito da questão 4 do estudante E5

4) Maria comprou uma mesa e quatro cadeiras. Sabendo que cada cadeira custou R\$65,00 e o valor total da compra foi de R\$580,00. Quanto Maria pagou pela mesa?

$$\begin{array}{r} 2 \\ 65 \\ + 4 \\ \hline \end{array}$$

As cadeiras custam R\$80

~~R\$~~ Ela pagou R\$300,00 pela mesa

Fonte: a autora

Figura 55 - Registro escrito da questão 4 do estudante E6

4) Maria comprou uma mesa e quatro cadeiras. Sabendo que cada cadeira custou R\$65,00 e o valor total da compra foi de R\$580,00. Quanto Maria pagou pela mesa?

$$65 + 580 = 190$$

Maria pagou
pelo mesa
190 reais

Fonte: a autora

Figura 56 - Registro escrito da questão 4 do estudante E7

4) Maria comprou uma mesa e quatro cadeiras. Sabendo que cada cadeira custou R\$65,00 e o valor total da compra foi de R\$580,00. Quanto Maria pagou pela mesa?

$4 \times 65 = 260,00$
 $580,00$
 $- 260,00$
 $\hline 320,00$

$x + 4 \times 65 = 580,00$
 $x + 260,00 = 580,00$
 $580 - 260 = 320,00$

A mesa custou R\$ 320,00.

580
 $- 260$
 $\hline 320$

130
 $+ 130$
 $\hline 260$

Fonte: a autora

Figura 57 - Registro escrito da questão 4 do estudante E8

4) Maria comprou uma mesa e quatro cadeiras. Sabendo que cada cadeira custou R\$65,00 e o valor total da compra foi de R\$580,00. Quanto Maria pagou pela mesa?

4 CADEIRAS = 260,00 REAIS

MESA = 320 REAIS

Fonte: a autora

Figura 58 - Registro escrito da questão 4 do estudante E9

4) Maria comprou uma mesa e quatro cadeiras. Sabendo que cada cadeira custou R\$65,00 e o valor total da compra foi de R\$580,00. Quanto Maria pagou pela mesa?

$65,00 + x = 580,00$
 $x = 360,00$

Fonte: a autora

Figura 59 - Registro escrito da questão 4 do estudante E10

4) Maria comprou uma mesa e quatro cadeiras. Sabendo que cada cadeira custou R\$65,00 e o valor total da compra foi de R\$580,00. Quanto Maria pagou pela mesa?

$$320 + x = 580,00$$
$$x = 260,00$$

DA MESA

Fonte: a autora

Figura 60 - Registro escrito da questão 4 do estudante E11

4) Maria comprou uma mesa e quatro cadeiras. Sabendo que cada cadeira custou R\$65,00 e o valor total da compra foi de R\$580,00. Quanto Maria pagou pela mesa?

$$x + 270 = 580$$
$$x = 310$$

Maria pagou pela mesa 310,00

Fonte: a autora

Figura 61 - Registro escrito da questão 4 do estudante E12

4) Maria comprou uma mesa e quatro cadeiras. Sabendo que cada cadeira custou R\$65,00 e o valor total da compra foi de R\$580,00. Quanto Maria pagou pela mesa?

$$X + 65 + 65 + 65 + 65 = 580$$

$$65 + 65 + 65 + 65 = 260$$

$$X = (320)$$

$$\begin{array}{r} 580 \\ - 260 \\ \hline 320 \end{array}$$

O preço da mesa é R\$320

Fonte: a autora

Figura 62 - Registro escrito da questão 4 do estudante E13

4) Maria comprou uma mesa e quatro cadeiras. Sabendo que cada cadeira custou R\$65,00 e o valor total da compra foi de R\$580,00. Quanto Maria pagou pela mesa?

Maria pagou 320,00 x: 320
pela mesa

Fonte: a autora

Figura 63 - Registro escrito da questão 4 do estudante E14

4) Maria comprou uma mesa e quatro cadeiras. Sabendo que cada cadeira custou R\$65,00 e o valor total da compra foi de R\$580,00. Quanto Maria pagou pela mesa?

$$\begin{array}{r} 65 \\ \times 4 \\ \hline 260 \end{array}$$

$$\begin{array}{r} 580,00 \\ - 260,00 \\ \hline 320,00 \end{array}$$

Fonte: a autora

De acordo com o que foi apresentado nos registros escritos desses estudantes foi organizado um quadro com as unidades de registros referente à questão 4.

Quadro16 - Descrição das unidades de registros relativa às resoluções da questão 4

Unidades de Registros (UR)	Estudantes
URA: Traduziu o enunciado em linguagem natural para a linguagem numérica	E1; E5; E6; E14
URB: Traduziu o enunciado em linguagem natural para a linguagem algébrica	E2; E3; E7; E9; E10; E11; E12
URC: Traduziu o enunciado em linguagem natural para a linguagem figural	E7
URD: Mobilizou operações numéricas para resolver o problema	E1; E2; E3; E5; E6; E8; E9; E10; E11; E12; E13; E14
URE: Mobilizou operações algébricas e numéricas para resolver o problema	E7
URF: Apresentou solução e/ou resposta do problema	E2; E3; E4; E5; E6; E7; E8; E9; E10; E11; E12; E13; E14
URG. Recorreu a um tipo de representação para organizar os dados do problema	E1; E2; E3; E5; E6; E7; E8; E9; E10; E11; E12; E14

Fonte: a autora

De acordo com os dados, pode-se observar que 07 (sete) estudantes utilizaram-se da linguagem algébrica, ou seja, montaram uma equação estabelecendo relação com o enunciado da questão. No entanto, três destes, montaram a equação algébrica errada. Quatro estudantes fizeram uso da linguagem numérica, porém somente o estudante E14 resolveu a questão corretamente. Ele utilizou o cálculo aritmético (montou a conta) para determinar a solução. O estudante E7 antes de montar a equação algébrica correta utilizou-se de um esquema para representar a situação descrita. Os estudantes E4, E8 e E13 não explicitaram o raciocínio, apresentaram apenas o valor do termo desconhecido. Embora a maioria dos estudantes tenha exibido a resposta para a questão, apenas sete apresentaram a resposta correta.

Em relação a esta questão, observou-se que alguns estudantes erraram ao montarem as equações referentes a conversão do enunciado em língua

natural para o algébrico ou numérico, bem como ao efetuarem o cálculo aritmético para resolvê-las.

Questão 5

Discussão referente à questão 5, os registros escritos dos estudantes: E1; E2; E3; E4; E5; E6; E7; E8; E9; E10; E11; E12; E13; E14 foram analisados.

Figura 64 - Registro escrito da questão 5 do estudante E1

5) Num prato de uma balança, um menino colocou 2 canetas e 5 borrachas. Elas se equilibraram com 7 lápis colocados no outro prato. Se cada lápis tem 5 gramas e cada borracha, 3 gramas. Quantos gramas têm cada caneta?

$$a+B$$

$$a+B=7$$

$$a=2$$

$$B=5$$

$$7 \times 5 = 35 + 6 = 41$$

$$a+B=7$$

Fonte: a autora

Figura 65 - Registro escrito da questão 5 do estudante E2

5) Num prato de uma balança, um menino colocou 2 canetas e 5 borrachas. Elas se equilibraram com 7 lápis colocados no outro prato. Se cada lápis tem 5 gramas e cada borracha, 3 gramas. Quantos gramas têm cada caneta?

20g por caneta.

15

45

Fonte: a autora

Figura 66 - Registro escrito da questão 5 do estudante E3

5) Num prato de uma balança, um menino colocou 2 canetas e 5 borrachas. Elas se equilibraram com 7 lápis colocados no outro prato. Se cada lápis tem 5 gramas e cada borracha, 3 gramas. Quantos gramas têm cada caneta?

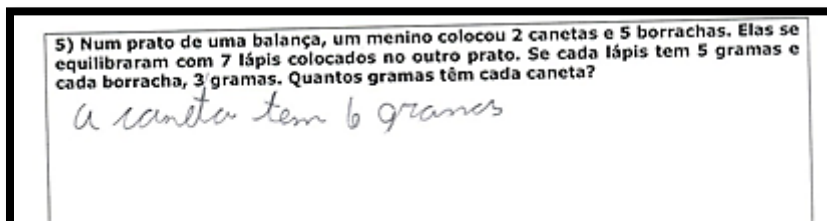
$$15 \cdot 7 = 35$$

$$B5 \cdot 3 = 14$$

$$ca. \times 2$$

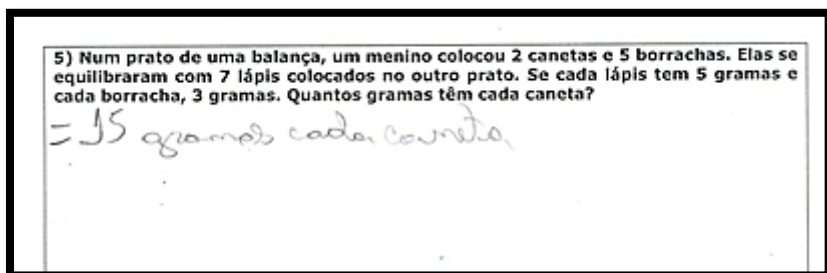
Fonte: a autora

Figura 67 - Registro escrito da questão 5 do estudante E4



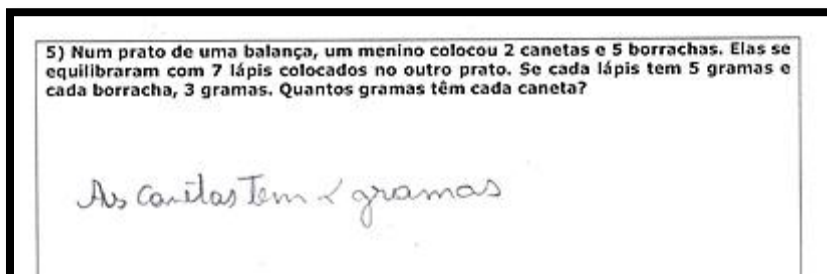
Fonte: a autora

Figura 68 - Registro escrito da questão 5 do estudante E5



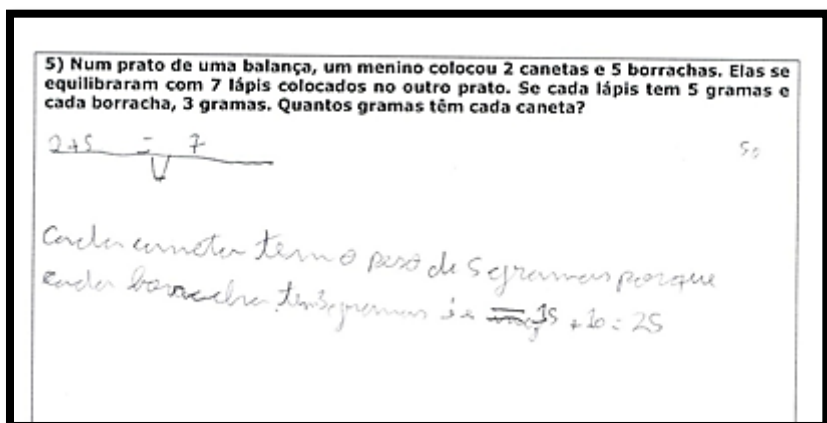
Fonte: a autora

Figura 69 - Registro escrito da questão 5 do estudante E6



Fonte: a autora

Figura 70 - Registro escrito da questão 5 do estudante E7



Fonte: a autora

Figura 71 - Registro escrito da questão 5 do estudante E8

5) Num prato de uma balança, um menino colocou 2 canetas e 5 borrachas. Elas se equilibraram com 7 lápis colocados no outro prato. Se cada lápis tem 5 gramas e cada borracha, 3 gramas. Quantos gramas têm cada caneta?

LÁPIS = 35 GRAMAS
BORRACHA = 15 GRAMAS
CANETA = 10 GRAMAS

LÁPIS 35
BORRACHA 15
CANETA

5000000000

Fonte: a autora

Figura 72 - Registro escrito da questão 5 do estudante E9

5) Num prato de uma balança, um menino colocou 2 canetas e 5 borrachas. Elas se equilibraram com 7 lápis colocados no outro prato. Se cada lápis tem 5 gramas e cada borracha, 3 gramas. Quantos gramas têm cada caneta?

$5 + 3 + X = 8$
 $X = 10 \text{ gramas}$

Fonte: a autora

Figura 73 - Registro escrito da questão 5 do estudante E10

5) Num prato de uma balança, um menino colocou 2 canetas e 5 borrachas. Elas se equilibraram com 7 lápis colocados no outro prato. Se cada lápis tem 5 gramas e cada borracha, 3 gramas. Quantos gramas têm cada caneta?

$X + X + 35 + 15 = 50$

$X = 10$

Resultado
da
CANETA

Fonte: a autora

Figura 74 - Registro escrito da questão 5 do estudante E11

5) Num prato de uma balança, um menino colocou 2 canetas e 5 borrachas. Elas se equilibraram com 7 lápis colocados no outro prato. Se cada lápis tem 5 gramas e cada borracha, 3 gramas. Quantos gramas têm cada caneta?

$$X + 15 = 35$$

$$X = 10$$

Cada caneta é 10 gramas

Fonte: a autora

Figura 75 - Registro escrito da questão 5 do estudante E12

5) Num prato de uma balança, um menino colocou 2 canetas e 5 borrachas. Elas se equilibraram com 7 lápis colocados no outro prato. Se cada lápis tem 5 gramas e cada borracha, 3 gramas. Quantos gramas têm cada caneta?

$$\begin{array}{r} 2C \ 5B \\ \hline 1 \end{array} = \begin{array}{r} 7L \\ \hline 1 \end{array} = \begin{array}{r} 35 + 20 \\ \hline 1 \end{array} = \begin{array}{r} 35 \\ \hline 1 \end{array}$$

$$\begin{array}{r} 35L \\ 15B \\ \hline \end{array}$$

$$\begin{array}{r} 35 \\ - 15 \\ \hline 20 \end{array}$$

O valor do caneta é $X = 10$

$$3 + 3 + 3 + 3 + 3$$

Fonte: a autora

Figura 76 - Registro escrito da questão 5 do estudante E13

5) Num prato de uma balança, um menino colocou 2 canetas e 5 borrachas. Elas se equilibraram com 7 lápis colocados no outro prato. Se cada lápis tem 5 gramas e cada borracha, 3 gramas. Quantos gramas têm cada caneta?

Canetas têm: 20 gramas $X = 20$

Fonte: a autora

Figura 77 - Registro escrito da questão 5 do estudante E14

5) Num prato de uma balança, um menino colocou 2 canetas e 5 borrachas. Elas se equilibraram com 7 lápis colocados no outro prato. Se cada lápis tem 5 gramas e cada borracha, 3 gramas. Quantos gramas têm cada caneta?

$$5+5+5+5+5+5+5=35\text{ gm}$$

$$3+3+3+3+3=15\text{ gm}$$

$$\begin{array}{r} 35 \\ -15 \\ \hline 20\text{ gm} \end{array}$$

Caneta = 10 gm cada

Fonte: a autora

De acordo com o que foi apresentado nos registros escritos desses estudantes foi elaborado um quadro com as unidades de registros referentes à questão 5.

Quadro17 - Descrição das unidades de registros relativa às resoluções da questão 5

Unidades de Registros (UR)	Estudantes
URA: Traduziu o enunciado em linguagem natural para a linguagem numérica	E3; E8; E14
URB: Traduziu o enunciado em linguagem natural para a linguagem algébrica	E1; E9; E10; E11
URC: Traduziu o enunciado em linguagem natural para a linguagem figural	E7; E12
URD: Mobilizou operações numéricas para resolver o problema	E1; E3; E7; E8; E9; E10; E11; E12; E14
URF: Apresentou solução e/ou resposta do problema	E2; E4; E5; E6; E7; E8; E9; E10; E11; E12; E13; E14
URG. Recorreu a um tipo de representação para organizar os dados do problema	E1; E3; E7; E8; E9; E10; E11; E12; E14.

Fonte: a autora

Nesta questão, três estudantes utilizaram-se da linguagem numérica para converter o enunciado da questão. Quatro estudantes usaram a linguagem algébrica e dois estudantes fizeram uso de um esquema para traduzir o enunciado. Porém alguns desses estudantes ao fazerem a conversão do enunciado utilizando a forma algébrica, numérica ou figural, fizeram de forma errônea. Os estudantes utilizaram-se do tratamento numérico para resolver a questão, porém houve erro no cálculo aritmético efetuado por alguns deles. Os estudantes E2; E4; E5; E6 e E13 não explicitaram o seu raciocínio apresentando apenas a resposta. Dos estudantes que apresentaram resposta para a questão apenas 5 (cinco) acertaram. Como a questão envolve processos de equivalência, acredita-se que isso pode ter sido o motivo pelo qual os estudantes apresentaram dificuldades em resolvê-la.

5.1 CATEGORIZAÇÃO

Após a construção das unidades de registro, a partir dos registros escritos dos estudantes da SAAM referentes a 05 (cinco) questões, reagrupou-se novamente as descrições das resoluções em unidades de contexto (categorias), as quais têm como objetivo “[...] fornecer, por condensação, uma representação simplificada dos dados brutos” (BARDIN, 2004, p. 112-113). Assim, foram divididas as resoluções dos estudantes em unidades de registro, e posteriormente, em unidades de contexto (UC) segundo reagrupamentos semelhantes.

Foram elaboradas três unidades de contexto e organizadas a partir das resoluções dos estudantes mediante as cinco questões. As referidas unidades de contexto foram codificadas por: UC1, significa unidade de contexto 1; UC2, significa unidade de contexto 2 e UC3, significa unidade de contexto 3

UC1. Transformação externa em relação ao registro de partida

UC2. Transformação interna a um registro

UC3 Ordenação e sintetização

A seguir, as unidades de contexto, além dos seus significados para os registros escritos referentes às 05 (cinco) questões serão discutidas.

UC1. Transformação externa em relação ao registro de partida: nessa UC foram agrupadas as resoluções dos estudantes que converteram o

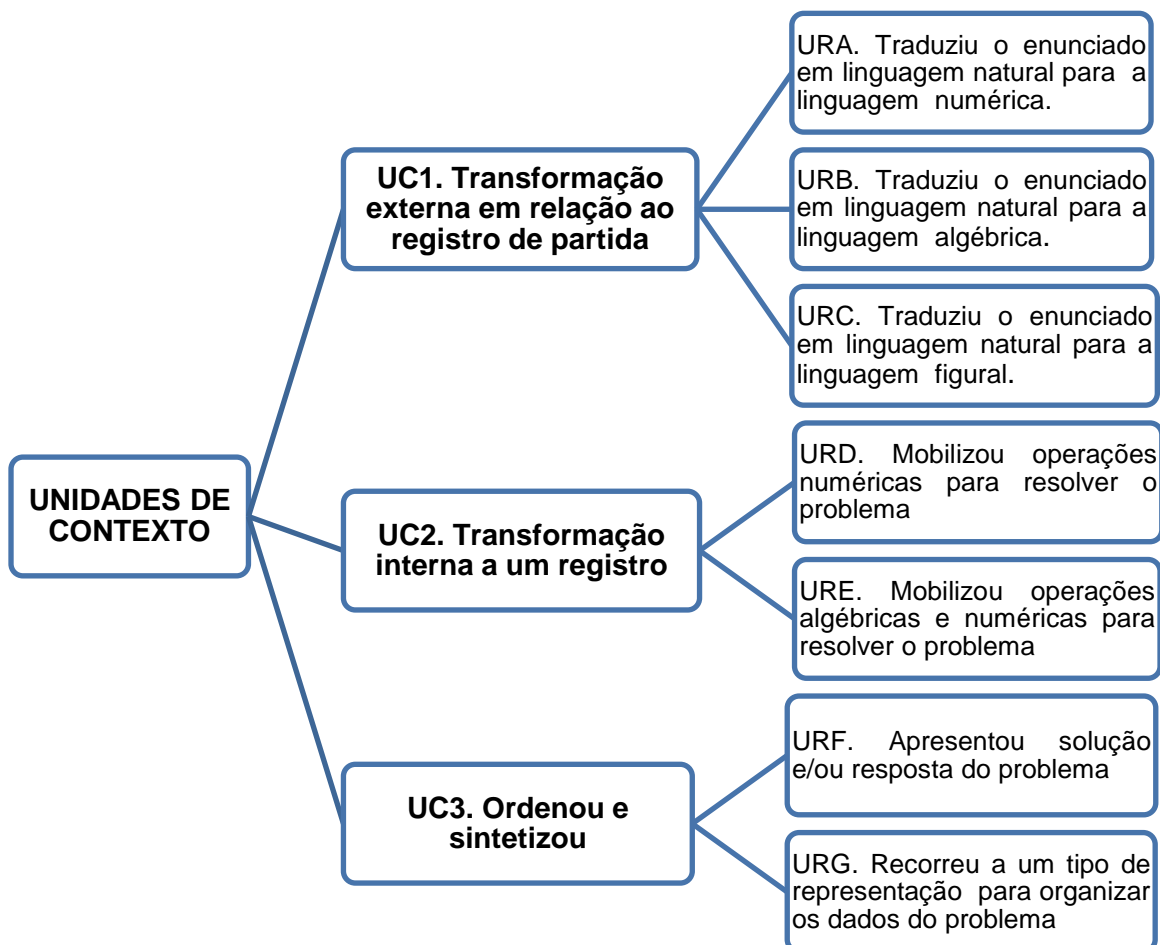
enunciado em linguagem natural para a linguagem algébrica ou para linguagem numérica ou para linguagem figural.

UC2. Transformação interna a um registro: Nessa UC foram agrupadas as resoluções dos estudantes que mobilizaram tratamentos algébricos e/ou aritméticos ou cálculo mental (ausência de cálculos) para resolver o problema.

UC3. Ordenou e sintetizou: Nessa UC foram agrupadas as resoluções dos estudantes que interpretaram e organizaram os dados do problema por meio de uma representação, além disso, sintetizaram o raciocínio apresentando solução e/ou resposta do que foi proposto.

A figura a seguir sintetiza as unidades de contexto e as unidades de registros elaboradas nesta pesquisa, a partir dos dados analisados. Ressalta-se que as unidades de contexto elaboradas foram apresentadas e discutidas no grupo GEMPEA.

Figura 78 - Unidades de Contexto e Unidades de Registros



Diante disso, serão apresentadas as unidades de contexto presentes nas resoluções dos estudantes para as cinco questões. Utilizou-se ainda outra codificação para indicar esses registros, por exemplo, E1Q1 (refere-se ao estudante 1 e ao registro escrito da questão 1), E1Q2 (refere-se ao estudante 1 e ao registro escrito da questão 2) e assim por diante. Ao todo foram analisados 70 registros escritos.

Na UC1, **Transformação externa em relação ao registro de partida**, foram agrupadas as resoluções dos estudantes que converteram o enunciado em linguagem natural para a linguagem algébrica ou para linguagem numérica ou para linguagem figural. No quadro 18 estão expostos os dados obtidos desses estudantes após a execução da tarefa, agrupados em suas UR correspondentes. Considerou-se o número de registros e as frequências relativas ocorridas para cada uma das UR da UC1.

Ressalte-se que nessa UC os registros de alguns estudantes foram segmentados e classificados em Unidades de Registros distintas e alguns registros não foram contemplados porque os estudantes não explicitaram o seu raciocínio, apresentando apenas a resposta. Por esta razão, o número de registros será menor que o número de registros analisados.

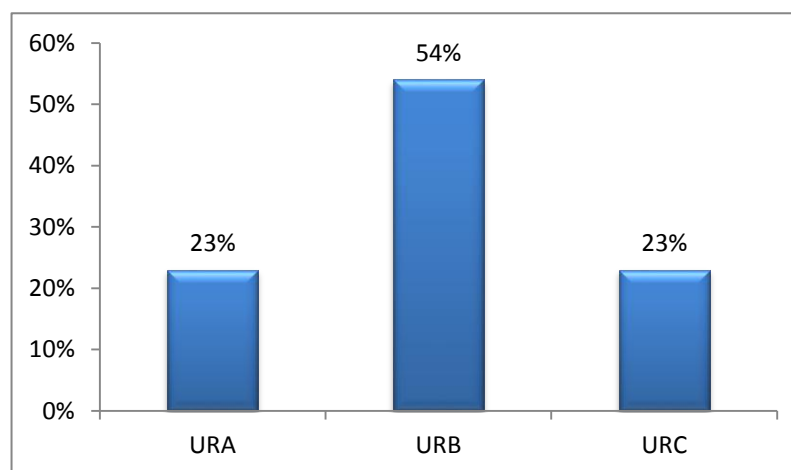
Quadro 18 - Frequências relativas das UR referentes aos dados dos estudantes mediante as cinco questões na UC1

UC1: Transformação externa	
UR	Estudante/Questão
URA. Traduziu o enunciado em linguagem natural para a linguagem numérica.	15 registros (23%)
	E1Q1; E5Q1; E6Q1; E8Q1; E6Q2; E5Q3; E6Q3; E8Q3; E1Q4; E5Q4; E6Q4; E14Q4; E3Q5; E8Q5; E14Q5
URB. Traduziu o enunciado em linguagem natural para a linguagem algébrica.	35 registros (54%)
	E2Q1; E3Q1; E7Q1; E9Q1; E10Q1; E11Q1; E13Q1; E14Q1; E1Q2; E2Q2; E3Q2; E7Q2; E10Q2; E11Q2; E12Q2; E13Q2; E2Q3; E3Q3; E7Q3; E9Q3; E10Q3; E11Q3; E12Q3; E13Q3; E2Q4; E3Q4; E7Q4; E9Q4; E10Q4; E11Q4; E12Q4; E1Q5; E9Q5; E10Q5; E11Q5
URC. Traduziu o enunciado em linguagem natural para a linguagem figural.	15 registros (23%)
	E4Q1; E14Q1; E4Q2; E5Q2; E7Q2; E8Q2; E12Q2; E14Q2; E1Q3; E4Q3; E7Q3; E14Q3; E7Q4; E7Q5; E12Q5
Total de registros	65

Fonte: a autora

No gráfico, observam-se comparativamente as frequências relativas registradas para cada uma das UR da UC1 referentes aos registros escritos dos estudantes.

Histograma 1 - Frequências relativas das UR da UC1 referente aos dados das cinco questões



Fonte: a autora

Pode-se observar pelos dados apresentados, que a conversão da linguagem natural para a linguagem algébrica foi evidenciada em 54% dos registros escritos desses estudantes, 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, ainda que essa conversão tenha ocorrido em um único sentido. De acordo com a questão norteadora desta pesquisa e com os seus objetivos, acredita-se que esses estudantes estabeleceram relações entre os dois registros possibilitando a conversão. No entanto, aproximadamente 8% do total dos registros analisados apresentaram uma equação algébrica que não condizia com a situação proposta pela questão.

A conversão consiste em mudar a forma pelo qual o objeto matemático é representado, ou seja, ocorrem mudanças de registro de representação, porém conservam a referência ao mesmo objeto. Ela é uma transformação externa em relação ao registro de partida.

Observou-se que a conversão do enunciado do problema (linguagem natural) para uma linguagem numérica, foi evidenciada em 23% dos registros, ou seja, os estudantes usaram de uma equação numérica ou cálculo aritmético (adição, subtração, multiplicação, divisão) para representar a situação descrita pelo problema. Porém, desses, 9% do total dos registros analisados apresentaram erro aritmético. A conversão da linguagem natural para linguagem figural foi evidenciada em 23% dos registros escritos, ou seja, os estudantes montaram um desenho ou um esquema para representar a situação descrita na questão. Do total dos registros analisados, 3% exibiram o desenho da balança de dois pratos, no entanto apresentaram erro no cálculo aritmético.

A teoria dos RRS 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).

Pode-se inferir pelas observações realizadas nos registros escritos desses estudantes que o uso da tecnologia, em especial, o OA 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 23% dos 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 OA pode favorecer a aprendizagem, desde que o professor explore o OA para analisar as suas potencialidades e planejar atividades que levem o estudante a refletir acerca do conteúdo que está sendo proposto.

Valente (2005) destaca que ao manipular um *software* o estudante pode desenvolver as ações de descrição, execução, reflexão e depuração que ocorrem em forma de uma espiral, pois a cada ciclo completado, um novo se inicia, mas em nível de conhecimento superior ao que o estudante já possuía. Assim, ao manipular o OA Balança Interativa, os estudantes foram desafiados a estabelecer estratégias de resolução, por isso, tiveram que depurar suas ideias a cada nível do OA.

Na UC2, **Transformação interna a um registro**, foram agrupadas as resoluções dos estudantes que mobilizaram tratamentos algébricos e/ou aritméticos ou cálculo mental para resolver o problema. No quadro 19 apresentam-se os dados obtidos desses estudantes após a execução da tarefa, agrupados em suas UR correspondentes. Inseriu-se o número de registros e as frequências relativas ocorridas para cada uma das UR da UC2. Ressalta-se que nessa UC não foram contemplados os registros dos estudantes que apresentaram apenas a resposta. Por isso, o número de registros será menor que o número de registros analisados.

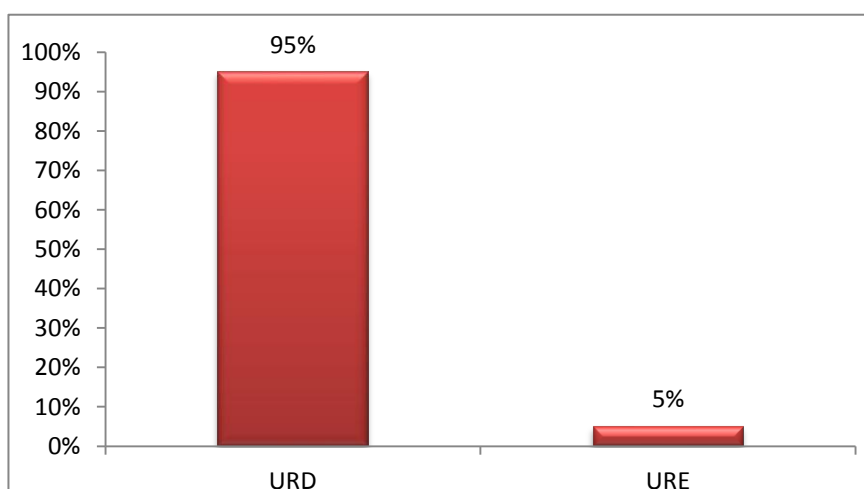
Quadro 19 - Frequências relativas das UR referente aos dados dos estudantes mediante as cinco questões na UC2

UC2: Transformação interna	
UR	Estudante/Questão
URD. Mobilizou operações numéricas para resolver o problema	60 registros (95%)
	E1Q1; E2Q1; E3Q1; E4Q1; E5Q1; E6Q1; E7Q1; E8Q1; E9Q1; E10Q1; E11Q1; E12Q1; E13Q1; E14Q1; E1Q2; E2Q2; E3Q2; E4Q2; E5Q2; E6Q2; E8Q2; E10Q2; E11Q2; E12Q2; E14Q2; E1Q3; E2Q3; E3Q3; E4Q3; E5Q3; E6Q3; E7Q3; E8Q3; E9Q3; E10Q3; E11Q3; E12Q3; E13Q3; E14Q3; E1Q4; E2Q4; E3Q4; E5Q4; E6Q4; E8Q4; E9Q4; E10Q4; E11Q4; E12Q4; E13Q4; E14Q4; E1Q5; E3Q5; E7Q5; E8Q5; E9Q5; E10Q5; E11Q5; 12Q5; E14Q5
URE. Mobilizou operações algébricas e numéricas para resolver o problema	03 registros (5%)
	E7Q2; E13Q2; E7Q4
Total de registros	63

Fonte: a autora

No gráfico 2, pode-se observar comparativamente as frequências relativas registradas para cada uma das UR da UC2 referentes aos registros escritos dos estudantes.

Histograma 2 - Frequências relativas das UR da UC2 referente aos dados das cinco questões



Fonte: a autora

Observa-se pelos dados apresentados que o tratamento numérico, ou o cálculo mental, para resolver o problema foi evidenciado em 95% dos registros desses 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.

De acordo com os dados 5% desses registros foram mobilizados 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.

Considerando que o tratamento mais utilizado foi o numérico, dos 63 registros analisados, 27% apresentaram erro. Isso demonstra que os estudantes apresentam dificuldades em manipular as operações (adição, subtração, multiplicação e divisão).

Acredita-se que a manifestação do cálculo mental por esses estudantes esteja relacionada com a manipulação do OA Balança Interativa, visto que o OA instiga o estudante a desenvolver o cálculo mental e elaborar estratégias

de resolução. Ainda em relação ao cálculo mental, evidenciou-se o cálculo aritmético em alguns registros escritos, porém foram apagados.

Quanto à utilização da tecnologia no contexto escolar, Borba e Penteado (2012) ressaltam que uma mídia não elimina a outra, ou seja, a tecnologia não acabará com a oralidade ou a escrita, nem a simulação terminará com as demonstrações em matemática, ou o quadro e giz não serão mais necessários. Isso significa que deve-se avaliar o que se quer enfatizar e qual recurso tecnológico será mais adequado para atingir tal propósito.

Na UC3, **Ordenou e sintetizou**, foram agrupadas as resoluções dos estudantes que interpretaram e organizaram os dados do problema por meio de uma representação, além disso, sintetizaram o raciocínio apresentando solução e/ou resposta do que foi proposto. Destaca-se que nessa UC em relação à apresentação da solução e/ou resposta da questão, foram contemplados os registros dos estudantes que apresentaram algum tipo de tratamento, bem como a resposta correta para a mesma. Embora, observar a resposta de cada questão não fosse a finalidade da pesquisa, durante a análise dos dados considerou-se relevante exibir o resultado do que foi observado.

No quadro 20 estão os dados obtidos desses estudantes após a execução da tarefa, agrupados em suas UR correspondentes. Inseriu-se o número de registros e as frequências relativas ocorridas para cada uma das UR da UC3. As frequências relativas de cada UR nesta unidade de contexto foram obtidas em relação ao total de registros (70) que foram analisados. Por isso não apresenta-se o total de registros.

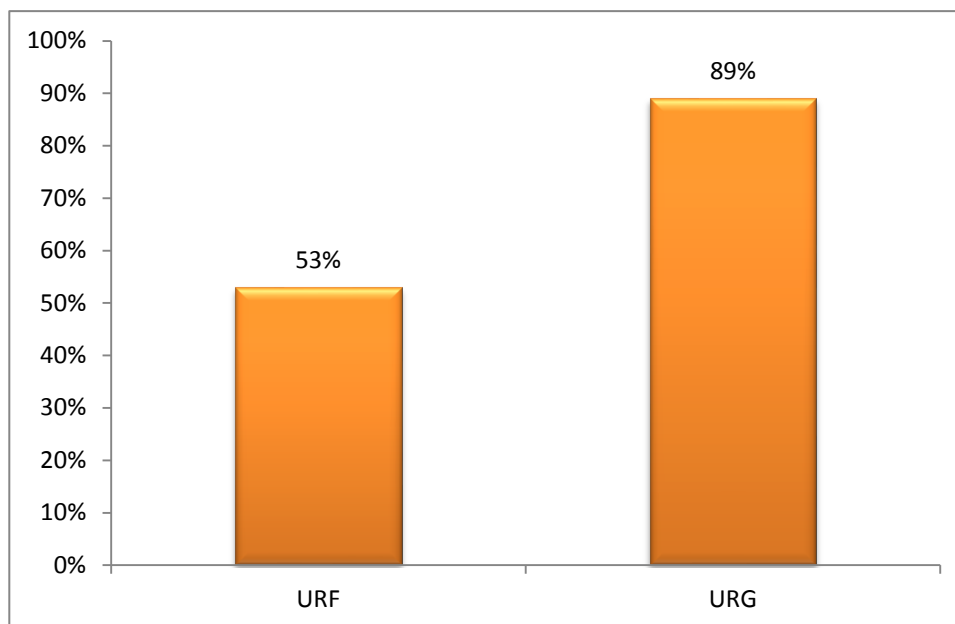
Quadro 20 - Frequências relativas das UR referente aos dados dos estudantes mediante as cinco questões na UC3

UC3: Ordenação e sintetização	
UR	Estudante/Questão
URF: Apresentou solução e/ou resposta coerente com o enunciado do problema	37 registros (53%)
	E1Q1; E2Q1; E4Q1; E5Q1; E8Q1; E9Q1; E10Q1; E11Q1; E13Q1; E14Q1; E1Q2; E2Q2; E3Q2; E4Q2; E5Q2; E10Q2; E11Q2; E12Q2; E13Q2; E2Q3; E3Q3; E4Q3; E5Q3; E6Q3; E10Q3; E11Q3; E12Q3; E14Q3; E2Q4; E3Q4; E7Q4; E8Q4; E12Q4; E10Q5; E11Q5; E12Q5; 14Q5
URG: Recorreu a um tipo de representação para organizar os dados do problema	62 registros (89%)
	E1Q1; E2Q1; E3Q1; E4Q1; E5Q1; E6Q1; E7Q1; E8Q1; E9Q1; E10Q1; E11Q1; E12Q1; E13Q1; E14Q1 E1Q2; E2Q2; E3Q2; E4Q2; E5Q2; E6Q2; E7Q2; E8Q2; E10Q2; E11Q2; E12Q2; E13Q2; 14Q2 E1Q3; E2Q3; E3Q3; E4Q3; E5Q3; E6Q3; E7Q3; E8Q3; E9Q3; E10Q3; E11Q3; E12Q3; E13Q3; 14Q3 E1Q4; E2Q4; E3Q4; E5Q4; E6Q4; E7Q4; E8Q4; E9Q4; E10Q4; E11Q4; E12Q4; E14Q4; E1Q5; E3Q5; E7Q5; E8Q5; E9Q5; E10Q5; E11Q5; E12Q5; E14Q5

Fonte: a autora

No gráfico 3, observa-se comparativamente as frequências relativas registradas para cada uma das UR da UC3 referentes aos registros escritos dos estudantes.

Histograma 3 - Frequências relativas das UR da UC3 referente aos dados das cinco questões



Fonte: a autora

Pode-se observar pelos dados apresentados que em 53% dos registros 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. Em 89% dos registros analisados a utilização de uma representação, seja algébrica ou não, para organizar os dados do problema e justificar seu raciocínio foi evidenciada. Porém, desses, 21% não foram condizentes com a situação proposta pela questão.

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, etc.) 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 RRS que possibilite um tratamento.

Pode-se notar pelos dados coletados que em aproximadamente 93% dos registros escritos, os estudantes utilizaram-se de uma representação semiótica, seja numérica, algébrica ou figural e 90% dos registros foi utilizado tratamentos numéricos e/ou algébricos. Contudo 43% dos registros não atenderam ao que foi

solicitado pela questão, tanto no que diz respeito à conversão quanto aos tratamentos.

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.

Dessa forma, os obstáculos evidenciados nos registros desses estudantes ao resolverem, por exemplo, as questões 4 e 5, demonstraram que eles apresentam dificuldades em mobilizar distintos conhecimentos matemáticos, tais como, as operações aritméticas e algébricas.

No entanto, pode-se perceber que o uso das tecnologias, em especial, o OA Balança Interativa, 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 OA, ilustração da balança de dois pratos (forma icônica) e o tabuleiro (forma simbólica). O OA os ajudou a converter o enunciado do problema para o registro algébrico ou figural.

De acordo com Castro-Filho; Freire; Leite; Macedo (2007), no OA Balança Interativa as equações não estão prontas, cabe ao estudante construí-las. Isso favorece ao estudante dar mais significado às situações problemas. Assim, “o OA 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.

Ademais, após escolherem o registro semiótico, os estudantes efetuaram o tratamento mais adequado, ou seja, o mais econômico para justificar seu raciocínio e resolver o problema.

Ainda em relação ao uso de representações para compreensão dos objetos matemáticos é essencial que sejam criadas representações mentais desses objetos assim, considera-se que a visualização é indispensável para a aprendizagem matemática. “Associado com a visualização está a experimentação. Quando é possível visualizar, também é possível manipular, modificar, alterar, imaginar situações, realizar testes” (LIMA, 2010, p.28). Logo, o uso dos recursos

tecnológicos no ensino da matemática enfatiza um aspecto fundamental da disciplina, a experimentação (BORBA; PENTEADO, 2012).

Carraher (1995) também destaca a importância da utilização do computador no ensino da matemática porque propicia ao estudante compreender os símbolos e sua relação com situações e, possibilita o trabalho com múltiplas representações ao mesmo tempo. Desse modo, as tecnologias podem colaborar com a aprendizagem matemática quando proporcionam visualizações e experimentações diferentes do lápis e papel.

Um dos enfrentamentos em relação à SAAM nesta escola refere-se à participação dos estudantes no programa, pois os que são indicados não querem participar porque se sentem envergonhados, haja vista, ter sido criado um estereótipo negativo em relação ao mesmo. Entretanto, durante a realização da intervenção, os estudantes não se evadiram do projeto, pelo contrário, sentiram-se motivados e interessados em aprender.

Segundo Valente (1993) cabe ao professor promover ao estudante um ensino que lhe possibilite a construção do conhecimento em um ambiente que o desafie e o motive para exploração, a reflexão e a depuração de ideias e descobertas. Acredita-se que a motivação em participar das atividades e de certa forma em querer aprender esteja relacionada com o fato de haver sido criado um ambiente diferenciado daquele com o qual os estudantes estavam acostumados.

Como o propósito da pesquisa foi identificar RRS por estes estudantes após uma intervenção tecnológica, não adentramos no conteúdo equação do 1º grau. Isso porque, gostaríamos de “ver” nos registros escritos as impressões destes estudantes em relação a esse conteúdo que já tinha sido estudado pelos mesmos. Porém, inferimos que uma intervenção de ensino mediada pelas tecnologias, em especial o OA Balança Interativa, poderá contribuir para preencher as lacunas que estes estudantes apresentaram durante a resolução de algumas questões.

Nesta pesquisa as ações descritas por Valente na espiral de aprendizagem foram evidências, pois, após a primeira fase em que os estudantes manipularam o OA Balança Interativa para conhecê-lo, estes ao jogar pela segunda vez não usaram somente de tentativa e erro, mas estabeleceram estratégias de resolução, pois ganharia o jogo quem acertasse o valor dos pesos desconhecidos com menor número de movimentos e de erros.

Isso foi demonstrado na ficha em que o estudante preenchia para indicar o número de movimentos (M) e de erros (E) durante a realização da atividade em cada nível¹⁷ do OA. O quadro abaixo mostra o desempenho de alguns estudantes durante a manipulação do OA Balança Interativa.

Quadro 21 - Desempenho dos estudantes ao manipularem o OA

Estudantes	Nível 1		Nível 2		Nível 3		Nível 4		Nível 5		Nível 6		Nível 7		Nível 8		Nível 9		Nível 10	
	M	E	M	E	M	E	M	E	M	E	M	E	M	E	M	E	M	E	M	E
E1	53	2	84	0	42	0	52	2	34	0	47	0	58	0	48	2	35	2	34	10
	42	0	67	0	42	0	39	0	27	2	37	0	59	0	37	0	30	0	31	0
E2	41	0	48	1	37	0	53	4	24	13	61	1	53	6	49	1	47	2	30	5
	30	0	41	0	41	1	50	5	35	1	61	1	30	2	40	1	54	3	35	0
E3	36	1	87	3	56	0	55	6	41	10	57	0	77	0	38	0	39	0	28	6
	52	0	52	0	49	0	40	0	33	2	48	0	70	1	37	0	51	6	38	5
E10	51	4	86	1	64	0	44	0	22	21	51	21	58	3	42	10	40	15	47	0
	47	3	55	0	37	0	25	11	37	19	23	3	20	7	32	0	13	0	27	0
E11	48	0	60	0	55	6	39	3	16	8	55	0	98	0	32	2	32	8	17	4
	26	0	55	0	33	1	25	0	27	4	35	0	58	0	33	2	30	0	22	6
E12	57	1	50	0	40	0	50	4	35	9	35	4	62	0	33	13	18	5	22	5
	32	0	52	1	35	2	35	5	24	4	33	0	68	6	32	0	26	5	18	11
E13	39	0	53	1	43	0	34	1	28	8	37	1	74	0	48	4	43	0	28	1
	32	0	51	0	39	0	38	6	31	14	34	0	52	1	34	2	33	4	25	10
E14	41	0	59	0	43	0	37	0	25	9	33	2	62	2	28	1	45	1	10	5
	27	1	49	0	45	0	48	1	18	7	29	0	47	3	26	1	19	6	20	8

Fonte: a autora

Nota-se que os estudantes progrediram ao manipular o OA pela segunda vez, pois o número de movimentos, bem como o número de erros foi menor. Isso indica que ao manipular o OA os estudantes elaboram estratégias para descobrirem o valor dos pesos desconhecidos em cada nível.

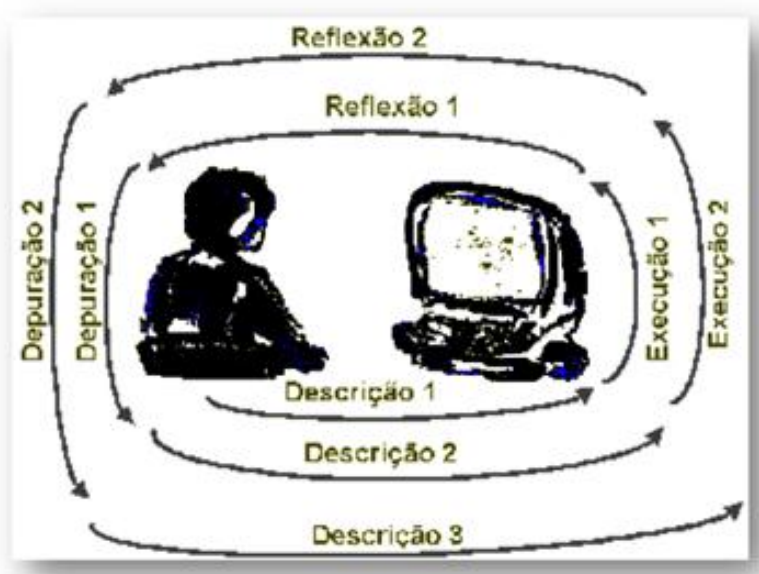
Almeida (2000) ressalta que o objetivo da utilização do computador é de possibilitar o uso pedagógico do mesmo, considerando-o como uma ferramenta para a construção do conhecimento e para o desenvolvimento do estudante.

Valente (1993) também destaca que essa interação do estudante com o computador pode favorecer a construção do conhecimento, pois ele é incitado a investigar e refletir acerca do produto da sua construção, do processo de construção e a respeito da sua ação mental ou física.

¹⁷ Os valores das primeiras linhas de cada estudante se refere a primeira jogada e das segundas linhas se refere a segunda jogada. A ficha teve como objetivo identificar quem ganharia o jogo.

Relacionando o desempenho desses estudantes com a espiral da aprendizagem proposta por Valente, pode-se destacar que ao manipularem o OA, eles foram desenvolvendo diferentes estratégias (P) para avançar em cada nível do OA. De acordo com Valente (2005), para elaborar P1, não é necessário que o estudante saiba tudo a respeito do problema ou do computador, a estratégia P1 começa a partir dos conhecimentos que ele já possui acerca do problema e dos recursos técnicos do computador. Isso é demonstrado na espiral de aprendizagem.

Figura 79 - Espiral de aprendizagem que ocorre na interação estudante-computador



Fonte: Valente, 2005, pág. 71.

A atividade de elaborar P1 significa a **descrição 1** dos conhecimentos de que o aprendiz dispõe em termos de comandos que o computador deve executar para que o problema seja resolvido.

A **execução1** de P1 fornece um resultado R1 que é obtido imediatamente e produzido de acordo com o que foi solicitado à máquina. Este resultado R1 é usado como objeto de **reflexão1**, podendo acarretar a depuração de P1.

A **depuração1** de P1 significa produzir uma versão P2 do programa, ou seja, uma **descrição2**. Esta versão P2 incorpora níveis mais sofisticados de conhecimentos, provenientes da reflexão realizada pelo aprendiz ou de novos conceitos e estratégias que o aprendiz assimilou por intermédio de consultas em livros, especialista, colegas etc. O programa P2 quando executado produz um resultado R2, que é usado como objeto de reflexão e, assim, sucessivamente. Entretanto, em cada ação do ciclo há incrementos de conhecimentos. Cada uma das ações, *descrição1, execução1, reflexão1 e depuração1, descrição2...*, contribui para a formação de uma espiral crescente de conhecimento que é construída à medida que o aprendiz interage com um computador (VALENTE, 2005, p.71).

Assim, a cada ciclo completado, mesmo errando e não obtendo um resultado de acordo com o esperado, o estudante está obtendo informações que são

úteis na construção do conhecimento, porque ao final de cada ciclo, o pensamento não é o mesmo em relação ao inicial. Por isso, o processo de construção do conhecimento cresce continuamente, em forma de espiral. As ações estão ocorrendo simultaneamente, em forma de remoinho. Na realidade, durante uma ação, o estudante pode estar pensando ou mesmo executando outra, ou seja, tanto as ações do ciclo quanto a espiral da aprendizagem acontecem ao mesmo tempo, uma alimentando a outra. Nesse sentido, a espiral não cresce se o ciclo não acontece (VALENTE, 2005).

Pelos dados apresentados no quadro 21, observa-se que os estudantes ao conhecerem o programa elaboraram estratégias para determinar o valor dos pesos desconhecidos em cada nível do OA, ou seja, a cada ciclo completado, os mesmos, refletiam e depuravam suas ideias para que conseguissem o menor número de movimentos e de erros em cada nível.

Essa constatação é reforçada pelos resultados de Freire (2007) que apontam que os estudantes podem desenvolver as seguintes estratégias ao manipular o OA Balança Interativa na resolução de problemas:

- Análise do intervalo: o estudante analisa o intervalo possível que um peso pode ter;
- Observação dos pesos já registrados – o aluno observa os pesos que já saíram e os elimina, dentro de suas possibilidades;
- Busca pela metade – consiste em encontrar cada peso, iniciando com a metade dos valores possíveis;
- Intercalar pesos – o aluno não usa uma sequência de pesos para tentar descobrir um valor desconhecido, e sim utiliza a sequência alternada;
- Sequência de pesos – o aluno tenta uma sequência de peso para descobrir o valor desconhecido;
- Uso de extremidades – o aluno inicia a descoberta de um peso pelos valores da extremidade.

No entanto, não será possível descrever quais foram as estratégias mobilizadas pelos sujeitos desta pesquisa, porque não houve uma discussão a respeito com os mesmos.

Acredita-se também que além das ações descritas por Valente (2005), descrição, execução, reflexão e depuração na interação estudante-computador, outro fator poderia ser agregado a essas ações, o espaço físico (ambiente). Isso porque o laboratório onde a pesquisa foi realizada não permite que ocorra um *feedback* pelo professor, pois o espaço destinado ao laboratório, além de ser pequeno, não possibilita a instalação de um quadro onde o professor possa fazer uma explanação das atividades que estão sendo desenvolvidas.

É relevante enfatizar que esses estudantes frequentavam o programa SAAM e que durante a resolução das questões não houve interferência da pesquisadora. Inferimos, a partir dos dados, que o uso das tecnologias, em especial Objetos de Aprendizagem, pode contribuir com o estudo dos Registros de Representação Semiótica, pois ao manipularem o OA Balança Interativa os estudantes demonstraram RRS nas resoluções das questões.

Devido à participação dos estudantes no projeto, a pesquisadora foi procurada pelas pedagogas desta escola. Estas demonstraram interesse na estratégia utilizada com esses estudantes e foi-lhe solicitado que elaborasse um minicurso para os professores de matemática. Em resposta, a pesquisadora prontificou-se em atender ao pedido. Além disso, a pesquisadora pretende apresentar os resultados evidenciados para o coletivo da escola, independente da proposta a ela apresentada, por compreender o caráter devolutivo subjacente às pesquisas de cunho qualitativo, cujos resultados nem sempre chegam ao ambiente onde os dados foram coletados.

6 CONSIDERAÇÕES FINAIS

Esta pesquisa foi desenvolvida com o objetivo de responder a seguinte questão: Que registros de representação semiótica estudantes da Sala de Apoio à Aprendizagem de Matemática evidenciam em resoluções de tarefas após a intervenção de recursos tecnológicos, em especial, Objetos de Aprendizagem? Além disso, tinha como propósito investigar possíveis contribuições da utilização desse recurso tecnológico para identificar os dois tipos de registro de representação semiótica, os tratamentos e as conversões, em tarefas realizadas por esses estudantes.

Diante dos resultados apresentados, pode-se concluir que o uso das tecnologias, em especial, o uso do OA Balança Interativa, favoreceu aos estudantes manifestarem registro de representação semiótica. Isso foi evidenciado nos registros escritos desses estudantes. A conversão e o tratamento foram manifestados corretamente em 57% dos registros efetuados por esses estudantes para ordenar e resolver o problema proposto pela questão.

Por meio das resoluções observou-se que os estudantes estabeleceram relações e comparações entre as informações descritas nas questões: exibiram mais de uma representação para uma mesma questão e desenvolveram uma linguagem mais concisa ao exprimirem a linguagem algébrica.

Embora, a linguagem algébrica tenha sido manifestada, alguns estudantes não conseguiram expressar-se por meio dela. Isso demonstra uma deficiência em relação ao pensamento algébrico desses estudantes, pois o conteúdo proposto pela pesquisa, equação do 1º grau, já tinha sido estudado pelos mesmos. Também observou-se dificuldades nas operações aritméticas básicas. Mas mesmo não resolvendo as questões corretamente, alguns estudantes tentaram expressar o seu pensamento. Isso significa que talvez os estudantes não estejam acostumados a resolver questões que levem em consideração a conversão da linguagem natural para uma linguagem matemática, ou seja, questões ao que foram propostas nesta pesquisa.

Assim, ressalta-se a importância de trabalhar na sala de aula atividades que levem os estudantes a explorarem as diversas formas de representar um objeto matemático, bem como a identificar os tratamentos mais adequados para cada tipo de representação.

Como a proposta da pesquisa foi identificar RRS nos registros escritos desses estudantes, não foi realizada uma entrevista com os mesmos, em relação aos resultados obtidos por eles após a resolução das questões. Isso não possibilitou que a pesquisadora tivesse informação a respeito das estratégias utilizadas, bem como das dificuldades apresentadas por eles. Por isso, propomos que futuras pesquisas realizem entrevistas com os estudantes, a fim de ter dados acerca das estratégias utilizadas.

Podemos afirmar que o objetivo da pesquisa foi alcançado, ou seja, a utilização da tecnologia em consonância com atividades que desenvolvam a construção do conhecimento pode favorecer a aprendizagem de conteúdos matemáticos.

Nesse sentido, acredita-se que se forem trabalhadas estratégias diferenciadas, como a que foi proposta nesta pesquisa, com o uso dos recursos tecnológicos, em especial OA, em atividades de ensino com esses estudantes que fazem parte do programa Sala de Apoio à Aprendizagem Matemática, as dificuldades de aprendizagem em matemática poderiam ser amenizada. Além disso, esses estudantes estariam realizando atividades com o auxílio do computador, que pode ser considerado um fator motivador, desde que a sua utilização esteja voltada para o pedagógico e esteja de acordo com atividades que propiciem a exploração, a investigação e a motivação para atingir o sucesso da aprendizagem.

Assim, a pesquisa é relevante para estudos futuros no que diz respeito ao uso das tecnologias e ao RRS nos processos de ensino e aprendizagem de conceitos matemáticos, isso porque, os estudantes conseguiram estabelecer relação do objeto em estudo com o OA utilizado por meio de várias representações (algébrica, numérica, figural). Outro fator relevante para pesquisas futuras está na relação da interação do estudante-computador segundo a espiral da aprendizagem de Valente (2005). Ao trabalhar com atividades no computador pode-se descrever como acontecem as fases descritas na espiral: descrição-execução-reflexão-depuração.

Diante disso, a pesquisa evidenciou que trabalhar estratégias diferenciadas, tais como, computador, internet, *software*, objetos de aprendizagem, com estudantes que apresentam dificuldades em matemática pode favorecer a aprendizagem dos mesmos. Ainda, consideramos que este trabalho servirá de subsídios aos professores de matemática, em específico aos que atuam na SAAM,

que é preciso valorizar o conhecimento que os estudantes já possuem. Se forem propiciados aos estudantes ambientes que possibilitem a capacidade de desenvolver formas de pensar, ou seja, que levem a construção do conhecimento, estes construirão seu próprio modo para expressar e justificar suas ideias. O uso das tecnologias no contexto escolar torna-se relevante na medida em que o professor percebe que ele é o mediador nos processos de ensino e aprendizagem, por isso, a necessidade de conhecer as potencialidades da tecnologia que pretende usar.

Por fim, a realização desta pesquisa, além de atender aos objetivos também possibilitou perceber que apesar das dificuldades, esses estudantes são capazes de superá-las, basta que se desenvolvam ações diferenciadas da sala de aula para que eles se sintam motivados a aprender. Além disso, compreender que a utilização das tecnologias no contexto escolar está relacionada com a integração da mesma ao currículo, ao ensino e à aprendizagem.

Assim, a relevância dessa pesquisa também está relacionada com atividades que podem ser trabalhadas com o uso do computador e da importância de atividades que tratem dos tratamentos e conversões para que a apreensão do objeto matemático seja alcançada.

Este trabalho foi apenas um começo, há muito que explorar no que diz respeito ao uso das tecnologias, em especial OA, com estudantes que apresentam dificuldades de aprendizagem em matemática, bem como pesquisas que investiguem a respeito das contribuições que a tecnologia pode possibilitar aos estudos de registros de representação semiótica na Educação Matemática.

REFERÊNCIAS

- ALMEIDA, Maria Elizabeth Biaconcini de. **Informática e formação de professores**. Brasília: Ministério da Educação, 2000.
- _____. **Tecnologias na Educação**: dos caminhos trilhados aos atuais desafios. Rio Claro: Bolema, ano 21, nº 29, 2008, p. 99 a 129. Disponível em: <http://www.periodicos.rc.biblioteca.unesp.br/index.php/bolema/article/view/1723>. Acesso em 24/11/2013.
- ALMOULOUD, Saddo Ag. **Fundamentos da didática da matemática**. Curitiba: UFPR, 2007.
- _____. Registros de representação semiótica e compreensão de conceitos geométricos. In: MACHADO, Sílvia Dias Alcântara (org.). **Aprendizagem em matemática: registro de representação semiótica**. 7 ed. São Paulo: Papirus, 2010. p.125-147.
- ALTOÉ, Anair; SILVA, Helena da. O desenvolvimento histórico das novas tecnologias e seu emprego na educação. In.: **Educação e novas tecnologias: formação de professores EAD nº 16**. Maringá: UEM, 2005.
- BARDIN, Laurence. **Análise de conteúdo**. 3 ed. Lisboa: Edições 70, 2004.
- BELINE, Willian. **Contradições emergentes entre proposta e implementação da informática na educação paranaense**: análise das falas dos assessores pedagógicos. 2006. Dissertação (Mestrado em Ensino de Ciências e Educação Matemática) - Universidade Estadual de Londrina, Londrina, 2006.
- BETTEGA, Maria Helena S. **Educação continuada na era digital**. 2. ed. São Paulo: Cortez, 2010.
- BOGDAN, Robert; BIKLEN, Sari Knopp. **Investigação qualitativa em educação**: uma introdução à teoria e aos métodos. Portugal: Porto, 1994.
- 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.

_____. **Projeto UCA – um computador por aluno.** Disponível em:
<<http://www.uca.gov.br/institucional/projetoPiloto.jsp>> Acesso em 20/12/2013.

CARRAHER, David William. A aprendizagem de conceitos matemáticos com auxílio do computador. In: ALENCAR, Eunice Soriano de (org). **Novas contribuições da Psicologia aos processos de ensino e aprendizagem.** 3 ed. São Paulo: Cortez, 1995. p. 169-201.

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. **Quando objetos digitais são efetivamente para aprendizagem:** o caso da matemática. **Anais...** Fortaleza: SBIE Simpósio Brasileiro de Informática na Educação, 2008. Disponível em:
<<http://www.proativa.virtual.ufc.br/publicacoes/artigos/7699a1d76bb3592fe3be4eef3e4c0a64.pdf>>. Acesso em 23/11/2013

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.

D'AMBROSIO, Ubiratan. Prefácio. In: BORBA, Marcelo de Carvalho; ARAÚJO, Jussara de Loiola. (org.). **Pesquisa qualitativa em educação matemática.** Belo Horizonte: Autêntica, 2004. p.11-23.

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

_____. Representação, compreensão e resolução de problemas aditivos. In: MACHADO, Sílvia Dias Alcântara (org.). **Aprendizagem em matemática: registro de representação semiótica.** 7 ed. São Paulo: Papirus, 2010. p.35-47.

DOMINONI, Nilcéia Regina Ferreira. **Utilização de diferentes registros de representação:** um estudo envolvendo funções exponenciais. 2005. Dissertação de Mestrado: Programa de Pós-Graduação em Ensino de Ciências e Educação Matemática da Universidade Estadual de Londrina. UEL, Londrina, 2005.

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: Papirus, 2010. p. 11-33.

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

_____. Registros de representação semiótica. In: FREITAS, José Luiz Magalhães de; REZENDE, Veridiana. **Entrevista:** Raymond Duval e a teoria dos registros de

representação semiótica. RPEM - Revista Paranaense de Educação Matemática. Campo Mourão, v.2, n.3, 2013. Disponível em: <http://www.fecilcam.br/rpem/documentos/v2n3/Entrevista.pdf>. Acesso em 25/11/2013.

FARIA, Rejane Waiandt Schuwartz. **Padrões fractais**: contribuições ao processo de generalização de conteúdos matemáticos. 2012. Dissertação de mestrado: Programa de Pós-Graduação em Educação Matemática da Universidade Estadual Paulista. Rio Claro, 2012.

FIOREZE, Leandra Anversa. **Atividades digitais e a construção dos conceitos de proporcionalidade**: uma análise a partir da teoria dos campos conceituais. 2010. Tese: Programa de Pós-Graduação em Informática na Educação do Centro Interdisciplinar de Novas Tecnologias na Educação da Universidade Federal do Rio Grande do Sul. UFRGS. Porto Alegre, 2010.

FREIRE, Raquel Santiago. **Objetos de aprendizagem para o desenvolvimento do pensamento algébrico no ensino fundamental**. 2007. Dissertação de mestrado: Programa de Pós-Graduação em Educação Brasileira da Universidade Federal do Ceará. UFC, Fortaleza, 2007.

GONÇALVES, Claudia Cristine Souza. Appel. **O professor e a formação para utilização do laboratório de informática**: revisitando uma trajetória na região metropolitana de Curitiba entre 1998 e 2010. 2011. Dissertação (Mestrado em Educação) - Setor de Educação. Universidade Federal do Paraná. UFPR, Curitiba, 2011.

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

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

LEITE, Monalisa de Abreu. **Processos de mediação de conceitos algébricos durante o uso de um objeto de aprendizagem**. Dissertação de mestrado: Programa de Pós-Graduação em Educação Brasileira da Universidade Federal do Ceará. UFC, Fortaleza, 2006.

LIMA, Claudio Woerle. **Representações dos números racionais e a medição de segmentos**: possibilidades com tecnologias informáticas. 2010. Dissertação de mestrado: Programa de Pós-Graduação em Educação Matemática da Universidade Estadual Paulista. Rio Claro, 2010.

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.

MALTEMPI, Marcos Vinícius. Construcionismo: pano de fundo para pesquisas em informática aplicada à Educação Matemática. In: BICUDO, Maria Aparecido Viggiani; BORBA, Marcelo de Carvalho (Org.). **Educação matemática**: pesquisa em movimento. 4. ed. São Paulo: Cortez, 2012. p. 287-307.

MELLO, Rosângela Menta. **A Tecnologia na educação**. 2008. Disponível em: <<http://rosangelamentapde.pbworks.com/w/page/9127607/A%20tecnologia%20na%20educa%C3%A7%C3%A3o>> Acesso em: 2 abr. 2013

MISKULIN, Rosana Giaretta Sguerra. As Possibilidades didático-pedagógico de ambientes computacionais na formação colaborativa de professores de matemática. In: FIORENTINI, Dario (Org.). **Formação de professores de matemática: explorando novos caminhos com outros olhares**. Campinas: Mercado das Letras, 2003. p. 217-248.

MORAN, José Manuel. **A educação que desejamos: novos desafios e como chegar lá**. 3 ed. Campinas: Papirus, 2008.

MORIN, Edgar. **O método: a natureza da natureza**. Portugal: Europa-América, 1991.

NAME, Miguel Asis. **Tempo de matemática** - 6ª série. São Paulo: Ed. Brasil, 1996.

OLIVEIRA, Maria Aparecida de. **A Informática no estado do Paraná: evolução histórica**. 2006. Monografia (Informática na Educação) – Universidade Estadual de Londrina – UEL, Londrina, 2006.

PARANÁ. Secretária de Estado da Educação. **Instrução n. 007/2011 – SUED/SEED**. Disponível em: <<http://www.educacao.pr.gov.br/arquivos/File/instrucoes/instrucao0072011.pdf>>. Acesso em: 15 mar. 2012.

_____. **Filosofia educacional**. Disponível em: <<http://www.diaadiaeducacao.pr.gov.br/portals/portal/filosofia.php>>. Acesso em 26 fev. 2013.

_____. **Caderno de atividades-matemática-anos finais do ensino fundamental**. Curitiba: SEED, 2009.

_____. **Diretrizes curriculares da educação básica do estado do Paraná: matemática**. Curitiba: SEED, 2008.

_____. **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.

_____. **Programas e projetos: sala de aula conectada Paraná**. Disponível em: <<http://www.gestaoescolar.diaadia.pr.gov.br/modules/conteudo/conteudo.php?conteudo=506>>. Acesso em: 29 maio 2013.

PONTE, João Pedro; OLIVEIRA, Hélia; VARANDAS, José Manuel. O Contributo das tecnologias de informação e comunicação para o desenvolvimento do conhecimento e da identidade profissional. In: FIORENTINI, Dario (Org.). **Formação de professores de matemática: explorando novos caminhos com outros olhares**. Campinas: Mercado das Letras, 2003. p. 159-192.

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.

SAMPAIO, Shirley Mesquita; SANTANA, Larissa Elfisia de Lima. A concepção de fração de pedagogos em formação: contribuições da teoria dos registros de representação semiótica. In: BARRETO, Marcília Chagas (Org.). **Matemática, aprendizagem e ensino.** Fortaleza: EDUECE, 2013. p.33-45.

SANTAELLA, Lucia. **O que é semiótica.** São Paulo: Brasiliense, 2012.

SANTANA, Larissa Elfisia de Lima; SILVA, Silvana Holanda da. Conhecimentos de professoras polivalentes em geometria. In: BARRETO, Marcília Chagas (Org.). **Matemática, aprendizagem e ensino.** Fortaleza: EDUECE, 2013. P. 47-64.

Super Logo 3.0. Disponível em: <http://www.nied.unicamp.br/?q=content/super-logo-30>.

VALENTE, José Armando. **A espiral da espiral de aprendizagem:** o processo de compreensão do papel das tecnologias de informação e comunicação na educação. 2005. Tese: Instituto de Artes da Universidade Estadual de Campinas. Unicamp. Campinas, 2005.

_____. 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.

_____. Por que o computador na educação? In: _____. **Computadores e conhecimento:** repensando a educação. Campinas: Gráfica Central da Unicamp, 1993.

ZULATTO, Rúbia Barcelos Amaral. **Professores de matemática que utilizam Softwares de geometria dinâmica:** suas características e perspectivas. 2002. Dissertação de mestrado: Programa de Pós-Graduação em Educação Matemática da Universidade Estadual Paulista. Rio Claro, 2002.

APÊNDICES

APÊNDICE A – FICHA DE MOVIMENTOS E ERROS

Nome: _____ Idade: _____ Série: _____

Nível 1	Nível 2	Nível 3	Nível 4	Nível 5
Movimentos: _____ Erros: _____	Movimentos: _____ Erros: _____	Movimentos: _____ Erros: _____	Movimentos: _____ Erros: _____	Movimentos: _____ Erros: _____
Nível 6	Nível 7	Nível 8	Nível 9	Nível 10
Movimentos: _____ Erros: _____	Movimentos: _____ Erros: _____	Movimentos: _____ Erros: _____	Movimentos: _____ Erros: _____	Movimentos: _____ Erros: _____

APÊNDICE B – QUESTÕES

1) A balança está em equilíbrio. Um dos pratos contém um queijo e 6 quilos. O outro prato contém 11 quilos.



a) Escreva, usando a linguagem matemática, a equação que está representada na balança de dois pratos.

b) Qual o valor do peso do queijo?

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?

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.

a) Escreva a equação matemática que corresponde a essa situação.

b) Quanto Pedro pagou pelo MP4?

4) Maria comprou uma mesa e quatro cadeiras. Sabendo que cada cadeira custou R\$65,00 e o valor total da compra foi de R\$580,00. Quanto Maria pagou pela mesa?

5) Num prato de uma balança, um menino colocou 2 canetas e 5 borrachas. Elas se equilibraram com 7 lápis colocados no outro prato. Se cada lápis tem 5 gramas e cada borracha, 3 gramas. Quantos gramas têm cada caneta?

ANEXOS

ANEXO A - TERMO DE CONSENTIMENTO LIVRE E ESCLARECIDO**AUTORIZAÇÃO**

AUTORIZO a aluna Anágela Cristina Morete Felix, regularmente matriculada no Programa Ensino de Ciências e Educação Matemática, Mestrado, na Universidade Estadual de Londrina – UEL, a utilizar parcial, ou integralmente, anotações, gravações em áudio ou vídeo, das falas do menor _____, para fins de pesquisa relacionados ao mestrado, podendo divulgá-las em publicações, congressos e eventos da área com a condição de que seu nome e seu vídeo não serão divulgados em hipótese alguma.

NOME DO PAI OU RESPONSÁVEL:

RG: _____

Data: _____

Telefone: () _____ E-mail: _____

Assinatura Pai ou Responsável

Aluna de Mestrado: Anágela Cristina Morete Felix

Orientador: Prof^a. Dr^a. Rosana Figueiredo Salvi