

UNIVERSIDADE FEDERAL DO PARANÁ

BRUNA DEROSI

OBJETOS DE APRENDIZAGEM E LOUSA DIGITAL NO TRABALHO COM
ÁLGEBRA: AS ESTRATÉGIAS DOS ALUNOS NA UTILIZAÇÃO DESSES
RECURSOS

CURITIBA
2015

UNIVERSIDADE FEDERAL DO PARANÁ

BRUNA DEROSSI

OBJETOS DE APRENDIZAGEM E LOUSA DIGITAL NO TRABALHO COM
ÁLGEBRA: AS ESTRATÉGIAS DOS ALUNOS NA UTILIZAÇÃO DESSES
RECURSOS

Dissertação apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Educação em Ciências e em Matemática, Linha de Educação em Matemática, Universidade Federal do Paraná, como parte das exigências para a obtenção do título de Mestre em Educação Matemática.

Orientador: Prof. Dr. Marco Aurélio Kalinke

CURITIBA
2015

D437o

Derossi, Bruna

Objetos de aprendizagem e lousa digital no trabalho com álgebra : as estratégias dos alunos na utilização desses recursos/ Bruna Derossi. – Curitiba, 2015.

137 f. : il. color. ; 30 cm.

Dissertação - Universidade Federal do Paraná, Setor de Ciências Exatas, Programa de Pós-graduação em Educação em Ciências e em Matemática, 2015.

Orientador: Marco Aurélio Kalinke .

Bibliografia: p. 133-137.

1. Interfaces (Computador). 2. Sistemas de computação interativos. 3. Álgebra - Estudo e ensino. 4. Objetos de aprendizagem. 5. Estratégias de aprendizagem. I. Universidade Federal do Paraná. II. Kalinke, Marco Aurélio. III. Título.

CDD: 371.33467



PARECER

Defesa de Dissertação de **BRUNA DEROSI**, intitulada "**OBJETOS DE APRENDIZAGEM E LOUSA DIGITAL NO TRABALHO COM ÁLGEBRA: AS ESTRATÉGIAS DOS ALUNOS NA UTILIZAÇÃO DESSES RECURSOS**", para obtenção do Título de Mestra em Educação em Ciências e em Matemática.

De acordo com o Protocolo aprovado pelo Colegiado do Programa, a Banca Examinadora composta pelos professores abaixo-assinados arguiu, nesta data, a candidata acima citada. Procedida a arguição, a Banca Examinadora é de Parecer que a candidata está **apta ao Título de MESTRA EM EDUCAÇÃO EM CIÊNCIAS E EM MATEMÁTICA**, tendo merecido as apreciações abaixo:

BANCA	ASSINATURA	APRECIÇÃO
Prof. Dr. Marco Aurélio Kalinke (orientador)		Aprovada
Profª. Drª. Angelita Minetto Araújo		Aprovada
Profª. Drª. Luciane Ferreira Mocrosky		Aprovada
Prof. Dr. Emerson Rolkouski		APROVADA

Curitiba, 19 de Março de 2015

Prof. Dr. Carlos Roberto Vianna
Coordenador do Programa de Pós-Graduação
em Educação em Ciências e em Matemática.



A computação com máquinas é um fenômeno peculiar que se fez presente em nossas vidas. Buscar entendê-la nos leva a conhecer mais dos nossos próprios modos de ser, pois a presença da computação em nosso mundo desencadeou experiências únicas, que lançam luzes sobre recônditos em nós antes pouco explorados.

Orlando de Andrade Figueiredo

Dedico a todos que têm interesse em compreender melhor o processo de aprendizagem em Matemática relacionado às novas tecnologias de informação e comunicação, bem como, aos que buscam uma compreensão sobre o assunto.

AGRADECIMENTOS

Aos meus pais, Décio Luiz Derossi e Silvana Margarete Derossi, por apoiarem minha escolha e darem todo o suporte necessário.

Aos meus familiares, irmão, tios, tias, primos, avós, que mesmo não contribuindo diretamente, sempre torceram pelas minhas conquistas.

Aos meus amigos residentes nas cidades de Cascavel, São Paulo e Caxias do Sul, que mesmo distantes sempre torceram por minhas escolhas e conquistas.

A família construída no Colégio Adventista do Portão (CAP), por todo apoio e por terem compreendido os momentos em que não pude estar presente.

Ao meu orientador Marco Aurélio Kalinke, querido amigo e modelo a ser seguido, por todo tempo dedicado a mim e pela paciência, orientação e colaboração ao longo dessa caminhada acadêmica.

Ao GPTEM, grupo de pesquisa do qual participo, pelas contribuições e amplas discussões que foram importantes nessa jornada.

Aos amigos e colegas de Mestrado que acompanharam e tanto apoiaram essa fase da minha vida, em especial aos colegas: Alcione Cappelin, Cristiane Diniz, Diego Ferreira, Eloísa Rosotti, Laíza Erler Janegitz, Mariana Ribeiro e Renata Balbino por incentivarem o meu ingresso ao mestrado e meus estudos nos momentos difíceis.

Aos professores Angelita Minetto Araújo, Luciane Ferreira Mocrosky e Emerson Rolkouski por terem aceitado participar da banca e pelas ricas contribuições dadas ao trabalho.

Aos professores do PPGECM Carlos Roberto Vianna (coordenador), Emerson Rolkouski (vice-coordenador), Flavia Dias, José Carlos Cifuentes, Leônia Gabardo Negrelli, Luciane Ferreira Mocrosky, Luciane Mulazani dos Santos, Marco Aurélio Kalinke, Marco Aurélio Zanlorenzi, por todo conhecimento transmitido e por me darem uma visão mais ampla da Educação Matemática.

E a todos aqueles que não foram aqui citados, mas que direta ou indiretamente contribuíram para a realização desse sonho.

RESUMO

Em nosso trabalho analisamos que estratégias são utilizadas pelos alunos do 9º ano do Ensino Fundamental II na resolução de problemas de Álgebra com uso de objetos de aprendizagem nas lousas digitais em relação às utilizadas no uso de lápis e papel. Para isso, inicialmente buscamos entender como as TIC influenciam o pensamento humano; chegando à conclusão de que elas reorganizam nosso pensamento, fazendo com que pensemos de formas diferentes quando trabalhamos com algum material digital. Concluímos também que as lousas digitais são ferramentas multimídias que vem sendo instaladas em boa parte das escolas brasileiras e podem proporcionar aulas mais dinâmicas por meio de uma linguagem digital. Os objetos de aprendizagem, por sua vez, potencializam as ferramentas das lousas digitais e permitem que os alunos explorem um determinado conteúdo arrastando objetos com uma caneta ou com o dedo, dependendo do modelo de lousa utilizado. Além disso, nosso estudo revelou que, quando trabalham com o lápis e o papel, as principais estratégias utilizadas pelos alunos são aquelas que não envolvem procedimentos algébricos, ou seja, na maioria das vezes, os alunos optam por procedimentos numéricos, mesmo tratando-se de problemas que envolvem a Álgebra. Destacamos que a estratégia mais frequente identificada nas resoluções com lápis e papel é a tentativa e erro, na qual o aluno vai substituindo a letra por algum valor numérico até encontrar um resultado satisfatório. Nossa pesquisa revelou também que na utilização de um OA na LD, os alunos participaram intensivamente das resoluções, opinando e dando caminhos para o colega que estava utilizando o OA, surgindo, neste caso, a construção de um conhecimento coletivo, o que evidencia um possível coletivo pensante. Além disso, percebemos que, como o OA não dava a opção de substituir um valor numérico no lugar da variável, o aluno acabou resolvendo a equação passo a passo, utilizando procedimentos mais próximos de algébricos. Houve também a presença da interatividade (aluno com o OA e a LD) e da interação (aluno com aluno), evidenciando um possível coletivo pensante.

Palavras-chave: Lousa digital, Objetos de Aprendizagem, Álgebra, Estratégias.

ABSTRACT

In our work we analyzed which strategies are used by students in elementary school from 9th grade solving Algebra II problems using learning objects in digital whiteboards and its relation to the use of pencil and paper. In order to do this, first we sought to understand how information and communication technologies (ICT) influence human thought; coming to the conclusion that they reorganize our thinking, making us think differently when working with any digital material. We also concluded that digital whiteboards are multimedia tools that have been installed in most of the Brazilian schools and they can provide more dynamic classes through a digital language. Learning objects, in turn, enhance the tools of digital whiteboards and allow students to explore a particular content by dragging objects with a pen or a finger, depending on the blackboard model used. In addition, our study showed that, when working with pencil and paper, the main strategies used by students are those that do not involve algebraic procedures, it means, in most part, students chose numerical procedures, even in case of problems involving algebra. We emphasized that the most common strategy identified in the resolutions with pencil and paper is trial and error, in which the student tries to find a satisfactory result by replacing the letter for some numerical value. Our research also revealed that when they use an LO (learning object) on the DB (digital board), students participated intensively in solving the problems, opining and giving ways to the classmate who was using the LO, emerging, in this case, the construction of a collective knowledge which shows a possible collective thinking. Furthermore, we realized, considering that the LO did not give the option of replacing a numeric value instead of the variable, the student solved the equation step by step using procedures closer to the algebraic way. There was also the presence of interactivity (student with LO and DB) and interaction among students, evidencing a possible collective thinking.

Keywords: Digital Whiteboard, Learning Objects, Algebra, Strategies.

SUMÁRIO

CAPÍTULO I – INTRODUÇÃO	13
1.1 TIC - UMA VISÃO GERAL	13
1.2 DELIMITAÇÃO DO PROBLEMA.....	18
1.3 OBJETIVOS.....	24
1.3 METODOLOGIA	25
CAPÍTULO II - AS TIC NA EDUCAÇÃO: UMA NOVA FORMA DE APRENDIZAGEM	30
2.1 AS TECNOLOGIAS DE INFORMAÇÃO E COMUNICAÇÃO	30
2.2 OLEG K. TIKHOMIROV.....	31
2.3 PIERRE LÉVY	35
2.4 BORBA E VILARREAL	38
2.5 NOVAS PRÁTICAS PEDAGÓGICAS PROPORCIONADAS PELAS TIC.....	41
CAPÍTULO III - LOUSA DIGITAL E OBJETOS DE APRENDIZAGEM.....	48
3.1 LOUSA DIGITAL (LD)	48
3.1.1 Modelos de lousas digitais	49
3.1.2 Elementos básicos de uma LD.....	51
3.1.3 Ferramentas básicas.....	53
3.1.4 Lousa digital e educação.....	54
3.2 OBJETOS DE APRENDIZAGEM (OA)	58
3.2.1 Alguns repositórios de OA	61
3.2.2 Objetos de aprendizagem e os processos educacionais.....	65
CAPÍTULO IV - A ÁLGEBRA E A APRENDIZAGEM EM MATEMÁTICA.....	72
4.1 APRENDIZAGEM EM ÁLGEBRA	72
4.2 RESOLUÇÃO DE PROBLEMAS ENVOLVENDO ÁLGEBRA COM O USO DE LÁPIS E PAPEL.....	74
CAPÍTULO V – OBJETO DE APRENDIZAGEM SELECIONADO	95
5.1 REPOSITÓRIO DO OA - <i>BIBLIOTECA NACIONAL DE MANIPULADORES VIRTUALES</i>	95
5.2 <i>BALANZA ALGEBRAICA</i>	96
5.2.1 Características do objeto de aprendizagem.....	96
5.2.2 Algumas limitações do OA	104
CAPÍTULO VI - ANÁLISE DOS DADOS	107
6.1 OA <i>BALANZA ALGEBRAICA</i> – primeiro encontro	108
6.2 OA <i>BALANZA ALGEBRAICA</i> – segundo encontro	119

CAPÍTULO VII – CONSIDERAÇÕES FINAIS	129
REFERÊNCIAS.....	133

LISTA DE FIGURAS

Figura 1: <i>Smiles</i> representando diferentes sensações.	14
Figura 2: Modelo de lousa digital <i>Promethean</i> com a utilização de duas canetas.	27
Figura 3: Funcionamento da lousa digital.....	48
Figura 4: Lousa digital sendo manuseada pela caneta.....	49
Figura 5: Lousa digital tátil.	50
Figura 6: Lousa digital portátil.	50
Figura 7: Computador Interativo com Lousa Digital.....	51
Figura 8: <i>Site</i> do modelo de lousa <i>Promethean Planet</i>	54
Figura 9: Página da RIVED com apresentação de um objeto de aprendizagem.....	61
Figura 10: Página do Banco Internacional de Objetos Educacionais.....	63
Figura 11: Página do <i>site</i> PROATIVA.....	64
Figura 12: Página de livro digital.....	65
Figura 13: Objeto de aprendizagem “Quadrado dos Radicais”.	67
Figura 14: Parte da atividade 1 aplicada na pesquisa de Fernandes (2011).	84
Figura 15: Parte da atividade 2 aplicada na pesquisa de Fernandes (2011).	85
Figura 16: Parte da atividade 3 aplicada na pesquisa de Fernandes (2011).	86
Figura 17: Questão aplicada na pesquisa de Beltrão (2010).	88
Figura 18: Questão aplicada na pesquisa de Nobre, Amado e Ponte (2013).	90
Figura 19: Página inicial do <i>site</i> da Biblioteca Nacional de Manipuladores Virtuales. ...	96
Figura 20: Tela inicial do objeto de aprendizagem <i>Balanza Algebraica</i>	97
Figura 21: Tela inicial do objeto de aprendizagem <i>Balanza Algebraica</i> na opção negativa.....	98
Figura 22: Representação da equação $3x + 4 = x + 6$	99
Figura 23: Tela que apresenta mensagem de erro ao subtrair 6 de ambos os membros da equação $3x+4 = x + 6$	100
Figura 24: Tela que apresenta a resolução da equação $3x+4 = x + 6$	101
Figura 25: Tela da função “Criar Problema”.....	104
Figura 26: Tela apresentando mensagem de que a equação não cabe na balança. .	105
Figura 27: Tela que apresenta uma equação que não pode ser resolvida pelo OA. ..	106
Figura 28: Caneta utilizada no modelo de lousa <i>Promethean</i>	107
Figura 29: Representação da equação $3x + 1 = x + 7$, mostrando a balança em equilíbrio.	110

Figura 30: Tela que apresenta a ferramenta lixeira.....	113
Figura 31: Tela que apresenta mensagem informando que não pode somar 9 a ambos os membros da equação.....	121

LISTA DE TABELAS

Tabela 1 - Três suposições sobre como a mente funciona em Aprendizagem Multimídia.	33
Tabela 2 – Problemas aplicados na pesquisa de Freire, Cabral e Filho (2004).	75
Tabela 3 – Sistema de pontuação com cinco valores Escala de Cinco Pontos, elaborada por Charles.	80
Tabela 4 – Problemas aplicados na prova da pesquisa de Quintiliano (2011).	82

CAPÍTULO I – INTRODUÇÃO

Nesta introdução apresentaremos uma visão geral das tecnologias de informação e comunicação (TIC¹) inseridas na sociedade, além de apresentarmos a delimitação do nosso problema, os objetivos de nossa pesquisa e a metodologia utilizada para a coleta dos dados.

1.1 TIC - UMA VISÃO GERAL

As tecnologias de informação e comunicação estão presentes em nossa vida. Assim como a máquina a vapor marcou a primeira revolução industrial, o computador pode ter sido o principal responsável por aquilo que se chama muitas vezes de a “segunda revolução industrial” (CHURCHHOUSE, R. F. *et al*, 1987).

Com o crescimento rápido e o aprimoramento das tecnologias digitais, as formas de comunicação e acesso a informações também se modificaram. Hoje é possível saber o que está acontecendo em outros países do mundo em questão de segundos, basta acessarmos a internet. Isso faz com que alteremos rotinas e procedimentos com os quais estávamos acostumados. Essa realidade reflete-se também nas escolas e traz à tona a necessidade da inserção das TIC no contexto educacional.

Além disso, a maneira como as pessoas se comunicam também foi alterada. Atualmente é possível comunicar-se pelo uso de vídeos, fotos e ícones que expressam o que estamos sentindo e pensando. Podemos analisar exemplos dessas formas de comunicação a seguir:

- **Comunicação utilizando vídeo:** Atualmente é possível conversarmos com outra pessoa que esteja em outro lugar do mundo visualizando-a e ouvindo o que ela fala. Uma ferramenta que possibilita essa forma de

¹ Neste trabalho entendemos como TIC as Tecnologias de Informação e Comunicação como computadores, *tablets*, lousas digitais, *web* e similares.

comunicação é o *Skype*². Ele permite que o usuário faça chamadas de voz e vídeo gratuitamente estando conectado à internet e a qualquer dispositivo que permita o acesso a ela.

- **Comunicação pelo uso de fotos:** Outra forma de comunicação é pelo uso de fotos. Atualmente é comum tirar *selfies* de momentos vivenciados no dia a dia e compartilhar com outras pessoas nas redes sociais. Lembramos que o *selfie* é uma espécie de autorretrato em que a própria pessoa tira e aparece na foto. Essa forma de comunicação tornou-se possível apenas com a evolução das tecnologias e passou a ser comum, especialmente entre os jovens.
- **Comunicação utilizando ícones:** Nesse caso, principalmente em redes sociais como o *facebook*³, os usuários expressam seus pensamentos e sentimentos por meio de desenhos, chamados de *smiles*, que representam essas sensações. Ou seja, se a pessoa está feliz, publica em sua rede social, ou no *chat* com algum amigo, uma carinha que representa uma pessoa feliz. Alguns desses *smiles* podem ser observados na figura 1.



Figura 1: *Smiles* representando diferentes sensações.
Fonte: Imagem da *web*⁴.

² Disponível em: <<http://www.skype.com/pt-br/>>. Acesso em: 07 dez. 2014.

³ Disponível em: <<https://www.facebook.com/>>. Acesso em: 07 dez. 2014

⁴ Disponível em:

<http://t2.ftcdn.net/jpg/00/06/50/55/400_F_6505526_C9vdBrmhUX4DY9MqQkLT0J5CPB8GQWCS.jpg>. Acesso em: 13 fev. 2015.

Sobre o advento das TIC, Kenski (2011) afirma que estamos vivendo uma nova era em que as TIC se desenvolvem com grande rapidez e por isso, “a aprendizagem por toda a vida torna-se consequência natural do momento social e tecnológico que vivemos”. Para ela, quando os recursos tecnológicos são bem utilizados, “provocam a alteração dos comportamentos de professores e alunos, levando-os ao melhor conhecimento e maior aprofundamento do conteúdo estudado” (KENSKI, 2011, p. 45).

Concordamos com Kenski e nessa perspectiva apresentamos um estudo realizado pelo Núcleo de Informação e Coordenação do Ponto BR (NIC.br)⁵, por meio de seu Centro de Estudos sobre as Tecnologias da Informação e da Comunicação (CETIC.br). Este estudo concluiu que os recursos tecnológicos estão longe de serem utilizados de forma a explorar todas as suas potencialidades e contou com a participação de 650 estabelecimentos educacionais, sendo 497 públicos e 153 particulares revelando que a utilização de recursos tecnológicos no âmbito da escola, permanece como um desafio a ser enfrentado.

A pesquisa foi realizada em 2012 com professores de Língua Portuguesa e Matemática e com alunos de três níveis de ensino: 5º ano do Ensino Fundamental I, 9º ano do Ensino Fundamental II e 2º ano do Ensino Médio. Os resultados da pesquisa nas escolas públicas apontam que as atividades mais comuns em sala de aula são aquelas em que não há a utilização de tecnologia.

Entre os professores das escolas privadas observa-se comportamento similar aos das escolas públicas. As atividades mais comuns nesses estabelecimentos são exercícios, aulas expositivas e interpretação de texto, no caso das aulas de português. Entretanto, de forma geral, nas escolas particulares o uso das tecnologias é maior entre os professores, quando comparado com o uso nas escolas públicas. Nas escolas particulares, 36% utilizam as TIC em suas aulas enquanto que entre os professores da rede pública apenas 24% as utilizam. Dessa forma, concluímos que apesar de o computador e outros recursos tecnológicos fazerem parte das vidas dos

⁵ Disponível em: <<http://www.nic.br/imprensa/releases/2012/rl-2012-16.htm>>. Acesso em 05 mar. 2014.

alunos, pelo uso de celulares, computadores, *tablets*, entre outros, dificilmente eles entram em contato com essas tecnologias na escola.

Por isso, acreditamos que despertar a atenção dos educandos para aulas somente expositivas será uma tarefa cada vez mais difícil para o professor, pois, à medida que as tecnologias evoluem, trazem novas possibilidades para a sala de aula como podemos observar pela fala de Primo (2007):

A atual sociedade em rede exige um repensar sobre as certezas que tínhamos sobre a comunicação mediada. De fato, os meios digitais abrem novas formas de comunicação e demandam a reconfiguração dos meios tradicionais ao mesmo tempo que amplificam potenciais pouco explorados. A instantaneidade dos intercâmbios mediados, as tecnologias de armazenamento e recuperação de informações e a escrita e leitura hipertextuais vêm também desafiar a estabilidade de alguns consensos teóricos (PRIMO, 2007, p. 9).

Dessa forma, acreditamos que as TIC podem ser auxiliares no processo educacional, desde que sejam utilizadas de forma a contribuir nas atividades pedagógicas, pois podem proporcionar aos alunos novas formas de aprendizagem quando utiliza-se vídeos, sons, imagens, simulações, animações, etc. Em Matemática, mais especificamente, as TIC podem se mostrar como bons recursos didáticos.

Para o processo de ensino e aprendizagem de Matemática, as TIC podem oferecer uma grande contribuição, à medida que: i) reforçam o papel da linguagem gráfica e de novas formas de representação; ii) relativizam a importância do cálculo; iii) permitem a manipulação simbólica (BATISTA, BARCELOS e AFONSO, 2008, p. 1).

Partindo desse contexto, acreditamos que a inserção das TIC na educação necessita ser mais explorada, mostrando suas possibilidades e avanços, para que professores e demais pesquisadores possam sentir a necessidade dessa aliança entre tecnologias e escola. Por isso, a fim de contribuir com estudos já feitos sobre a utilização das TIC no contexto escolar, o presente trabalho pretende investigar que estratégias são utilizadas pelos alunos do 9º ano do Ensino Fundamental II na resolução de problemas de

Álgebra com uso de objetos de aprendizagem nas lousas digitais em relação às utilizadas no uso de lápis e papel.

Para tanto, investigamos como as tecnologias influenciam o pensamento humano, nas visões de Tikhomirov (1981), Lévy (1993) e Borba e Vilarreal (2005). Em seguida, buscamos na literatura pesquisas que nos trouxessem uma visão sobre as estratégias utilizadas pelos alunos na resolução de problemas que envolvem equação do primeiro grau, normalmente trabalhados no 9º ano do Ensino Fundamental II, utilizando lápis e papel.

Aplicamos, então, um objeto de aprendizagem na lousa digital, relacionado ao mesmo conteúdo explorado na pesquisa bibliográfica, para analisarmos as estratégias de alunos do 9º ano frente a essas ferramentas digitais. Com esses dados, analisamos se as estratégias desenvolvidas quando os alunos lançam mão do lápis e papel são diferentes das utilizadas quando trabalham com OA na LD.

Assim, a estrutura da pesquisa segue da seguinte forma:

Capítulo 1 – apresentamos uma visão geral das TIC nos processos educacionais, bem como a delimitação, os objetivos da pesquisa e a sua metodologia.

Capítulo 2 – traçaremos considerações sobre as tecnologias na educação e suas influências nos processos de ensino e aprendizagem, relacionando as ideias de Tikhomirov (1981), Lévy (1993) e Borba e Vilarreal (2005) que nos chamam a atenção para a influência dos computadores (que aqui entendemos como as TIC) no pensamento humano, trazendo a ideia de que o ser humano raciocina diferente quando está utilizando alguma tecnologia. Além disso, falaremos também sobre a necessidade de novas práticas pedagógicas que surgem com outras formas de pensar proporcionadas pelas TIC, as quais são defendidas por Kenski (2011).

Capítulo 3 – apresentamos a lousa digital e os objetos de aprendizagem destacando suas principais características e funcionalidades além de destacar suas relações com a educação.

Capítulo 4 – fazemos uma revisão de literatura relacionada às estratégias que os alunos utilizam para resolver problemas de Álgebra analisando suas produções escritas.

Capítulo 5 – apresentamos o objeto de aprendizagem escolhido para a aplicação com os alunos. Nessa parte, especificamos o OA explicitando suas funcionalidades e principais características.

Capítulo 6 – analisamos os dados coletados na pesquisa de campo.

Capítulo 7 – são apresentadas as considerações finais do estudo e as perspectivas para trabalhos futuros.

1.2 DELIMITAÇÃO DO PROBLEMA

Como apresentado, os avanços tecnológicos causam alterações em praticamente todos os segmentos de nossa sociedade, afetando a maneira como pensamos e atuamos. Lévy (1993), afirma que novas maneiras de pensar e de conviver estão sendo elaboradas. Para ele, a tecnologia amplifica, exterioriza e modifica numerosas funções cognitivas e favorece:

- novas formas de acesso à informação: navegação por hipertexto, caça à informação através de mecanismos de pesquisa, *knowbots* ou agentes de *software*, exploração contextual através de mapas dinâmicos de dados;
- novos estilos de raciocínio e de conhecimento, tais como a simulação, verdadeira industrialização da experiência do pensamento, que não advém nem da dedução lógica nem da indução a partir da experiência (LÉVY, 1999, p. 159).

Essas alterações de acesso à informação e estilos de raciocínio, fazem com que o conhecimento assuma um papel de destaque nessa nova sociedade que se apresenta, e com isso a demanda por uma nova postura dos profissionais é maior, requerendo um repensar dos processos educacionais, principalmente aqueles relacionados à formação de profissionais e processos de aprendizagem.

Kenski (2011) nos chama atenção para essas alterações causadas na sociedade pelas tecnologias afirmando que na atualidade, há o surgimento de uma nova sociedade, chamada sociedade tecnológica, que é determinada principalmente pelos avanços das tecnologias digitais de comunicação e pela microeletrônica⁶. Essas tecnologias, quando disseminadas socialmente, tem a capacidade de alterar “as qualificações profissionais e a maneira como as pessoas vivem cotidianamente, trabalham, informam-se e se comunicam com outras pessoas e com o mundo” (KENSKI, 2011, p. 22).

Devido a essa atual situação da sociedade, quando falamos em educação acreditamos que se devem construir novos modelos de espaço dos conhecimentos, assim,

No lugar de uma representação em escalas lineares e paralelas, em pirâmides estruturadas em “níveis”, organizadas pela noção de pré-requisitos e convergindo para saberes “superiores”, a partir de agora devemos preferir a imagem de espaços de conhecimentos emergentes, abertos, contínuos, em fluxo, não lineares, se reorganizando de acordo com os objetivos ou os contextos, nos quais cada um ocupa uma posição singular e evolutiva (LÉVY, 1999, p. 160).

De forma geral, acreditamos que as mudanças na sociedade ocorridas devido à evolução das tecnologias tem afetado diretamente a educação, fazendo com que surja a necessidade de outras práticas pedagógicas. Seguindo nessa perspectiva, Kenski (2011) relata que o uso das TIC na escola passou por quatro principais momentos:

- o primeiro em que o computador era pensado como uma máquina de escrever aperfeiçoada e com memória;
- um segundo momento em que surgiram CDs, DVDs, programas interativos, enciclopédias, imagens, sons e as TIC passaram a ser vistas como recursos que ajudariam em pesquisas e a realizarem alguns trabalhos diferentes, como projetos interdisciplinares;

⁶ A microeletrônica, “engloba todos os aspectos relevantes da engenharia para fabricação e projeto de circuitos e sistemas integrados de dimensões reduzidas. O seu foco principal consiste na pesquisa e desenvolvimento de novos materiais, dispositivos avançados, circuitos e sistemas integrados”. Disponível em: <<http://www.ppgee.poli.usp.br/content/Microeletronica>>. Acesso em: 07 dez. 2014.

- um terceiro momento em que ocorreu um salto nas relações entre educação e tecnologias com o surgimento da internet e a possibilidade de comunicação entre os computadores e o acesso de informações em outros lugares do mundo;
- e um momento mais recente em que se criam os ambientes virtuais de aprendizagem os quais abrem um novo espaço possibilitado pelas tecnologias digitais.

Essas novas realidades educacionais evidenciadas pelo uso das TIC e dos ambientes de aprendizagem nos fazem pensar sobre a realidade da escola e da atuação de professores e alunos. Assim, destacamos as tecnologias poderão ajudar a impulsionar a educação de acordo com as necessidades sociais de cada época. Pois, “as mais modernas tecnologias de informação e comunicação exigem uma reestruturação ampla dos objetivos de ensino e aprendizagem e, principalmente, do sistema escolar” (KENSKI, 2011, p. 102).

Nesse sentido, acreditamos que o professor precisa se inteirar das mudanças. Ou seja, sua formação precisa lhe garantir segurança para administrar a diversidade de seus alunos, os quais muitas vezes já estão familiarizados com as tecnologias. Por isso, professores bem formados podem utilizar as tecnologias de forma criativa podendo auxiliar os alunos a desenvolverem mais interesse e colaboração.

Atualmente temos dois extremos de professores: os que estão familiarizados com as TIC e os que se recusam a utilizá-la, pois se encontram em uma “zona de conforto”, citada por Borba e Penteado (2001), e que refere-se ao fato de os professores não mudarem suas práticas, pois acreditam que estas já dão o resultado esperado por eles. Acreditamos que esses professores, que recusam a utilizar as tecnologias terão mais dificuldades em trabalhar com os alunos, uma vez que estes já estão envolvidos com as TIC e as utilizam quase que diariamente.

Nesse sentido, Nakashima e Amaral (2006) afirmam que as mudanças no contexto educacional devem ocorrer, pois a geração de educandos que o compõem mudou. Boa parte dos alunos de hoje não tem medo de conhecer e

investigar as possibilidades dos recursos tecnológicos. Quando não sabem, perguntam e facilmente aprendem a pensar com o recurso. Isso nos dá indícios que eles já estão familiarizados com as tecnologias e interagem facilmente com a “linguagem digital” (NAKASHIMA e AMARAL, 2006).

Atualmente, os educandos entram em contato com vários tipos de linguagens como a musical, a gestual, a verbal, a escrita e a audiovisual. Esta última refere-se à linguagem produzida pela televisão, por exemplo. Além disso, as crianças e adolescentes de hoje utilizam outros espaços audiovisuais para se expressar como *blogs*, *sites* de relacionamento, *vídeos*, *e-mails*, etc. (NAKASHIMA e AMARAL, 2006). Levando-se em conta essa realidade, acreditamos que as visões de Nakashima e Amaral assemelham-se com as de Kenski (2011), quando esta fala que o professor deve alterar sua prática pedagógica e sua postura, sendo um facilitador e um mediador do conhecimento. Nesse sentido,

(...) é preciso que ele se posicione não como o detentor do monopólio do saber, mas como um parceiro, um pedagogo, no sentido clássico do termo, que encaminhe e oriente o aluno diante das múltiplas possibilidades e formas de se alcançar o conhecimento e de se relacionar com ele (NAKASHIMA e AMARAL, 2006, p. 35).

Percebemos que, nos últimos anos as escolas públicas e particulares já estão equipadas com recursos tecnológicos como computadores, projetores multimídia, lousas digitais, entre outros. Algumas dessas tecnologias, quando usadas adequadamente, podem contribuir de forma efetiva para os processos educacionais. Outras, no entanto, podem simplesmente ser apenas mais um artefato passageiro.

Diante dessa realidade, nesse trabalho dar-se-á atenção às lousas digitais (LD) e os objetos de aprendizagem (OA). As primeiras têm entrado nas salas de aulas de muitas escolas atualmente e permitem, quando utilizadas de forma a contribuir com a aprendizagem, a criação de atividades interativas tanto na disciplina de Matemática, quanto em outras áreas de ensino. Já os OA

tem a capacidade de potencializar a utilização das LD, como veremos no capítulo 3, item 3.2, quando falarmos dos objetos de aprendizagem.

As lousas digitais além de serem recursos tecnológicos capazes de potencializar a elaboração de aulas mais dinâmicas, possuem a linguagem audiovisual citada por Nakashima e Amaral (2006) como sendo uma linguagem conhecida pelos alunos e que traz consigo novas formas de ensinar e aprender pelo uso de imagens, sons e movimentos. Elas vêm sendo implantadas em boa parte das escolas públicas do estado do Paraná. No ano de 2013, por meio do Programa Nacional de Tecnologia Educacional⁷ (PROINFO), criado pelo MEC em 1997, o governo do Paraná capacitou equipes para treinar os professores na utilização do Computador Interativo com Lousa Digital. Esse tipo de computador trata-se de conjunto digital que possui teclado, *mouse*, portas USB, unidade leitora de DVD, projetor multimídia e solução de lousa eletrônica, que permite a projeção em qualquer superfície lisa e funciona como uma lousa digital em que uma caneta específica pode fazer o papel de *mouse*.

Segundo informações da Secretaria Estadual de Educação do Governo do Paraná⁸, cerca de 220 assessores das Coordenações Regionais de Tecnologia Educacional e representantes das equipes de educação básica dos Núcleos Regionais de Educação participaram do curso para preparar professores de diferentes escolas do estado para lidarem com essa tecnologia. Além disso, só na cidade de Curitiba, no ano de 2013, cerca de 120 escolas já foram contempladas com o computador interativo com lousa digital⁹.

Essa ferramenta produz um ambiente interativo e dinâmico, pois permite o uso de uma linguagem digital interativa que também é defendida por Nakashima e Amaral (2006, p.33) como sendo uma linguagem que “não é mais baseada somente na oralidade e na escrita, mas também é audiovisual e dinâmica, pois permite que o sujeito além de receptor, seja produtor de informações”.

⁷ <<http://www.gestaoescolar.diaadia.pr.gov.br/modules/conteudo/conteudo.php?conteudo=214>>. Acesso em: 11 fev. 2014.

⁸ <<http://www.educacao.pr.gov.br/modules/noticias/article.php?storyid=4611>>. Acesso em: 11 fev. 2014.

⁹ Mais informações:

<http://www.gestaoescolar.diaadia.pr.gov.br/arquivos/File/proinfo/projetor_proinfo_complemento_lousa_digital.pdf>. Acesso em: 11 fev. 2014.

Acreditamos que o trabalho com a lousa pode ser potencializado quando aplicamos nela os objetos de aprendizagem (OA), outros recursos que vêm sendo pesquisados e discutidos por professores e pesquisadores. Entendemos os OA como recursos inovadores, que utilizam uma nova linguagem, pois trabalham com animações e simulações. Quando utilizados na LD, que proporciona ao aluno o manuseio das ações com o dedo, por exemplo, surgem como recursos diferenciados na produção de conhecimento.

Os objetos de aprendizagem são recursos multimídia que trabalham um conteúdo específico de uma determinada disciplina utilizando-se de animação ou simulação. Existem vários repositórios que disponibilizam os mais variados objetos. Dentre eles podemos citar o Banco Internacional de Objetos Educacionais¹⁰ (BIOE), repositório vinculado ao Ministério da Educação que disponibiliza cerca de 20 mil objetos educacionais de acesso público, em vários formatos e para todos os níveis de ensino. Os objetos disponíveis nessa página estão divididos em: animação/simulação, áudio, experimento prático, hipertexto, imagem, mapa, *software* educacional e vídeo. A busca por um objeto pode ser feita selecionando-se o nível de ensino e a disciplina. Após a seleção, o professor, por exemplo, tem alguns objetos a sua disposição que podem ser baixados no computador e levados para suas aulas em um *pen drive* ou CD.

Quando aliados, os OA e a LD podem proporcionar uma nova forma de aprendizagem. Acreditamos que os alunos pensam de forma diferenciada e utilizam outros tipos de estratégias quando resolvem problemas no papel e quando resolvem problemas na lousa digital, por exemplo. Essa nossa visão baseia-se, além de outros autores, em Tikhomirov (1981), para quem o computador reorganiza o pensamento humano, ou seja, o computador, visto como um recurso tecnológico faz com que o ser humano resolva problemas de maneiras diferentes.

Diante desse contexto e a fim de contribuirmos com os estudos sobre a utilização de tecnologias em sala de aula, principalmente nas aulas de Matemática, apresentamos a pergunta norteadora da pesquisa:

¹⁰ Disponível em: <<http://objetoseducacionais2.mec.gov.br/>>. Acesso em: 21 fev. 2014.

Que estratégias são utilizadas pelos alunos do 9º ano do Ensino Fundamental II na resolução de problemas de Álgebra com uso de objetos de aprendizagem nas lousas digitais em relação às utilizadas no uso de lápis e papel?

1.3 OBJETIVOS

Para nos aproximarmos do nosso problema de pesquisa, temos como objetivo geral investigar o desenvolvimento de estratégias dos alunos do 9º ano, na resolução de problemas de Álgebra, durante a utilização de um OA, na lousa digital, como recurso nas aulas de Matemática e relacionar essas estratégias com as utilizadas na resolução de problemas com lápis e papel.

Os objetivos específicos são:

1. Analisar as estratégias utilizadas pelos alunos na resolução de problemas de equação do primeiro grau quando do uso de lápis e papel, buscando na literatura estudos que tratem desse assunto.
2. Aplicar um objeto de aprendizagem na lousa digital que trate do conteúdo de equação do primeiro grau com alunos do 9º ano do Ensino Fundamental II.
3. Investigar o desenvolvimento de estratégias dos alunos durante a utilização do OA escolhido e relacionar com as estratégias utilizadas quando do uso de lápis e papel.

Pretende-se então, investigar se as estratégias desenvolvidas pelos alunos do 9º ano do Ensino Fundamental II quando resolvem um problema de Álgebra utilizando um OA na LD são diferentes das desenvolvidas quando lançam mão de lápis e papel, e em caso afirmativo, em que elas se diferenciam.

1.3 METODOLOGIA

A pesquisa aqui apresentada enquadra-se na categoria de uma pesquisa qualitativa, visto que seu objetivo é analisar as estratégias dos alunos na resolução de problemas quando da utilização de tecnologias digitais por meio de dados colhidos em uma pesquisa bibliográfica e uma pesquisa de campo. Nesse sentido, concordamos com Neves (1996) quando diz que a pesquisa qualitativa:

...costuma ser direcionada, ao longo de seu desenvolvimento; além disso, não busca enumerar ou medir eventos e, geralmente, não emprega instrumental estatístico para análise de dados; seu foco de interesse é amplo e parte de uma perspectiva diferenciada da adotada pelos métodos quantitativos. Dela faz parte a obtenção de dados descritivos mediante contato direto e interativo do pesquisador com a situação objeto de estudo. Nas pesquisas qualitativas, é frequente que o pesquisador procure entender os fenômenos, segundo a perspectiva dos participantes da situação estudada e, a partir daí situe sua interpretação dos fenômenos estudados (NEVES, 1996, p. 1).

Com o intuito de atingirmos nosso objetivo, iniciamos com uma exploração na literatura sobre autores que nos trouxessem contribuições sobre a utilização de tecnologias na educação e quais os impactos dessa inserção na sala de aula, principalmente nas aulas de Matemática. As tecnologias escolhidas para análise foram as lousas digitais e os objetos de aprendizagem, as quais vêm ganhando espaço cada vez maior nas escolas.

Na sequência buscamos, também na literatura, quais estratégias os alunos praticam na resolução de problemas de Álgebra, quando do uso de lápis e papel, pois acreditamos que as estratégias utilizadas na resolução de problemas nesses casos são diferentes das utilizadas quando os alunos trabalham com o OA na LD. Essa exploração se dá pela análise de pesquisas que foram realizadas com alunos do Ensino Fundamental II a respeito da resolução de problemas que envolviam o conteúdo de equações do primeiro grau. Nessas pesquisas foram identificadas e classificadas as principais estratégias utilizadas pelos alunos quando estão resolvendo esse tipo de

problema utilizando o lápis e o papel e estas foram relatadas no capítulo 4 deste trabalho.

O próximo passo de nossa pesquisa foi a busca de um objeto de aprendizagem que fosse capaz de nos ajudar a responder nosso problema de pesquisa. Buscamos, em diversos repositórios, OA que permitissem a interatividade quando utilizados na lousa digital. Lembramos que os repositórios são como depósitos virtuais em que ficam armazenados materiais digitais com fins educacionais. Podem ser entendidos como bancos de dados em que é possível selecionar recursos educacionais para diferentes níveis de ensino e disciplinas.

Por acreditarmos que a interatividade é um dos diferenciais da LD, achamos necessário encontrar um OA que permitisse essa particularidade. Tivemos dificuldades em encontrar e decidir qual OA utilizar, pois, como a LD ainda é uma tecnologia nova, poucos são os materiais desenvolvidos especificamente para serem trabalhados com ela. De acordo com a pesquisa em repositórios que fizemos, chegamos à conclusão de que boa parte dos objetos de aprendizagem disponíveis foi desenvolvida para serem trabalhados no computador não permitindo, por exemplo, que se explore um dos potenciais da lousa digital que se trata da possibilidade de o aluno arrastar um determinado item, interagindo com o conteúdo proposto.

Como na literatura buscamos as estratégias dos alunos na resolução de problemas de equação de 1º grau, nosso OA também precisava explorar este conteúdo. Assim, acabamos selecionando o objeto de aprendizagem *Balanza Algebraica*, que será tratado com mais detalhes no capítulo V deste trabalho.

Após a seleção do OA, considerando o exposto acima, partimos para a aplicação dele, com alunos de uma escola privada de Curitiba – PR. A escola conta com aproximadamente 1.350 alunos, a maioria de classe média alta, que estão distribuídos nos seguintes níveis de ensino: Educação Infantil, Ensino Fundamental I, Ensino Fundamental II e Ensino Médio.

A instituição oferece aos alunos recursos tecnológicos tanto em sala de aula, como no laboratório de informática e na biblioteca, possuindo sete salas

equipadas com computadores conectados à internet, projetor multimídia e lousa digital. Estas salas são ocupadas pelos alunos de Ensino Médio e por uma turma de 9º ano do Ensino Fundamental II na parte da manhã e na parte da tarde são ocupadas por alunos de 6º ao 9º ano. Nas salas em que não há a presença da lousa digital, alunos e professores contam com uma TV com entrada USB e HDMI que permite a conexão com arquivos armazenados em *pen drive* e a conexão com um computador. Vale ressaltar que a escolha da escola deve-se ao fato de a pesquisadora trabalhar na instituição como professora do Ensino Fundamental II e por isso ter facilidade de acesso aos equipamentos e aos alunos.

O modelo de lousa utilizado na pesquisa foi o *Promethean*¹¹. Este modelo possui uma caneta que funciona como *mouse* e que permite a interatividade com o conteúdo projetado na lousa, conforme podemos ver na figura 2. Esse modelo, além de outras ferramentas, possui uma espécie de página em branco denominada *flipchart*, em que é possível editar arquivos, fazer construções de objetos matemáticos, etc.



Figura 2: Modelo de lousa digital *Promethean* com a utilização de duas canetas.
Fonte: Imagem da *web*¹².

¹¹ Mais informações em: < <http://www.prometheanworld.com/int/english/education/home/>>. Acesso em: 24 out. 2014.

¹² Disponível em:

<http://www.prometheanworld.com/rx_content/images/%5Bmainmenu%5D/%5Bproducts%5D/interactiv-e-whiteboard-systems/activboard-300-pro/media---en/Main-ActivBoard300-lifestyle2pens-410.png>. Acesso em: 24 out. 2014

Para a seleção dos alunos, primeiramente entramos em contato com a coordenação da escola para marcarmos dia, horário e local da aplicação do OA. Além disso, foi necessário pedirmos auxílio para um funcionário responsável pelo laboratório de informática e pelas tecnologias disponíveis na escola, para que pudéssemos conhecer as particularidades do modelo de lousa digital que seria utilizada.

Após a autorização da coordenação, partimos para a seleção dos alunos. Esta seleção foi feita de forma aleatória, sendo que a pesquisadora convidou alunos de três turmas de 9º ano, totalizando aproximadamente 105 alunos. Das turmas convidadas, duas tem aulas com a pesquisadora e a outra tem aula com outro professor. Acredita-se que devido a este fato, os oito alunos que compareceram no dia e horário marcado para a realização da atividade eram alunos da pesquisadora em questão.

A aplicação do objeto de aprendizagem *Balanza Algebraica* foi feita em dois encontros de 50 minutos, que aconteceram fora do horário de aula dos alunos. No primeiro encontro, foi explicado para os alunos que se tratava de uma pesquisa de mestrado e que eles seriam observados enquanto utilizavam o OA para que fossem analisadas as estratégias utilizadas. Além disso, para que os alunos compreendessem melhor o funcionamento do objeto, um exemplo foi realizado pela própria pesquisadora, no qual se mostrou como arrastar os elementos para a balança e como retirá-los, caso fosse necessário. Foi necessário explicar também, que antes de resolver a equação, os alunos precisavam montá-la de acordo com o problema apresentado. Acredita-se que estas explicações foram necessárias, pois o objeto não apresenta uma versão traduzida para o português e todas as suas orientações encontram-se em outras quatro línguas (inglês, espanhol, francês ou chinês). Após as demonstrações e explicações, os alunos começaram a trabalhar com o OA.

No segundo encontro, dos oito alunos participantes, um não compareceu. Como já estavam familiarizados com o objeto de aprendizagem, os alunos descobriram outras ferramentas que no primeiro encontro não tinham

percebido e utilizado, além de explorar outras possibilidades do objeto. Essas particularidades serão detalhadas no capítulo VI, quando faremos a análise dos dados.

Os encontros foram filmados para que conseguíssemos registrar e armazenar os dados, além de obtermos mais informações do que as que conseguiríamos utilizando apenas a observação do momento.

Com os dados coletados, partimos para a sua exploração com o objetivo de analisarmos se as estratégias utilizadas na resolução de problemas de Álgebra com o lápis e papel são diferentes das utilizadas quando os alunos trabalham com um OA na LD. Porém, para que consigamos atingir os objetivos propostos neste trabalho, iniciaremos apresentando nossa pesquisa bibliográfica.

CAPÍTULO II - AS TIC NA EDUCAÇÃO: UMA NOVA FORMA DE APRENDIZAGEM

Neste capítulo trazemos as visões de Tikhomirov (1981), Lévy (1993) e Borba e Vilarreal (2005) sobre como as TIC influenciam o pensamento humano, reorganizando-o e fazendo com que pensemos de forma diferente quando estamos trabalhando com essas tecnologias. Além disso, o capítulo apresenta a visão de autores como Kenski (2003) e Nakashima e Amaral (2006 e 2010) sobre como as tecnologias estão entrando no cenário educacional exigindo novas práticas pedagógicas.

2.1 AS TECNOLOGIAS DE INFORMAÇÃO E COMUNICAÇÃO

Estamos vivendo um tempo em que o acesso à informação é cada vez mais fácil e os avanços tecnológicos estão presentes em quase todos os ramos do conhecimento. Celulares de última geração, *tablets*, computadores, lousas digitais, e outros, são recursos que já se encontram presentes na vida de boa parte dos nossos alunos, e muitos deles lidam com elas em vários momentos do seu dia a dia.

Considerando esses avanços, nos últimos anos, educadores e pesquisadores têm discutido sobre o uso das TIC na escola e suas consequências. Segundo Freire (2007) pode-se perceber que as tecnologias não irão substituir o professor. Pelo contrário, elas serão auxiliadoras nos processos educacionais, além de proporcionarem atividades mais motivadoras e significativas para os alunos. Assim, as TIC não resolverão todos os problemas educacionais, mas permitirão, se usadas de forma a contribuir pedagogicamente com a aprendizagem, a interatividade com diferentes formas de representação de um conteúdo, como gráficos, textos, vídeos, imagens, sons etc.

Porém, para que possamos afirmar que a tecnologia realmente auxilia nos processos educacionais é necessário que se realizem pesquisas que nos permitam refletir sobre quais as vantagens e desvantagens da sua inserção na

educação, principalmente na Educação Matemática. Dessa forma, nos baseamos em autores como Tikhomirov (1981), Lévy (1993, 1999) e Borba e Vilarreal (2005) para primeiramente entendermos como o computador, ou em nosso caso as TIC, atuam no pensamento humano modificando sua forma de raciocinar, para então discutirmos sobre sua inserção na educação.

2.2 OLEG K. TIKHOMIROV

Começamos nosso estudo analisando as ideias de Oleg K. Tikhomirov (1981) que nos chama a atenção para as consequências psicológicas do uso do computador¹³. Ao analisar como computadores e seres humanos resolvem um mesmo problema, Tikhomirov propôs três teorias que para ele podem explicitar a relação entre computadores e a atividade humana, são elas: a teoria da substituição, a da suplementação e a da reorganização.

A teoria da substituição, assim como o próprio nome sugere, propõe que os computadores sejam entendidos como substitutos dos seres humanos. Para o próprio autor essa teoria não expressa a verdadeira relação entre o pensamento humano e o computador, pois “quando as heurísticas¹⁴ do computador realmente se assemelham às humanas, são significativamente mais simples e são comparáveis em alguns modos essenciais” (TIKHOMIROV, 1981, p. 257).

Quando comparamos e afirmamos que o pensamento humano atua de forma semelhante à dos programas de resolução de problemas dos computadores, estamos afirmando que o ser humano raciocina de forma fragmentada, e por isso na visão do autor a teoria da substituição deve ser desconsiderada.

A segunda teoria é a da suplementação, a qual afirma que o computador complementa o ser humano. Segundo essa teoria, a máquina aumenta o

¹³ Apesar de Oleg K. Tikhomirov falar apenas de computadores, devido a época em que viveu, neste trabalho expandimos as suas ideias para todas as TIC.

¹⁴ Vale ressaltar que, para Tikhomirov, o termo heurística: “Designa qualquer princípio ou sistema que contribui para reduzir o número necessário de passos para a tomada de uma decisão. Heurísticas são mecanismos que guiam uma pesquisa de modo a torná-la mais seletiva e, conseqüentemente, eficiente.” (Tikhomirov, 1981, p. 256).

volume e a velocidade do processamento de informação e para o autor, “com a ajuda do computador, humanos processam mais informação, mais rápido e, talvez, mais corretamente. Acontece um aumento puramente quantitativo em seus recursos” (TIKHOMIROV, 1981, p. 258). Visto que essa teoria tem uma visão apenas quantitativa e não qualitativa do pensamento, para Tikhomirov, houve a necessidade de apresentar outra teoria.

Surge, então, a terceira teoria, a da reorganização. Esta teoria aceita que o computador reorganiza o pensamento humano. Tikhomirov afirma que quando o ser humano usa o computador ocorre uma transformação em sua atividade e assim uma nova forma de atividade surge. Vale ressaltar que para chegar as três teorias, em sua pesquisa, o autor não levou em consideração a solução de problemas que eram resolvidos pelo computador da mesma forma que por humanos e sim os que eram resolvidos pelo sistema homem-computador.

Para ele, o pensamento criativo surge do uso de um conhecimento armazenado na memória humana (livros, enciclopédias, revistas etc), os quais são buscados pelos humanos quando estes precisam resolver um determinado problema, porém, o acúmulo de informações pode fazer com que a busca na memória torne-se uma tarefa tão complexa que distraia o solucionador da resolução do problema. Por isso,

O uso dos computadores para armazenar informações é um novo estágio no desenvolvimento do que Vygotsky chamou de “memória artificial da raça humana”. O uso efetivo de computadores para a busca de informação nesta memória reorganiza a atividade humana no sentido de tornar possível focalizar na resolução de problemas criativos verdadeiros (TIKHOMIROV, 1981, p. 267).

Portanto, não está se substituindo o pensamento, mas está se reorganizando a atividade humana e possibilitando novas formas de mediação nas quais o computador transforma essa atividade.

Com o surgimento do computador, a forma de armazenar informações mudou, assim como “mudou o processo de aquisição de conhecimento quando as relações professor-aluno começaram a ser mediadas por ele”

(TIKHOMIROV, 1981, p. 267). Concluimos, então, que o computador, visto como um recurso tecnológico faz com que o ser humano resolva problemas de maneiras diferentes e baseado na teoria da reorganização pode-se dizer que Tikhomirov:

Sustenta que o computador regula a atividade humana e que este tem diferenças fundamentais com a linguagem. Para ele, a informática exerce, então, papel semelhante àquele desenvolvido pela linguagem na teoria vygotskiniana, onde uma ferramenta não é apenas adicionada ao ser humano, mas realmente reorganiza a atividade humana (KALINKE, 2003, p. 30).

Essa reorganização do pensamento proposta por Tikhomirov, em nossa concepção, possui pontos em comum com a pesquisa realizada por Mayer e Moreno (2003), que nos ajudam a entender melhor como as tecnologias influenciam a cognição humana. Mayer e Moreno relatam, com base na teoria cognitiva de aprendizagem multimídia, a sobrecarga cognitiva que pode ocorrer quando o aluno está frente a um recurso digital, para em seguida concluírem que esta carga cognitiva é uma consideração fundamental no desenvolvimento de materiais multimídia.

Esses autores supõem que a mente humana funciona de três maneiras quando está em aprendizagem multimídia, as quais estão resumidas na tabela 1.

Suposições	Definições
Canal Duplo	Humanos possuem canais de processamento de informações separados para material verbal e visual.
Capacidade limitada	Existe apenas uma quantidade limitada de capacidade de processamento disponível nos canais verbal e visual.
Processamento ativo	Aprender requer um processamento cognitivo substancial nos canais verbal e visual.

Tabela 1 - Três suposições sobre como a mente funciona em Aprendizagem Multimídia. (MAYER e MORENO, 2003, p. 44). Tradução da autora.

Assim, para que o ser humano aprenda um determinado conteúdo, é necessário que ele preste atenção ao material apresentado, organize mentalmente o material em uma estrutura coerente, e integre o material a um conhecimento já existente (MAYER e MORENO, 2003). Destacamos que para os autores, esse material refere-se a que é ensinado para o aprendiz, ou seja, um conteúdo específico de alguma disciplina.

Mas, quando as demandas de processamento evocadas pela aprendizagem excedem a capacidade do sistema cognitivo humano, ocorre uma sobrecarga cognitiva. Essas demandas podem ser distinguidas em três tipos: processamento essencial, processamento incidental e retenção representacional. O primeiro refere-se a dar sentido ao material apresentado, por exemplo, em uma animação narrada apresentada em um ritmo acelerado e consistindo em um material desconhecido do aluno, o processamento essencial envolve usar uma grande quantidade de capacidade cognitiva na seleção, organização e integração das palavras e das imagens.

Já o processamento incidental refere-se a processos cognitivos que não são necessários para dar sentido ao material apresentado, mas são otimizados pelo design da tarefa de aprendizagem. Por exemplo, adicionar uma música de fundo em uma animação narrada pode aumentar a quantidade de processamento incidental à medida que o aluno precisa dedicar alguma capacidade cognitiva para processar a música (MORENO e MAYER, 2003).

A retenção representacional consiste em reter uma representação mental ao longo de um período de tempo. Por exemplo, suponha que em uma determinada animação, uma ilustração é apresentada numa janela e uma descrição da mesma é apresentada em outra janela, mas apenas uma janela pode aparecer na tela por vez. Neste caso, o aluno deve reter a representação da ilustração na memória funcional enquanto lê a descrição verbal ou deve reter a representação da informação verbal enquanto vê a ilustração (MAYER e MORENO, 2003).

Assim, para os autores, o processamento total do conteúdo apresentado na animação ou simulação, ocorre quando há a soma do processamento essencial, com o incidental e com a retenção representacional. Já a sobrecarga cognitiva acontece quando o processamento total pretendido excede a

capacidade cognitiva do aprendiz e para que haja uma redução nesta carga cognitiva, é necessário que ocorra uma redistribuição das demandas anteriormente mencionadas.

Entendemos essa redistribuição proposta por Mayer e Moreno (2003) da mesma forma que entendemos a reorganização do pensamento, pois segundo Tikhomirov (1981) a utilização de computadores na aprendizagem de conteúdos, reorganiza o pensamento humano, fazendo com que ele focalize apenas na resolução criativa do problema, conforme exposto anteriormente. Quem também pesquisa sobre as novas formas de pensar e conviver com o advento da tecnologia é Pierre Lévy e suas ideias serão apresentadas a seguir.

2.3 PIERRE LÉVY

Outro autor, que apesar de não falar especificamente de educação, mas que em diversos momentos chama a atenção para essa área é o filósofo francês Pierre Lévy (1993). Em seus estudos, ele defende que a história das tecnologias da inteligência está intimamente ligada a história da humanidade. Além disso, para ele, novas maneiras de pensar e de conviver estão sendo elaboradas no mundo da informática.

Para Lévy (1993) a noção de tecnologias da inteligência é caracterizada por três técnicas que estão relacionadas à memória e ao conhecimento: oralidade, escrita e informática. Em tempos passados, em que a oralidade era a principal forma de comunicação, as culturas de cada sociedade eram passadas de pai para filho na utilização dessa técnica. Porém, com o desenvolvimento da intelectualidade, o homem percebeu que apenas a fala e a memória não eram suficientes para registrar os inúmeros dados da vida cotidiana, surgindo assim a escrita.

Da mesma forma que a oralidade, a escrita também é uma técnica utilizada para estender a memória, porém de forma qualitativamente diferente, pois a escrita faz com que pensemos de forma linear. Essa técnica contribui de forma significativa na vida do ser humano, pois pelo uso dela podemos expressar e registrar nossos conhecimentos de uma outra maneira. É

importante ressaltar, na visão do autor, que uma tecnologia não desaparece com a anterior. Dessa forma, o surgimento da escrita não fez com que a oralidade deixasse de existir, apenas transformou-a.

Outra tecnologia de inteligência citada por Lévy (1993) é a informática, que também estende a memória do ser humano de maneira diferente da anterior. Esta tecnologia traz consigo uma nova forma de comunicação que diferencia-se da forma linear e passa a ser caracterizada pelo hipertexto, isto é, por um tipo de texto em que há a presença de simulações, animações, vídeos, sons, etc.

Para Lévy, o hipertexto ou a multimídia interativa contribui de forma significativa para a aprendizagem, uma vez que utilizando essa ferramenta o aluno tem acesso a uma gama ilimitada de conteúdos informativos. Além disso, quando o educando está frente a um conteúdo multimídia, participando ativamente da aquisição de conhecimentos, ele terá a possibilidade de reter aquilo que está aprendendo.

O hipertexto ou a multimídia interativa adequam-se particularmente aos usos educativos. É bem conhecido o papel fundamental do envolvimento pessoal do aluno no processo de aprendizagem. Quanto mais ativamente uma pessoa participar da aquisição de um conhecimento, mais ela irá integrar e reter aquilo que aprender. Ora, a multimídia interativa, graças à sua dimensão reticular ou não linear, favorece uma atitude exploratória, ou mesmo lúdica, face ao material a ser assimilado. É portanto, um instrumento bem adaptado a uma pedagogia ativa (LÉVY, 1993, p. 40).

Uma vez que o aluno utiliza os mecanismos disponíveis no hipertexto associados aos programas e ferramentas do computador ele acaba manipulando uma série de programas que estão ligados à racionalidade, estabelecendo assim certa interação entre a tecnologia e o pensamento. Ou seja, a maior parte dos programas de computador desempenha um papel de “tecnologia intelectual”, pois reorganizam a visão de mundo do aprendiz e modificam seus reflexos mentais (LÉVY, 1993).

Conforme exposto, para Lévy (1999) as tecnologias modificam a maneira de pensar do ser humano e da mesma forma o ser humano modifica essas tecnologias, pois essas,

(...) tecnologias intelectuais amplificam, exteriorizam e modificam numerosas funções cognitivas humanas: memória (bancos de dados, hiperdocumentos, arquivos digitais de todos os tipos), imaginação (simulação), percepção (sensores digitais, telepresença, realidades virtuais), raciocínios (inteligência artificial, modelização de fenômenos complexos) (LÉVY, 1999, p. 159).

Além disso, as tecnologias intelectuais favorecem: novas formas de acesso a informação como hiperdocumentos, mapas dinâmicos de dados, mecanismos de pesquisa e novos estilos de raciocínio e de conhecimento, tais como a simulação. Devido a essa modificação surge na sociedade uma nova cultura, denominada pelo autor de cibercultura. Uma nova maneira de aprendizagem que está presente na cibercultura é a simulação. Ela é o centro para a ampliação da imaginação do indivíduo e o aumento da inteligência coletiva, pois permite que “os grupos compartilhem, negociem e redefinam modelos mentais comuns, qualquer que seja a complexidade deles” (LÉVY, 1999, p.167).

Quando trata da simulação, acreditamos que Lévy (1999) tem uma visão parecida com a de Tikhomirov (1981), pois para ele as técnicas de simulação, principalmente as que possuem imagens interativas, não substituem o pensamento humano, mas “prolongam e transformam a capacidade de imaginação e pensamento” (LÉVY, 1999, p.168). Ainda nessa visão, Lévy nos chama atenção para a memória de longo e curto prazo. De fato, nossa memória de longo prazo pode armazenar uma grande quantidade de informações e conhecimentos, porém nossa memória de curto prazo possui uma capacidade limitada.

Dessa forma, acreditamos que a simulação é uma ajuda a nossa memória de curto prazo, pois pode abranger uma maior parte do sistema sensorial humano, visto que a escrita, desenvolvida pelos próprios humanos,

atinge apenas uma parte do nosso sistema cognitivo. Por exemplo, não é possível descrever tudo o que há em uma pintura apenas com palavras.

Em linhas gerais, para Lévy, os saberes encontram-se, nos dias atuais, “codificados em bases de dados acessíveis *on-line*, em mapas alimentados em tempo real pelos fenômenos do mundo e em simulações interativas” (LÉVY, 1999, p.169). E dessa forma, o ciberespaço¹⁵ tende a tornar-se “o principal equipamento coletivo internacional da memória, pensamento e comunicação” (LÉVY, 1999, p. 170). Nas palavras do autor,

Em algumas dezenas de anos, o ciberespaço, suas comunidades virtuais, suas reservas de imagens, suas simulações interativas, sua irresistível proliferação de textos e signos, será o mediador essencial da inteligência coletiva da humanidade. Com esse novo suporte de informação e de comunicação emergem gêneros de conhecimento inusitados, critérios de avaliação inéditos para orientar o saber, novos atores na produção e tratamento dos conhecimentos (LÉVY, 1999, p. 170).

As ideias de Lévy (1993 e 1999) associadas às ideias de Tikhomirov (1981) caminham para o rompimento da dicotomia entre técnica e ser humano, que iremos apresentar nas visões de Borba e Villarreal (2005) e Borba (1999, 2001).

2.4 BORBA E VILARREAL

Para Borba e Villarreal (2005), o ponto em comum das visões de Lévy (1993) e Tikhomirov (1981) está na noção de que não deve haver uma dicotomia entre ser humano e tecnologia e propõem a ideia de seres-humanos-com-mídia.

¹⁵ Para Lévy (1999, p. 92), ciberespaço corresponde ao “espaço de comunicação aberto pela interconexão mundial dos computadores e das memórias dos computadores. Essa definição inclui o conjunto dos sistemas de comunicação eletrônicos (aí incluídos os conjuntos de redes hertzianas e telefônicas clássicas), na medida em que transmitem informações. Consiste de uma realidade multidirecional, artificial ou virtual incorporada a uma rede global, sustentada por computadores que funcionam como meios de geração de acesso”.

Nesta ideia, os seres humanos são constituídos por técnicas que acabam estendendo e modificando seu raciocínio, da mesma forma que essas técnicas são modificadas pelos humanos e por isso não faz sentido uma visão dicotômica. Borba e Vilarreal (2005) acreditam que o conhecimento não é produzido por uma determinada mídia ou tecnologia da inteligência ou por um coletivo formado apenas de humanos e sim produzido por um coletivo seres-humanos-com-mídias ou seres-humanos-com-tecnologias, que deve ser visto como uma unidade básica de produção de conhecimento.

A reorganização do pensamento [Tikhomirov] se dá não apenas na presença da mídia, mas também na sua ausência, englobando também a capacidade heurística de saber buscar determinada mídia em um dado momento. A extensão da memória sugerida por Lévy é também uma transformação do pensamento e esta se dá interna, mas também externamente ao “ser humano”. É dessa forma que enfatizo que a unidade básica de produção do conhecimento deva ser no mínimo aquela constituída por seres-humanos-com-mídias (BORBA, 2001, p. 143).

Isso expressa que o processo de produção do conhecimento não é apenas individual, mas também coletivo por natureza, em que a cognição inclui mídias, e estas devem ser vistas como partes que compõem essencialmente o pensamento humano. Além disso, neste processo de produção deve ser considerada também a habilidade que o ser humano tem de compreender e procurar diferentes possibilidades para a solução de um problema.

Essa noção de seres-humanos-com-mídias se mostra então, importante para analisarmos como o pensamento se reorganiza com a presença das TIC e que tipos de problemas são resolvidos ou gerados por esse coletivo. Para Borba (1999), de forma geral, a presença de uma tecnologia modifica significativamente a forma como o conhecimento é produzido em ambientes educacionais. Em suas palavras,

Entendo que transpassando a noção do sistema ser-humano-mídias-... está um rompimento com a dicotomia entre técnica e ser humano, conforme proposto também por Lévy (1993). Ao mesmo tempo que as técnicas se tornam cada vez mais

humanizadas, na medida em que interfaces amigáveis são desenvolvidas buscando seduzir o usuário em geral, em nosso caso o estudante, vemos que as técnicas permeiam e condicionam o pensamento humano. As mídias, vistas como técnicas permitem que “mudanças ou progresso de conhecimento” sejam vistos como mudanças paradigmáticas impregnadas de diferentes técnicas desenvolvidas ao longo da história (BORBA, 1999, p. 294).

Isso nos faz acreditar que novas mídias, como as TIC, abrem possibilidades de mudanças nas práticas pedagógicas e a busca por novas práticas se acentua nesse novo cenário educacional. Práticas essas que privilegiem o processo e não apenas o resultado final em sala de aula. Entendemos também que a informática, vista como tecnologia da inteligência, conforme proposto por Lévy (1993), permite que a linearidade de ideias seja desafiada por novas formas de pensar, baseadas na experimentação, simulação e em uma nova linguagem que envolve entre outras coisas, sons, imagens, animações e etc.

Neste contexto, a metáfora da linearidade vem sendo substituída pela da descontinuidade e pelos links que são feitos por cada uma que acesse uma dada homepage¹⁶, ou um dado menu de um *software* mais tradicional, tal qual aqueles ligados a um conteúdo como geometria e funções (BORBA e PENTEADO, 2001, p. 48).

Sendo assim, nesse atual momento da sociedade, acreditamos que o desenvolvimento de novas práticas pedagógicas é necessário para que os estudantes tenham acesso a novas formas de linguagem e aprendizagem, propiciadas, por exemplo, pelos objetos de aprendizagem e pelas lousas digitais, ferramentas de nosso estudo que serão analisados mais à frente. Antes, analisaremos autores que nos chamam atenção para o desenvolvimento dessas novas práticas educacionais como Kenski (2011) e Nakashima e Amaral (2006, 2011).

¹⁶ Página inicial de um determinado *site*.

2.5 NOVAS PRÁTICAS PEDAGÓGICAS PROPORCIONADAS PELAS TIC

Baseada em Lévy (1993), Kenski (2003) acredita que a história das tecnologias se entrelaça com a história da humanidade. Ou seja, desde o início da civilização, o surgimento de uma nova tecnologia faz com que se transforme o comportamento pessoal e social de todo um grupo. Assim, o uso das tecnologias disponíveis em cada época, transformou radicalmente as formas de organização social, a cultura, a comunicação e conseqüentemente a aprendizagem, fazendo com que novos valores e novos comportamentos fossem aprendidos para que as pessoas se adequassem à nova realidade vivenciada.

Da mesma forma que outras tecnologias (oral e escrita), as TIC também oferecem novos desafios, pois “possibilitam novas formas de acesso à informação, novas possibilidades de interação e de comunicação e formas diferenciadas de se alcançar a aprendizagem” (KENSKI, 2003, p.1). Por isso, exigem um profundo conhecimento de suas particularidades, principalmente por parte dos educadores, para que possam ser utilizadas de forma a contribuir para os processos educacionais.

Segundo Kenski (2003), o mau uso dessas tecnologias pode comprometer o ensino e criar um sentimento aversivo em relação a sua utilização em atividades educacionais. Assim, “saber utilizar adequadamente essas tecnologias para fins educacionais é uma nova exigência da sociedade atual em relação ao desempenho dos educadores” (KENSKI, 2003, p. 5).

Além disso, as TIC exigem também novas metodologias de ensino e uma “nova pedagogia”, que tem como pressuposto a cooperação e a participação intensa dos envolvidos (KENSKI, 2003). Kenski (2003) acredita que novas práticas pedagógicas precisam ser elaboradas para que possamos dar conta das inovações. Para ela, em um momento de grandes mudanças, a educação escolar é procurada como uma forma de garantir a formação de pessoas que dominem conhecimentos e tenham uma melhor qualidade de vida. A escola deve, portanto, estar preparada para receber essas pessoas que precisam estar em contínuo processo de aprendizagem.

Essas aprendizagens, no entanto, vão além das capacidades e habilidades adquiridas por meio de memorização e reprodução do que lhes é transmitido e ensinado, como era exigido nas sociedades predominantemente orais. Também vão além dos procedimentos de compreensão, aplicação e análise existentes nos processos de ensino das sociedades da escrita. Sem abandonar nenhum desses processos, o ensino mediado pelas NTICs¹⁷ se caracteriza pelo envolvimento de todos esses procedimentos, em um processo de síntese e o surgimento de novos estilos de raciocínio - como a simulação e o compartilhamento de informações - além do estímulo ao uso de novas percepções e sensibilidades (KENSKI, 2003, p. 7).

As TIC possibilitam que as pessoas se comuniquem e aprendam utilizando uma nova linguagem, denominada por Kenski (2003) de digital. Para entendermos melhor a visão dessa autora quanto a esta linguagem, analisaremos sua visão em relação às linguagens oral e escrita.

Em seu livro “Educação e Tecnologias: o novo ritmo da informação”, ela aborda três linguagens também já comentadas por Lévy (1993). A linguagem *oral* que é a mais antiga forma de expressão e possibilitou “o estabelecimento de diálogos, a transmissão de informações, avisos e notícias”. (KENSKI, 2011, p. 28). Este tipo de linguagem é a nossa principal forma de comunicação e segundo a autora “a sociedade oral, de todos os tempos, aposta na memorização, na repetição e na continuidade” (KENSKI, 2011, p. 29).

Outro tipo de linguagem citada por Kenski é a linguagem *escrita*, em que há a necessidade de compreensão do que está sendo comunicado graficamente. Este tipo de linguagem também é muito antigo, encontrado inicialmente em paredes de cavernas, ossos, pedras e peles antes da invenção do papel. Mais tarde, com o papel foi possível a produção em série de impressos que viabilizou a existência de jornais, revistas e livros, democratizando o acesso à informação. Este tipo de linguagem “possibilita ao homem a exposição de suas ideias, deixando-o mais livre para ampliar sua capacidade de reflexão e apreensão da realidade” (KENSKI, 2011, p. 31).

¹⁷ Sigla de Novas Tecnologias de Informação e Comunicação. Vale ressaltar que em nosso trabalho utilizamos apenas a sigla TIC.

A terceira linguagem é a *digital*, que tem relação com as tecnologias eletrônicas de informação e comunicação. Este tipo de linguagem tem como base os hipertextos¹⁸ e impõe mudanças radicais na forma de acesso à informação, à cultura e ao entretenimento. Isso nos faz acreditar que a linguagem digital acaba marcando as formas de expressão da nova sociedade.

Segundo Kenski (2011) a tecnologia e a educação são duas vertentes indissociáveis, pois, a educação serve para ensinar sobre as tecnologias e essas são utilizadas como auxiliares no processo educativo. Dessa forma, a autora acaba nos mostrando um caminho para as visões de Tikhomirov (1981), Lévy (1993) e Borba e Vilarreal (2005), em relação à educação. Isto é, se as tecnologias não podem mais ficar fora da escola, reorganizam o pensamento humano e o fazem pensar diferente quando se relacionam com elas, as antigas práticas podem não ser mais eficientes nos processos de ensino e aprendizagem e novos desafios devem ser assumidos pelo educador.

Na era da informação, comportamentos, práticas, informações e saberes se alteram com extrema velocidade. Um saber ampliado e mutante caracteriza o estágio do conhecimento na atualidade. Essas alterações refletem-se sobre as tradicionais formas de pensar e fazer educação. Abrir-se para novas educações, resultantes de mudanças estruturais nas formas de ensinar e aprender possibilitadas pela atualidade tecnológica é o desafio a ser assumido por toda a sociedade (KENSKI, 2011, p.41).

Com o desenvolvimento das TIC novas linguagens vão surgindo e sendo incorporadas por boa parte dos indivíduos aproximando-os do conteúdo a ser aprendido. Entre elas pode-se destacar a linguagem audiovisual e a linguagem digital interativa, destacadas por Nakashima e Amaral (2006, 2010).

No Brasil, antes mesmo de frequentar a escola, as crianças interagem com a televisão, que possui a linguagem audiovisual. Essa tecnologia está presente em boa parte das residências brasileiras e já faz parte da vida cotidiana dessas crianças.

¹⁸ Para Kenski, “hipertextos são sequências em camadas de documentos interligados, que funcionam como páginas sem numeração e trazem informações variadas sobre determinado assunto.” (KENSKI, 2011, p. 32).

A televisão, conforme o uso que lhe for dado pode proporcionar um aprendizado diferenciado, pois utiliza sons e imagens que chamam a atenção das crianças e por isso, a escola não pode ignorar o fato de que elas já vêm às salas de aulas com informações advindas desse tipo de recurso, que possui a linguagem audiovisual.

A televisão tem a capacidade de fazer as pessoas sentirem emoções como alegria e tristeza, ou seja, a linguagem audiovisual reúne aspectos que despertam a atenção dos indivíduos, como cores, sons, imagens, movimentos, músicas, envolvendo-os desde muito pequenos (NAKASHIMA e AMARAL, 2006, p. 40).

Nessa perspectiva, estima-se que a criança traga consigo diversas horas de interação com a linguagem audiovisual proporcionada pela televisão e dessa forma, espera encontrar informações nesse mesmo formato dentro da escola. Além disso, essa linguagem dá a possibilidade de o aluno atuar como produtor de informação, gravando um vídeo e postando no *Youtube*¹⁹, por exemplo. Isso mostra que o educando deixa de ser apenas receptor de conhecimento e passa a produzir e socializar suas ideias de forma livre e criativa.

Isso ressalta também que o conceito de emissão, recepção e produção está se alterando, porque além de serem receptoras, os dispositivos digitais estão permitindo que as pessoas interajam mais e melhor umas com as outras, tornando-as capazes de produzir informações contendo movimento, texto e som (NAKASHIMA e AMARAL, 2006, p. 42).

Além da televisão, outros recursos tecnológicos, como celulares, *tablets* e computadores também incorporam a linguagem audiovisual, utilizando-se de vídeos e jogos, e são utilizados constantemente por crianças e jovens. Essas tecnologias permitem, entre outras coisas, que os usuários acessem vídeos

¹⁹ Site que permite o compartilhamento de vídeos. Disponível em: <<http://www.youtube.com/>>. Acesso em: 13 mar. 2014.

disponíveis na internet utilizando as conexões 3G e 4G²⁰, de diferentes lugares, caracterizando assim um novo tipo de tecnologia, denominada de tecnologia móvel.

Uma pesquisa²¹ realizada pela Fundação Telefônica Vivo em parceria com o IBOPE (Instituto Brasileiro de Opinião e Estatística) e a USP (Universidade de São Paulo) que investigou o comportamento de 1.948 crianças (de 6 a 9 anos) e 2.271 jovens e adolescentes (de 10 a 18 anos) diante da TV, da internet, do celular e de videogames, das classes A, B, C e D, constatou que:

- 51% das crianças e 60% dos jovens e adolescentes declararam possuir computadores em casa;
- 38,8% das crianças e 74,7% dos jovens e adolescentes afirmaram possuir celulares próprios;
- 78,7% das crianças e 62,4% dos jovens e adolescentes disseram possuir *games*;
- 94,5 % das crianças e 96,3% dos jovens e adolescentes afirmaram possuir televisão em casa.

Essa pesquisa, que foi realizada entre os anos de 2010 e 2011 no Brasil, contou com a participação de crianças e jovens residentes em capitais e cidades do interior das 5 regiões do Brasil nos mostra que apesar da televisão continuar sendo uma tecnologia predominante nos lares brasileiros, o uso de celulares, internet e computadores tem se tornado cada vez mais significativo.

Nesse sentido, é necessário que a escola reconheça que boa parte de seus alunos aprendem de maneiras diferentes e interagem facilmente com as tecnologias. Isto é, a escola precisa se adequar a essa nova realidade e perceber que os meios de aprendizagem precisam ser ampliados e

²⁰ As tecnologias 3G e 4G correspondem a terceira e quarta geração de padrões e tecnologias da telefonia móvel. Elas surgiram para substituir a 2G (2ª geração) melhorando a transmissão de dados oferecendo velocidades maiores de conexão.

²¹ Disponível em: <<http://www.fundacaotelefonica.org.br/Conteudos/Publicacoes/137/juventude-conectada>>. Acesso em: 23 jan. 2014.

modificados. Segundo Nakashima e Amaral (2006), uma das formas de se fazer isso é inserindo a linguagem audiovisual na sala de aula.

Outra linguagem que segundo esses autores, também pode ser inserida no ambiente escolar a fim de dinamizar as aulas é a linguagem digital interativa. Com a evolução da tecnologia, uma novidade dentre as linguagens surgiu. Com o tempo, começou a ser possível digitalizar as informações, permitindo que essas fossem acessadas e modificadas em qualquer lugar e tempo. Assim,

O computador vira um aparelho de TV, a foto favorita sai do porta-retratos para um CD de fotos ou para um álbum digital existente na internet. Um extenso leque de aplicações se abre para as pessoas a partir da criatividade, curiosidade e capacidade de absorção do novo (NAKASHIMA e AMARAL, 2010, p.382).

Essa digitalização de imagens, sons, textos e símbolos permitiu a distribuição de informação em rede e trouxe consigo a necessidade de refletir sobre a importância da linguagem digital nos processos sociais e educacionais. Ela marca fortemente as formas de expressão da atual sociedade, não excluindo as linguagens oral e escrita, mas trazendo uma nova forma de comunicação que é baseada na rapidez, eficiência, diversidade e fluidez da informação. Nesse contexto encontra-se então a linguagem digital interativa na qual:

O ciclo emissor–mensagem–receptor permanece, mas com o diferencial de esse receptor tornar-se também um produtor de mensagens, por meio das possibilidades oferecidas pelas tecnologias da informação e da comunicação (TIC) (NAKASHIMA e AMARAL, 2010, p. 384).

Um tipo de tecnologia que permite a utilização tanto da linguagem digital interativa como da linguagem audiovisual, que vem sendo implantada nas escolas e que exige novas práticas pedagógicas é a lousa digital. Ela permite que o aluno interaja com o objeto de conhecimento, com outros aprendizes e

possui diversas ferramentas que visam dinamizar as aulas de variadas disciplinas. Ou seja, “a lousa digital caracteriza-se como uma tecnologia que aproxima a linguagem digital interativa das práticas escolares” (NAKASHIMA e AMARAL, 2010, p. 384).

De acordo com o contexto apresentado, acreditamos que com a utilização da lousa digital e de objetos de aprendizagem, o professor ganha mais aliados para a sua prática pedagógica que podem auxiliar na aprendizagem de conteúdos e proporcionar um ambiente mais interativo.

No capítulo III, exploraremos mais a lousa digital e os objetos de aprendizagem e apresentaremos algumas possibilidades de seus usos em sala de aula.

CAPÍTULO III - LOUSA DIGITAL E OBJETOS DE APRENDIZAGEM

Este capítulo apresenta a lousa digital e os objetos de aprendizagem, trazendo suas principais características, além de discutir a importância de sua inserção na sala de aula.

3.1 LOUSA DIGITAL (LD)

A lousa digital é uma tecnologia de informação e comunicação relativamente recente e vem ganhando espaço dentro do ambiente educacional com grande velocidade. Estão surgindo diversos modelos, marcas e formatos.

De forma geral, seu funcionamento depende de um computador que está conectado a um projetor multimídia e este é ligado a uma superfície em que é projetado todo o conteúdo que está no computador, conforme podemos observar na figura 3.

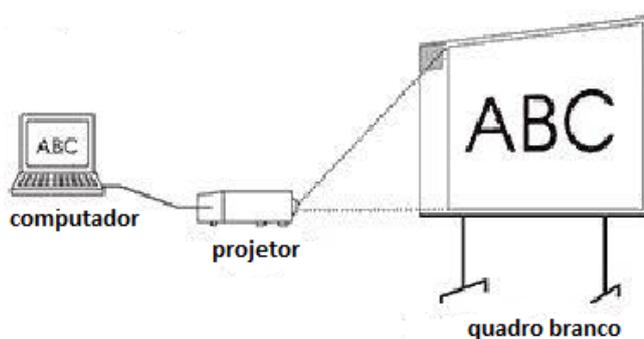


Figura 3: Funcionamento da lousa digital.
Fonte: Marqués (2014, p.2). Adaptada.

A seguir apresentaremos alguns modelos, os principais elementos e as ferramentas básicas de lousas digitais.

3.1.1 Modelos de lousas digitais

Atualmente identificamos vários tipos de lousas digitais. Vamos citar quatro: as que permitem interatividade utilizando uma caneta especial, as que podem ser manuseadas pelos dedos, isto é, as que são táteis, as lousas digitais portáteis em que um dispositivo transforma qualquer superfície lisa em uma superfície interativa e os computadores interativos com lousas digitais distribuídos pelo Ministério da Educação (MEC) para as mais diversas escolas públicas do país.

O primeiro modelo é composto por um computador, um projetor, um dispositivo de controle e um *software* específico que vem junto com o modelo de lousa adquirido. Sua interatividade depende de uma caneta, que funciona como uma espécie de *mouse*, conforme se observa na figura 4.



Figura 4: Lousa digital sendo manuseada pela caneta.
Fonte: Imagem da web.²²

O segundo modelo é composto pelos mesmos elementos que o primeiro, entretanto a sua interatividade pode ser feita pelo uso dos dedos, que nesse caso também funcionam como um *mouse*, conforme figura 5.

²² Disponível em:

<http://images.quebarato.com.br/T440x/lousa+digital+ebeam+porto+alegre+51+3366+3975+porto+alegre+rs+brasil__6970A9_3.jpg>. Acesso em: 13 fev. 2014.

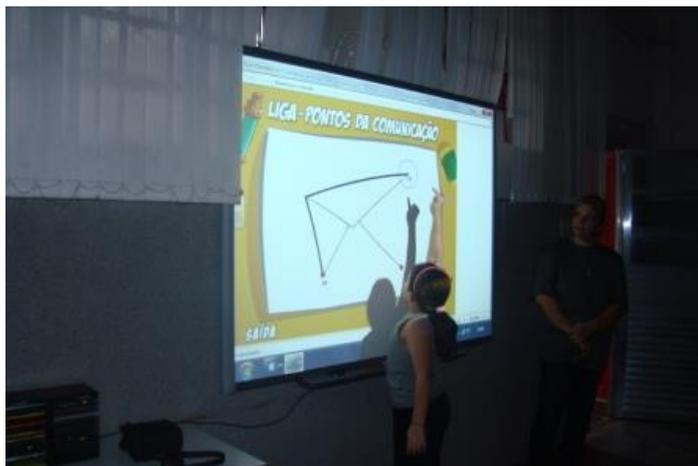


Figura 5: Lousa digital tátil.
Fonte: Imagem da web.²³

Há também, a lousa digital portátil que consiste em um receptor que, quando conectado a um computador e fixado em uma superfície plana, converte-a em uma superfície interativa, conforme figura 6. Esse tipo de lousa tem um custo mais acessível e pode ser transportada, de maneira mais fácil, para qualquer lugar.



Figura 6: Lousa digital portátil.
Fonte: Marqués (2014, p. 4)

²³ Disponível em: <http://4.bp.blogspot.com/_XaP38tbOjgA/TKotD550GRI/AAAAAAAAACjw/JEjCqk-NCR4/s400/DSC01406.JPG>. Acesso em: 15 mar. 2014.

Outro modelo que vem sendo implantado nas escolas do Estado do Paraná e de outros estados é o Computador Interativo com Lousa Digital (Figura 7). Este equipamento foi desenvolvido como um dispositivo portátil e leve podendo ser levado pelos professores para qualquer ambiente. Ele é equipado com teclado, *mouse*, portas USB, porta para rede *wireless*, unidade leitora de DVD e projetor multimídia interno para que os conteúdos possam ser projetados nas salas de aula.

Uma de suas funcionalidades é a capacidade de lousa digital integrada. Este dispositivo permite transformar a superfície projetada em um quadro interativo no qual o professor pode apresentar e interagir com os conteúdos digitais armazenados no computador.



Figura 7: Computador Interativo com Lousa Digital.
Fonte: Imagem da web.²⁴

A seguir, apresentaremos alguns elementos básicos das lousas digitais.

3.1.2 Elementos básicos de uma LD

De maneira geral a maioria dos modelos de lousas digitais possuem alguns elementos básicos para seu funcionamento. Dentre eles podemos citar:

²⁴ Disponível em:

<http://www.fnde.gov.br/portaldecompras/images/imagens/projetos/Computador_interativo/foto1.jpg>.
Acesso em: 15 mar. 2014.

1. Computador multimídia: portátil ou não com capacidade para a instalação do *software* da lousa digital, entrada USB e para CD/DVD.

2. Projetor Digital: responsável pela projeção da imagem na tela interativa.

3. Tela interativa: quadro ou superfície lisa em que a imagem é projetada e pode ser controlada por uma caneta ou pelos dedos. Tanto professores quanto alunos têm acesso a um sistema que permite a interatividade com qualquer tipo de documento, internet ou qualquer informação em diversos formatos tais como: áudios, vídeos, animações, simulações etc.

4. Conexão: meio em que a lousa se conecta com o computador. Existem conexões pelo uso de cabo (USB), *bluetooth* e conexões utilizando-se radiofrequência.

5. *Software* da lousa digital: disponibilizado pelo fabricante, este *software* permite a instalação e utilização das ferramentas disponíveis na lousa.

6. Internet: As lousas digitais permitem a conexão com a internet e seus recursos como: imagens, vídeos, atividades educativas, sons, tudo em tempo real. Porém, há outras ferramentas da lousa que podem ser utilizadas sem a necessidade de uma conexão com a internet.

7. Leitor de documentos: Permite visualizar documentos, capturar imagens para modificá-las, gravar vídeos de uma sequência de imagens etc.

8. Calibração – para a utilização da lousa é necessário que se faça uma calibragem. Essa calibragem consiste na identificação da área digitalizada para que a caneta ou dedo funcionem como o *mouse*. Esse procedimento deve ser feito quando utilizamos a lousa pela primeira vez e repetido quando houver necessidade. Para a calibragem, o usuário deve tocar com a ponta da caneta ou com o dedo em alvos que são mostrados em vários locais da superfície digitalizada. Quando todos os alvos forem atingidos o sistema estará pronto para uso.

Dependendo do modelo de lousa outras funções podem ser encontradas. O *software* de cada modelo permite ainda a utilização de funções básicas que veremos a seguir.

3.1.3 Ferramentas básicas

Analisaremos agora mais detalhadamente algumas ferramentas que podem ser encontradas em boa parte dos modelos de LD.

1. *Interface* interativa: Permite algumas funcionalidades de escrita na tela. Nela o usuário pode circular palavras, escrever o que quiser sobre um determinado conteúdo, sublinhar uma frase, desenhar etc.

2. Teclado: Abre um teclado virtual que permite a digitação de textos evitando que o usuário tenha de se dirigir até o computador.

3. Barra lateral: Abre uma barra de ferramentas com várias aplicabilidades. Entre elas podemos citar as ferramentas matemáticas que consistem em: ferramentas de construção de figuras geométricas, compasso (que permite a construção de uma circunferência) e ainda a utilização de régua, esquadros e transferidor.

4. Holofote/sombra: oculta e mostra partes determinadas da tela permitindo, por exemplo, que o usuário esconda todo um texto e mostre apenas a parte que lhe interessa em um determinado momento.

5. Gravador: Salva as ações feitas na lousa captando os movimentos realizados.

Os *sites* de alguns modelos de lousa digitais ainda disponibilizam material didático interativo gratuitamente para uso do professor e alunos. Um exemplo é a lousa do modelo *Promethean Planet*²⁵ que oferece recursos

²⁵ Mais informações em:

<<http://www1.prometheanplanet.com/pt/server.php?show=ConResource.44551>>. Acesso em: 21 fev. 2014.

interativos que podem ser filtrados por disciplina e nível de ensino, conforme podemos observar na figura 8.

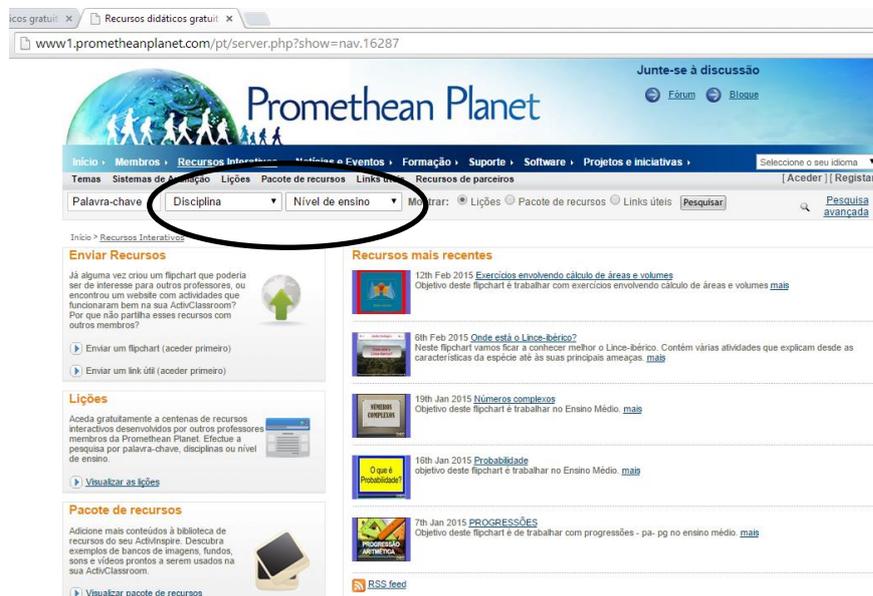


Figura 8: Site do modelo de lousa Promethean Planet.

Fonte: Imagem da web.²⁶

Acreditamos que essas ferramentas podem fazer da LD uma forte aliada do professor e dos alunos na construção do conhecimento em sala de aula. Analisaremos essa perspectiva no item a seguir.

3.1.4 Lousa digital e educação

Acreditamos que o quadro de escrever, também chamado quadro-de-giz, quadro negro, quadro verde ou lousa, é o veículo mais simples e acessível para a transmissão de informações visuais. É um dos recursos de ensino mais utilizados na escola, para escrever ou desenhar. Ou seja, o que o professor desejar reforçar, pode ser registrado no quadro. Esse recurso é um dos meios de comunicação mais importante entre aluno e professor e, além de facilitar a visualização, pode ser utilizado para registro da introdução de um assunto,

²⁶ Disponível em: <<http://www1.prometheanplanet.com/pt/server.php?show=nav.16287>>. Acesso em: 21 jan. 2015.

síntese, recapitulação, esquematização, etc. Quando utilizado adequadamente torna-se altamente valioso podendo ser explorado em qualquer disciplina.

Vemos a lousa digital da mesma forma. Porém, além de possibilitar alguns dos recursos do quadro de giz e ser um meio de comunicação entre professor e aluno, ela possui outras ferramentas que podem auxiliar nos processos educacionais. Ou seja, o aluno deixa de apenas ver, ouvir e copiar e passa a criar, modificar e construir.

Ela vem sendo implantada nas mais variadas instituições de ensino e trata-se de um recurso tecnológico que possibilita o desenvolvimento de atividades pedagógicas diferenciadas, pois possui recursos como: áudios, vídeos, imagens, textos, entre outras.

A lousa digital, criada em 1990 para fins corporativos, tem ganhado espaço dentro do cenário educacional devido ao seu potencial em integrar diferentes mídias. Essa ferramenta, quando relacionada à prática, privilegia e motiva a participação dos alunos rompendo com um planejamento individualizado e centrado no professor.

Os alunos podem contribuir com a aula previamente preparada tornando-a mais espontânea e customizada. Há tempo identificava-se apenas passividade do aluno na recepção de conhecimento e, hoje, já se entende a mudança no paradigma para ativa construção do conhecimento, uma vez que "o desejo de mudança da prática pedagógica se amplia na sociedade da informação quando o docente depara com uma nova categoria do conhecimento, denominada digital" (BEHRENS, 2008, p. 73). Assim, a inserção de ferramentas tecnológicas como a lousa digital permite transformações no papel do professor e do aluno na construção do conhecimento (COSTA, VILAÇA e PUGGIAN, 2014, p. 4).

Por integrar uma variedade de mídias como áudio, vídeo e imagens, a LD permite a alternância entre diversos recursos sem o risco de perdê-los, pois os passos realizados são gravados por meio da ferramenta Gravador, caso o usuário deseje. Nesse caso, há uma maior flexibilidade na condução das aulas, uma vez que proporciona aos professores a chance de interferir no que foi planejado para a aula, dialogar com o que está fora do ambiente escolar e

buscar novos recursos que possam agregar conhecimentos aos envolvidos nos processos educacionais.

Essas características da LD permitem que, enquanto a aula acontece, os estudantes interfiram na mesma manipulando as ferramentas da lousa, participando de discussões com os colegas, sugerindo *sites* para serem visitados, assistindo a vídeos e tendo acesso a áudios. Ou seja, “a parte de recursos visuais é fortemente beneficiada pela lousa digital através da exposição de imagens, vídeos e texto escrito” (COSTA, VILAÇA e PUGGIAN, 2014, p. 6). Além disso, o que fora construído coletivamente na lousa digital pode ser salvo, editado e revisitado sempre que necessário, pois ela integra a capacidade de armazenamento de informações, movimentos e demais atividades que forem feitas.

Acreditamos que a LD proporciona um ambiente dinâmico e interativo e algumas de suas vantagens são apontadas por Nakashima e Amaral (2006). Estes autores defendem que a LD é um equipamento que normalmente fica instalado na sala de aula, um ambiente em que o professor já está acostumado e não precisa deslocar-se para o laboratório de informática, por exemplo.

Por estarem concentrados no trabalho feito pelo professor na LD, os alunos podem se dispersar com menos frequência, o que pode ocorrer no laboratório de informática, quando dois alunos dividem um mesmo computador. Esses autores ainda afirmam que:

A lousa digital potencializa a realização de atividades mais interativas, em que os estudantes podem acompanhar todas as ações que o professor realiza no quadro, como abrir interfaces gráficas, desenhar, escrever ou destacar palavras, utilizando uma caneta especial que se comunica com a lousa através de um sensor óptico. Além disso, o tamanho desses quadros interativos permite qualidade na resolução e visualização das imagens, ampliando a acessibilidade para que mais e um aluno possa realizar as atividades na lousa digital (NAKASHIMA e AMARAL, 2010, p. 390).

Algumas pesquisas como: Costa, Puggian, Vilaça (2014); Garcia, Fernandez e Souza (2011); Gonçalves e Scherer (2014) revelam que a

utilização da lousa, por proporcionar a realização de atividades interativas, faz com que os alunos queiram participar mais ativamente das aulas.

Gonçalves e Scherer (2014) apontam que quando a lousa é utilizada, a participação dos alunos é mais intensa. Em seu estudo eles verificaram que, quando um problema é proposto e o aluno é convidado para resolvê-lo no quadro de giz, ele primeiro resolve o problema em seu caderno, pergunta para o professor se está correto e só depois vai para o quadro apresentar sua solução. Mas na aula com a lousa digital a postura dos alunos muda e segundo os autores:

As atitudes dos alunos não evidenciaram preocupação com o erro. Ao convidarmos um aluno voluntário, vários alunos se manifestavam, sem muitas vezes ter entendido direito a atividade proposta e apresentando, às vezes, solução incorreta. Esse movimento contribuiu para que pudéssemos entender o que estes alunos estavam compreendendo, para, então, desafiá-los a novas aprendizagens a partir de seus erros (GONÇALVES e SCHERER, 2014, p. 40).

Além disso, por se tratar de uma ferramenta multimídia, a LD pode proporcionar a aprendizagem de diversas maneiras: a visual, quando trabalha com imagens, textos, vídeos, animações e simulações, a auditiva, quando apresenta os mais variados sons e a tátil, quando permite que o aluno vá até a LD e interaja com a atividade proposta pelo professor (BEELAND, 2002).

Dessa forma, por proporcionar a interação, a LD permite que os alunos interajam entre si e com o professor, trocando ideias e aprendizagens, reforçando o que Kenski afirma:

A grande revolução no ensino não se dá apenas pelo uso mais intensivo do computador e da internet em sala de aula ou em atividades a distância. É preciso que se organizem novas experiências pedagógicas em que as TICs possam ser usadas em processos cooperativos de aprendizagem, em que se valorizem o diálogo e a participação permanentes de todos os envolvidos no processo (KENSKI, 2011, p. 88).

Outro diferencial da LD é a interatividade que ocorre entre os participantes do processo de aprendizagem e os conteúdos. No contexto da Matemática, por exemplo, acreditamos que a interatividade proporciona uma aprendizagem mais ativa, que para Lévy (1993) trata-se de uma pedagogia ativa, e concordamos com Gravina e Santarosa (1998) quando eles dizem que a aprendizagem em Matemática é caracterizada pelo “fazer matemática”, isto é,

Experimental, interpretar, visualizar, induzir, conjecturar, abstrair, generalizar e enfim demonstrar. É o aluno agindo, diferentemente de seu papel passivo frente a uma apresentação formal do conhecimento, baseada essencialmente na transmissão ordenada de ‘fatos’, geralmente na forma de definições e propriedades. Numa tal apresentação formal e discursiva, os alunos não se engajam em ações que desafiem suas capacidades cognitivas, sendo-lhes exigido no máximo memorização e repetição, e conseqüentemente não são autores das construções que dão sentido ao conhecimento matemático (GRAVINA e SANTAROSA, 1998, p. 1).

Para que todos esses diferenciais da lousa sejam mais bem explorados, acreditamos que devemos trabalhar com ela utilizando os objetos de aprendizagem. Eles serão apresentados no próximo item.

3.2 OBJETOS DE APRENDIZAGEM (OA)

O termo objeto de aprendizagem foi possivelmente utilizado pela primeira vez por Wayne Hodgins em 1994 quando, segundo Wiley (2000), nomeou seu grupo de trabalho CedMA (*Computer Education Management Association*) de *Learning Architectures, APIs and Learnig Objects*²⁷, tornando-se uma referência em assuntos relacionados ao processo de ensino e aprendizagem utilizando o computador.

Segundo Assis (2005, p.25), ao observar seu filho brincando com blocos LEGO, Wayne “percebeu que era preciso construir blocos de ensino capazes de se conectarem e que expressassem uma série de conteúdos de ensino”. A

²⁷ Arquiteturas de Aprendizagem, APIs e Objetos de Aprendizagem (tradução da autora).

partir dessas ideias, ele então definiu objeto de aprendizagem como sendo “qualquer entidade, digital ou não digital, que possa ser utilizada, reutilizada ou referenciada durante o aprendizado suportado por tecnologias”²⁸ (WILEY, 2000, p.4). A partir das ideias de Wayne, outros grupos começaram a investir em pesquisas relacionadas à OA.

O grupo LOM (*Learning Object Metadata*) do IEEE (*Institute of Electrical and Electronics Engineers*) dos Estados Unidos, de forma similar ao CedMA, passou a estudar sobre os objetos de aprendizagem e diversos conceitos relacionados a eles, tais como a modularidade, a granularidade e as formas de identificação das características, requisitos e conteúdos disponíveis em cada objeto. Outros exemplos de grupos que também ingressaram nessa investigação foram ARIADNE²⁹ e a Oracle, que desenvolveu o OLA³⁰ (ASSIS, 2005, p. 25).

No Brasil, os objetos de aprendizagem começaram a ser estudados e trabalhados após a criação do programa RIVED³¹ (Rede Internacional Virtual de Educação), que foi desenvolvido pela Secretaria de Educação à Distância (SEED), ligada ao Ministério da Educação (MEC), e teve como principal objetivo produzir conteúdos digitais na forma de objetos de aprendizagem.

Sobre o que é um OA, existem diversas definições propostas pelos mais variados autores, que muitas vezes são tão abrangentes que servem para qualquer recurso multimídia destinado a educação. Embora exista essa variedade e não haja um consenso sobre a definição desse termo,

Vários autores concordam que objetos de aprendizagem devam: (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 (FILHO, 2007, p. 2).

²⁸ Tradução livre.

²⁹ Mais informações disponíveis em: <<http://www.ariadne-eu.org/>>. Acesso em 01 Ago. 2014.

³⁰ *Oracle Learning Application*. Mais informações disponíveis em: <<http://www.oracle.com/index.html>>. Acesso em 01 Ago. 2013.

³¹ Mais informações: <http://rived.mec.gov.br/site_objeto_lis.php>. Acesso em: 14 Ago. 2014.

Wiley (2000, p.7) define objeto de aprendizagem como “qualquer recurso digital que pode ser reutilizado para apoiar a aprendizagem” e expõe dois motivos para essa proposta de definição: primeiro por ser suficientemente estreita para definir um conjunto razoável de coisas e ao mesmo tempo é ampla o suficiente para incluir as diversas informações disponíveis na internet, e segundo por esta definição estar baseada na que foi proposta pelo LTSC (*Learning Technology Standards Committee's*).

Este autor ainda comenta que sua definição contempla características que ele acha essenciais quando falamos em objeto de aprendizagem, ou seja, reutilizável, digital, recurso e aprendizagem. “Machado & Sá Filho (2003), compartilham da definição de Wiley e acrescentam que os OA podem ser usados, reutilizados e combinados com outros objetos para formação de um ambiente de aprendizado rico e flexível” (GALLO e PINTO, 2010, p. 3). Tavares (2006, p.13) define objeto de aprendizagem como sendo “um recurso (ou ferramenta cognitiva) auto consistente do processo ensino aprendizagem, isto é, não depende de outros objetos para fazer sentido”.

Verificamos então que há uma grande abrangência de definições relacionadas a objetos de aprendizagem. Dessa forma, após analisarmos várias delas, conforme vimos anteriormente, sentimos a necessidade de uma definição mais específica que revelasse com mais detalhes o que realmente é um objeto de aprendizagem no nosso entendimento.

Baseados nas principais características de um OA como: trabalhar com um conteúdo específico, ser reutilizável, apresentar-se como uma atividade interativa na forma de animação ou simulação e ser multimídia, chegamos a uma definição que até o momento está sendo utilizada em um grupo de estudos (GPTM³²) ligado ao Programa de Pós-graduação em Educação em Ciências e em Matemática da Universidade Federal do Paraná. Esta definição apresenta o objeto de aprendizagem como sendo: qualquer recurso virtual multimídia, que pode ser usado e reutilizado com o intuito de dar suporte à aprendizagem de um conteúdo específico, por meio de atividade interativa, apresentada na forma de animação ou simulação.

³² Mais informações em: <<http://gptem5.wix.com/gptem>>. Acesso em: 26 jan. 2015.

Os OA normalmente são encontrados em repositórios que armazenam variados recursos digitais que podem ser acessados gratuitamente e em alguns casos pode-se fazer o *download* para utilizá-los sem a necessidade de conexão com a internet. A seguir veremos com mais detalhes alguns destes repositórios.

3.2.1 Alguns repositórios de OA

Um dos pioneiros em armazenamento de objetos de aprendizagem no Brasil é o RIVED, que apesar de não ser mais alimentado, ainda permite a busca de OA por nível de ensino, área de conhecimento ou palavra-chave.

Após a busca, o usuário pode fazer o *download*, visualizar e comentar o objeto de aprendizagem, além de acessar o guia do professor onde ele conseguirá informações mais detalhadas de como trabalhar com o OA em suas aulas. Esses objetos apresentam ainda informações como: tipo de objeto, título, série/ano, objetivos, categoria e subcategorias, como podemos observar na figura 9.

ov.br/site_objeto_lis.php

Objetos Encontrados

	Tipo de Objeto	Módulo Rived
	Título	Geometria
	Série	1ª série (Ensino Médio)
	Categoria	Artes, Matemática
	SubCategoria	Geometria, Geometria espacial

Objetivo: I - Representação e Comunicação: Ler e interpretar diferentes representações das formas bidimensionais e tridimensionais no cotidiano; Traduzir as formas geométricas tridimensionais em representações bidimensionais e vice-versa; Sistematizar por meio da comunicação verbal ou escrita as relações presentes no estudo dos poliedros e polígonos; II - Investigação e Compreensão: Investigar e identificar as relações envolvidas na construção e representação das formas geométricas planas e espaciais; Reconhecer e situar os sólidos na interpretação das construções arquitetônicas; Identificar regularidades nos sólidos; Reconhecer a existência de invariantes e identidades nos sólidos; Perceber as relações e identidades entre diferentes formas de representação das formas tridimensionais incluindo a sua planificação; Adquirir uma compreensão do mundo do qual as formas geométricas são partes integrantes, focalizando a atenção numa figura e desconsiderando os marcos estranhos que o rodeiam. III - Contextualização sócio-cultural: Compreender as formas geométricas planas e espaciais como parte integrante da cultura contemporânea, sendo capaz de identificar sua presença nas construções arquitetônicas.

[Guia do Professor](#)
[Download](#)
[Visualizar](#)
[Detalhar](#)
[Comentar](#)

Figura 9: Página da RIVED com apresentação de um objeto de aprendizagem.
Fonte: Imagem da web.³³

³³ Disponível em: <rived.mec.gov.br/site_objeto_lis.php>. Acesso em: 26 jan. 2015.

Outro repositório em que podemos encontrar OA, principalmente de Matemática, é o CONDIGITAL³⁴, que está armazenado dentro do portal Dia a Dia Educação da Secretaria da Educação do Estado do Paraná. Nele, podemos encontrar os conteúdos de Matemática divididos em Álgebra, Números e Funções, Geometria e Medidas e Tratamento da Informação e cada um desses campos está dividido em outros subitens. Por exemplo, dentro de Álgebra e Funções encontramos OA que trabalham com Campos Numéricos, Funções, Matemática Financeira, Número de Ouro e Sequências Numéricas. Dentro de cada um desses subitens encontramos outros temas específicos que podem ser trabalhados. Em Campos Numéricos, por exemplo, há OA que trabalham com Números Naturais, Números Inteiros, Números Racionais, Números Irracionais e Números Complexos. Vale ressaltar que nesse repositório, além de OA, podemos encontrar também vídeos, áudios e experimentos, acompanhados de um manual de uso pedagógico para o professor.

Outro banco de objetos educacionais é o Banco Internacional de Objetos Educacionais (BIOE), já falado anteriormente, mas que merece nossa atenção. Esse repositório está vinculado ao Ministério da Educação e possui cerca de 20 mil recursos digitais que podem ser acessados gratuitamente. Basta acessar o *site* e começar a procura pelo recurso desejado. A busca pode ser feita por: país, idioma ou tipo de recurso, que pode ser animação/simulação, áudio, experimento prático, hipertexto, imagem, mapa, *software* educacional ou vídeo. Esta seleção pode ser feita, também, pelos níveis de ensino (infantil, fundamental, médio, profissional e superior), além de autor, assunto, tema e data de envio. Quando selecionada uma das opções acima, o usuário tem acesso a diversos recursos das mais variadas disciplinas. Por exemplo, ao selecionarmos o nível Ensino Médio, obtivemos 10.288 recursos separados por disciplina, conforme podemos observar na figura 10.

³⁴ Disponível em:

<<http://www.matematica.seed.pr.gov.br/modules/conteudo/conteudo.php?conteudo=299>>. Acesso em 24 fev. 2014.



Figura 10: Página do Banco Internacional de Objetos Educacionais.
Fonte: Imagem da web.³⁵

Nesse caso, podemos observar que só na disciplina de Matemática há 1.814 objetos educacionais. Ao clicarmos em Matemática somos direcionados a uma tela que nos mostra a quantidade de cada tipo de recurso disponível para esta disciplina que neste caso são: 1.178 animações/simulações, 169 áudios, 84 experimentos práticos, 38 hipertextos, 8 imagens, 75 *softwares* educacionais e 262 vídeos.

Escolhendo o tipo de recurso, vamos para outra tela que nos mostra os objetos disponíveis. Estes estão dispostos em uma tabela que nos informa a data de publicação, o título, os autores e o tamanho dos arquivos. Para ter acesso ao arquivo, o usuário precisa clicar sobre o título para ser direcionado a outra tela que contém informações específicas do recurso e em seguida fazer o *download*. Após isso o objeto estará pronto para ser usado.

O PROATIVA, *site* desenvolvido pelo Grupo de Pesquisa e Produção de Ambientes Interativos e Objetos de Aprendizagem da Universidade Federal do Ceará, também possui objetos de aprendizagem direcionados a algumas disciplinas como Biologia, Ciência, Física, Linguagem, Matemática e Química. Ver figura 11.

³⁵ Disponível em: <<http://objetoseducacionais2.mec.gov.br/handle/mec/33/browse?type=title&s=d>>. Acesso em: 26 jan. 2015.



Figura 11: Página do *site* PROATIVA.
Fonte: Imagem da *web*.³⁶

Após selecionar a disciplina desejada o usuário terá acesso a objetos desenvolvidos pelo próprio grupo de pesquisa e a objetos selecionados de outros repositórios. Os OA disponibilizados são acompanhados de um objetivo e do guia do professor, que contém informações de como utilizá-lo nas aulas.

Além dos repositórios, os OA também vêm sendo distribuídos por algumas editoras. Eles normalmente acompanham as coleções de livros didáticos que são vendidas ou adotadas (no caso de livros do Programa Nacional do Livro Didático - PNLD) para professores e alunos. Ao adquirir o livro, professor e aluno recebem uma senha, que lhe dará acesso ao *site* da obra e aos objetos relacionados a conteúdos específicos. Ressaltamos que há outros formatos de livros em que o professor recebe esses objetos em um CD. Este tipo de livro pode ser acessado também no formato digital, em que professor e aluno podem navegar pelas páginas ampliando e reduzindo as imagens e acessando recursos multimídia quando for conveniente.

Um exemplo é o Projeto Jornadas³⁷, que possui livros digitais das disciplinas de Língua Portuguesa, Matemática, Ciências, História e Geografia

³⁶ Disponível em: <<http://www.proativa.vdl.ufc.br/oa.php?id=0>>. Acesso em: 26 jan. 2015.

do Ensino Fundamental II. Os recursos disponíveis são desenvolvidos especificamente para a coleção e, além do acesso a eles, o professor que optar por adotar a coleção pode ainda destacar, assinalar e fazer anotações em trechos importantes, como podemos ver na figura 12.

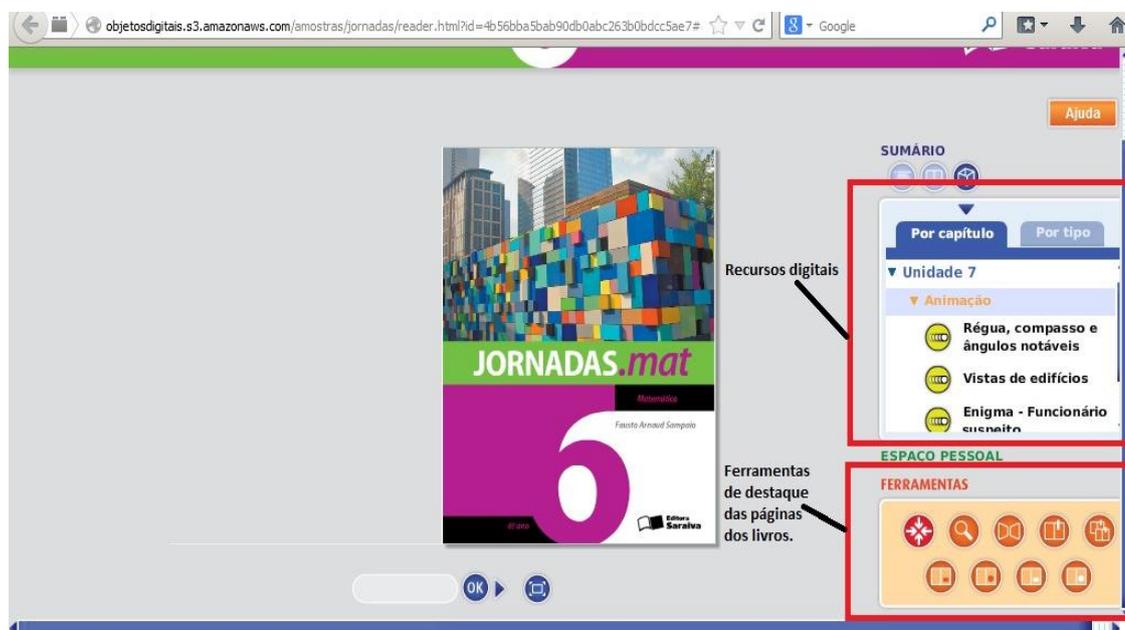


Figura 12: Página de livro digital.
Fonte: Imagem da web (adaptada).³⁸

Ressaltamos que há vários outros locais em que os OA podem ser encontrados. Neste trabalho destacamos apenas alguns. Esses recursos, quando utilizados de forma a contribuir para os processos educacionais, podem ser um complemento das aulas de Matemática, como veremos a seguir.

3.2.2 Objetos de aprendizagem e os processos educacionais

³⁷ Disponível em: <<http://jornadas.editorasaraiva.com.br/conheca-o-lidi/>>. Acesso em 26 jan. 2015.

³⁸ Disponível em: <<http://objetosdigitais.s3.amazonaws.com/amostras/jornadas/reader.html?id=4b56bba5bab90db0abc263b0bdcc5ae7#>>. Acesso em: 26 jan. 2015.

Pesquisadores (AUDINO e NASCIMENTO, 2010; FILHO, 2007; GALLO e PINTO, 2010; MÜLLER e SCHÜTZ, 2013) tem abordado a utilização do OA na educação, pois, por se tratar de um recurso que trabalha um único conteúdo, o OA na combinação de diversas mídias permite a interação do aluno com o seu objeto de conhecimento específico.

Esse tipo de Objeto pode possibilitar ao aluno testar diferentes caminhos, acompanhar a evolução temporal das relações, verificar causa e efeito, criar e comprovar hipóteses, relacionar conceitos, despertar a curiosidade e resolver problemas, de forma atrativa e divertida, como uma brincadeira ou jogo. O OVA³⁹ oferece oportunidades de exploração, navegação, descobertas estimulando a autonomia nas ações e nas escolhas do aluno (GALLO e PINTO, 2010, p. 4).

Além disso, uma característica muito citada pelos autores a respeito do OA é a sua capacidade de ser reutilizável. Entendemos como reutilizável o objeto de aprendizagem que, quando finalizado, pode ser acessado novamente com outras atividades e desafios para o aluno.

Um exemplo de OA reutilizável é o jogo Quadrado dos Radicais, apresentado na figura 13. Ele trabalha com conceitos de radiciação e consiste em arrastar uma série de números ao quadrado correspondente ao seu valor. Assim, como a $\sqrt{16} = 4$, devemos arrastar o número 4 até o retângulo que contém a $\sqrt{16}$.

Ao terminar de arrastar os números, o aluno pode conferir suas respostas e verificar se alguma está incorreta, tendo a possibilidade de corrigir seu erro. Ao fechar o OA e abri-lo novamente, outros valores livres e outros valores dentro dos quadrados irão aparecer. É nesse sentido que entendemos a característica reutilizável de um OA. Vale ressaltar que este OA, por permitir que os alunos arrastem os números, pode ser bem explorado na lousa digital, pois o aluno poderá utilizar a caneta ou os dedos para fazer este movimento trabalhando com mais um sentido, o tátil.

³⁹ Em nosso trabalho, chamamos OVA (objeto virtual de aprendizagem) apenas de OA (objeto de aprendizagem).

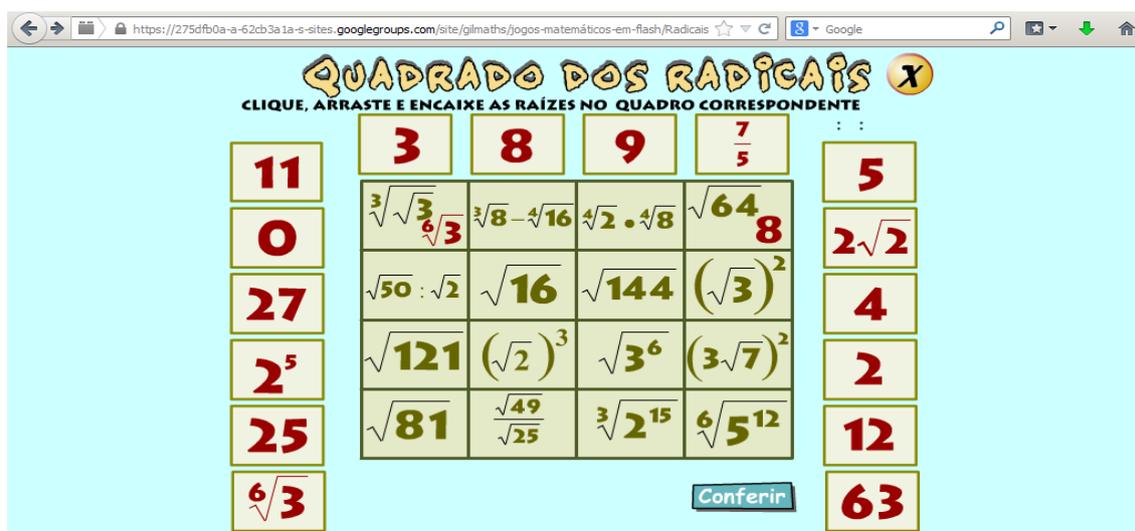


Figura 13: Objeto de aprendizagem “Quadrado dos Radicais”.
Fonte: Imagem da web.⁴⁰

O OA, principalmente quando utilizado na LD, permite que o aluno interaja com o conteúdo, manipulando-o de forma a estimular processos cognitivos, potencializando assim as ferramentas disponíveis na lousa digital.

Quando um aluno está frente a um sistema computadorizado, interagindo com a interface, ou seja, o que aparece na tela, é possível observar suas ações motoras na manipulação do sistema, mas por trás das ações motoras estão inúmeros processos mentais que envolvem a memória, a percepção, a atenção, a tomada de decisões, entre outros. Em ambientes hipermediáticos como os OVA, a exploração, navegação e a orientação envolvem “atividades cognitivas que estão relacionadas à maneira como o aluno adquire, codifica, armazena, decodifica, processa e aplica o conhecimento” (GALLO e PINTO, 2010, p. 4).

Sendo assim, o OA, quando bem desenvolvido, pode ter a vantagem de explorar dinamicamente os conteúdos, permitir o registro do trabalho desenvolvido pelos alunos, facilitar as conexões entre diferentes formas de representação de um conceito, possibilitar conexões tanto com o conhecimento matemático quanto com as situações do dia a dia, entre outras.

⁴⁰ Disponível em: <<https://275dfb0a-a-62cb3a1a-s-sites.googlegroups.com/site/gilmaths/jogos-matem%C3%A1ticos-em-flash/Radicais1.swf?>>. Acesso em: 26 jan. 2015.

Dessa forma, “um bom OA deve criar situações interessantes para os alunos, mas que permitam uma reflexão sobre conceitos fundamentais em Matemática” (FILHO, 2007, p.12). Ressaltamos, ainda, que o OA possui grande facilidade de uso. O aluno ao se deparar com a atividade, normalmente, do ponto de vista de uso do recurso, já sabe o que deve fazer, tendo que se preocupar apenas com o conteúdo matemático explorado no objeto.

Audino e Nascimento (2010, p. 134-137) nos chamam atenção para outras características dos objetos de aprendizagem. Entre elas podemos citar:

- A acessibilidade, entendida como a capacidade que o objeto tem de ser acessado em qualquer lugar e utilizado em vários outros locais.
- Auto consistente, pois não depende de outro objeto para fazer sentido.
- A flexibilidade que está relacionada à capacidade que o objeto tem de apresentar início, meio e fim podendo ser reutilizados sem manutenção.
- A interatividade que é outra característica importante do OA e que permite que o aluno interaja com o conteúdo, arrastando elementos, por exemplo. Acredita-se que quanto maior for a interatividade proporcionada pelo objeto, maior será o envolvimento do aluno na atividade.
- A interoperabilidade, em que os OA têm a capacidade de serem utilizados em diversas plataformas sem a necessidade de modificações ou alterações.
- Modularidade - permite que o objeto seja utilizado em conjunto com outros recursos e em contextos diferente.
- A portabilidade que permite que o objeto seja “transportado” em diversas mídias, como por exemplo, *pen drives* e CDs.

Apresentando essas características um objeto de aprendizagem poderá ser utilizado, por exemplo, para realizar simulações de situações práticas. Ele permite que o aluno teste, de maneira interativa, diversas possibilidades do exercício proposto e, por ser interativo, um OA pode conquistar mais facilmente a atenção dos alunos e seu papel passa a ser mais ativo.

Durante o processo de aprendizagem, o emprego de OAs na forma de animação pode caracterizar um enriquecimento significativo na capacidade associativa de uma nova informação apresentada, através de um contexto de representatividade oferecido por esses recursos. Além de auxiliar os professores na tarefa de contextualizar determinadas cargas de informação (MÜLLER e SCHÜTZ, 2013, p. 21).

Mas a pergunta que fica é: Quando e como utilizar um objeto de aprendizagem a fim de apoiar a aprendizagem? Sobre isso, Betrancourt (2014) nos apresenta três principais usos da animação (que também são aplicáveis para a simulação) em sala de aula. São eles:

1. Apoiar a visualização e o processo de representação mental.

Nesse caso, a animação fornece a visualização de fenômenos dinâmicos que não são facilmente observados em espaços reais e escalas de tempo, por exemplo, placas tectônicas, mapas meteorológicos, sistema circulatório. Além disso, permite que o aluno analise situações que são muito perigosas ou muito caras caso fossem realizadas em espaço real, como a representação de forças ou um circuito elétrico.

2. Produzir um conflito cognitivo. A animação pode ser utilizada para visualizar fenômenos concebidos espontaneamente que não são do jeito que são no domínio científico. Por exemplo, há muitas situações em que concepções ingênuas da Física dominam sobre as concepções científicas (por exemplo, o fato de que objetos de mesmo volume e pesos diferentes caem com a mesma velocidade, ou a trajetória de objetos em movimento de queda). Neste caso, um cenário de ensino pode fornecer várias animações do mesmo fenômeno e pedir ao aluno para escolher a situação correta. Segundo a autora,

esse caso será mais bem explorado em um grupo de alunos discutindo a animação.

3. Habilitando os alunos a explorar um fenômeno. Neste terceiro uso, o aluno explora ativamente a animação, a fim de entender e memorizar o fenômeno. Aqui a interatividade é um fator chave. Pode ser um simples controle sobre o ritmo e a direção da animação com uma atividade de aprendizagem adequada. Mas ela pode incluir um elevado grau de interatividade com uma tarefa de aprendizagem que encoraja os alunos a gerar hipóteses e testá-las na manipulação dos parâmetros. Neste caso a animação torna-se uma simulação que é usada em uma descoberta.

Dessa forma os OA podem ser aliados do professor nos processos educacionais. Porém, para que suas vantagens de utilização sejam verdadeiramente exploradas, é necessário que professores e alunos estejam envolvidos nesses processos.

Por isso, acreditamos que quando se desenvolve ou seleciona-se um objeto para aplicação em sala de aula, o professor deve estar familiarizado com o conteúdo e com o recurso, para que possa antecipar as possíveis dificuldades que os alunos terão durante sua utilização. Isso porque simplesmente colocar o aluno diante do objeto pode não ser suficiente. Nesse sentido, o professor tem papel fundamental na preparação e condução das atividades propostas para que o OA auxilie o aluno a construir seu conhecimento.

Por isso, e por acreditarmos que o OA pode ser usado como recurso nas aulas de Matemática é que este trabalho dedica-se a investigar as estratégias que os alunos utilizam quando do uso desse recurso, em especial no trabalho com Álgebra, pois este recurso permite, entre outras coisas, reforçar a linguagem gráfica e novas formas de representação, relativizar a importância do cálculo e permitir a manipulação simbólica de elementos matemáticos.

Após a investigação das estratégias quando se utiliza os OA, vamos relacioná-las com as estratégias utilizadas pelos alunos quando resolvem um problema de Álgebra usando outros recursos como o lápis e o papel. Essas

últimas serão apresentadas a partir de resultados de pesquisas já realizadas, conforme veremos no capítulo seguinte.

CAPÍTULO IV - A ÁLGEBRA E A APRENDIZAGEM EM MATEMÁTICA

Este capítulo apresenta pesquisas de Beltrão (2010), Fernandes (2011), Freire, Cabral e Filho (2004), Nobre, Amado e Ponte (2013), Quintiliano (2011) e Volso e Savioli (2010), que tratam da resolução de problemas utilizando lápis e papel evidenciando as principais estratégias utilizadas por alunos ao resolverem situações-problema que envolvem o conteúdo de equação do primeiro grau, normalmente trabalhadas no 9º ano do Ensino Fundamental II.

Ressaltamos que em uma exploração bibliográfica feita a partir de estudos que tratassem da resolução de problemas que envolvem o conteúdo de equação do primeiro grau, as pesquisas aqui apresentadas destacaram-se e foram escolhidas pois dão ênfase às estratégias utilizadas pelos alunos e dessa forma nos permitiram fazer a relação com as estratégias utilizadas durante a utilização de um objeto de aprendizagem na lousa digital.

4.1 APRENDIZAGEM EM ÁLGEBRA

Acreditamos que na estrutura curricular do Ensino Fundamental II, o estudo da Álgebra é importante, pois a partir da apropriação dos seus conceitos é que os alunos podem fazer abstrações e generalizações em um grau maior que o realizado no estudo da Aritmética. Sendo assim, dentre outras habilidades deste nível de ensino, é importante a compreensão da linguagem algébrica na tradução de problemas reais para a linguagem matemática a fim de resolvê-los.

Além disso, acreditamos que um dos grandes objetivos do estudo da Álgebra, no âmbito escolar, é o de desenvolver o pensamento algébrico dos alunos. Este pensamento inclui a capacidade de manipulação de símbolos além de:

- Compreender padrões, relações e funções (Estudo das estruturas);
- Representar e analisar situações matemáticas e estruturas, usando símbolos algébricos (Simbolização);

- Usar modelos matemáticos para representar e compreender relações quantitativas (Modelação);
- Analisar mudança em diversas situações (Estudo da variação) (PONTE, 2006, p. 7).

Podemos dizer então que o pensamento algébrico inclui a capacidade de lidar com o cálculo algébrico, as funções e com muitas outras estruturas matemáticas usando-as na interpretação e resolução de problemas matemáticos.

Sabemos que alguns professores dedicam muitas das suas aulas para trabalhar com a Álgebra. Sobre isso os PCN (Parâmetros Curriculares Nacionais) nos informam que boa parte das situações propostas baseia-se na repetição e memorização de procedimentos e fórmulas para a resolução dos problemas, descaracterizando o objetivo da inserção da Álgebra no Ensino Fundamental II e causando prejuízo a outros temas da Matemática, também fundamentais, como a Geometria (BRASIL, 1998).

Outra dificuldade na aprendizagem desse campo da Matemática está na interpretação dos problemas. O estudo algébrico envolve a interpretação, exigindo do aluno a tradução da linguagem escrita para a linguagem matemática. O aluno que não é capaz de interpretar, não conseguirá representar formalmente e algebricamente a situação apresentada.

De maneira geral os alunos são induzidos a desenvolverem habilidades numéricas, iniciando-se o ensino da Álgebra apenas no 7º ano, quando há uma mudança brusca nas operações Matemáticas, sendo introduzidos os cálculos algébricos nas operações. Apesar de acreditarmos que essa inserção deve ser realizada desde os anos anteriores, percebemos que muitos professores ainda optam por trabalhar com a Álgebra apenas no 7º ano. Nessa fase, boa parte dos alunos tem entre 12 e 13 anos, fase em que passam por muitas mudanças. Esses alunos, acostumados a realizar operações puramente aritméticas se veem obrigados a introduzir em suas resoluções as incógnitas e variáveis, particularidade da Álgebra. Dessa forma, novas estratégias para a resolução dos problemas propostos precisam ser desenvolvidas.

Nos dias atuais, em que a tecnologia se faz presente e há um crescente acúmulo e troca de informações de vários tipos, reconhecemos que se tornou importante o desenvolvimento de habilidades de expressão e comunicação pela utilização de diferentes linguagens e representações. A Álgebra é um tipo de linguagem que permite ao aluno representar e resolver situações-problema utilizando expressões e equações, desenvolvendo seu raciocínio dentro e fora da escola e por isso ela precisa ser aprendida de forma que o aluno consiga utilizá-la em problemas cotidianos. Porém, a simples repetição de técnicas e dispositivos para a resolução de problemas algébricos pode não garantir a aprendizagem de conceitos, pois esses processos mecânicos podem não agregar significados para eles.

Nesse sentido, muitas são as pesquisas que se preocupam em investigar as dificuldades que os alunos encontram na resolução de problemas de Álgebra e quais as estratégias que eles utilizam. A seguir apresentaremos algumas que trazem essa preocupação e apresentam diferentes estratégias utilizadas pelos alunos na resolução de problemas que envolvem equações do primeiro grau.

4.2 RESOLUÇÃO DE PROBLEMAS ENVOLVENDO ÁLGEBRA COM O USO DE LÁPIS E PAPEL

Entre os estudos que se preocupam em analisar as estratégias desenvolvidas pelos alunos na resolução de problemas que envolvem equação do primeiro grau, podemos citar Freire, Cabral e Filho (2004). Em seu estudo com alunos de 7ª série (8º ano), eles destacaram cinco tipos de estratégias utilizadas pelos alunos na resolução de problemas que envolviam Álgebra. Os dados foram coletados em um teste individual aplicado a 91 alunos de duas turmas de 7ª série de uma escola pública situada em Fortaleza, que contava com “seis questões envolvendo estruturas algébricas simulando situações de igualdade com o uso de pesos” (FREIRE, CABRAL e FILHO, 2004, p. 4). Ressaltamos que as questões aplicadas neste estudo podem ser visualizadas na tabela a seguir.

Questão	Enunciado
1	Uma balança está em equilíbrio. Um dos pratos contém um saquinho de 100 g e dois saquinhos de pesos iguais desconhecidos. O outro prato contém 500g. Qual o peso de cada saquinho?
2	Raquel e Gisele foram à feira comprar farinha. Raquel comprou dois sacos de farinha numa barraca e três sacos de farinha em outra barraca. Gisele comprou 250 gramas de farinha. Sabendo que elas compraram a mesma quantidade de farinha, quantas gramas de farinha tinham em cada saco que Raquel comprou?
3	Dona Isaura tem uma barraca na feira e usa uma balança para pesar os produtos. Em uma de suas vendas colocou 300g de arroz mais um saquinho de arroz em um dos pratos da balança. E no outro colocou 4 saquinhos de arroz. Se a balança ficou em equilíbrio, quanto pesa cada saquinho de arroz? Lembre-se que todos têm o mesmo peso.
4	Carla e Patrícia foram à feira comprar açúcar para fazer uns docinhos. Carla comprou 400 gramas de açúcar e dois sacos de açúcar. Patrícia comprou 200 gramas de açúcar e quatro sacos de açúcar. Sabendo-se que elas compraram a mesma quantidade de açúcar, quantas gramas pesa cada saco que elas compraram?
5	Gabriel foi ao supermercado com seu irmão Rafael. Gabriel comprou 1 pacote de queijo mussarela e 900g de queijo prato. Rafael comprou 1 pacote de queijo mussarela, 100g de queijo prato e 4 sacos de queijo parmesão. Sabendo que os dois irmãos compraram a mesma quantidade de queijo, qual o peso de cada saco de queijo parmesão?
6	Seu Ernesto e seu Antonio foram comprar feijão. Seu Ernesto comprou 900g de feijão preto, um pacote de feijão mulatinho e um pacote de feijão verde. Seu Antonio comprou 200g de feijão preto, um pacote de feijão mulatinho e três pacotes de feijão verde. Se cada pacote de feijão do mesmo tipo tinha a mesma quantidade, quantas gramas de feijão verde têm em cada pacote?

Tabela 2 – Problemas aplicados na pesquisa de Freire, Cabral e Filho (2004).

As estruturas algébricas formuladas para analisar as estratégias nas questões do teste foram baseadas nos estudos de Lessa (1996)⁴¹ e constituem-se da seguinte forma:

Estrutura 1 – A incógnita aparece uma vez e em apenas um membro da equação ($ax + b = c$).

Estrutura 2 – A incógnita aparece duas vezes em um membro da equação ($ax + bx = c$).

Estrutura 3 – A incógnita aparece nos dois membros da equação ($a + x = bx$).

Estrutura 4 – Novamente a incógnita aparece em ambos os membros da equação, porém nesta estrutura, ela aparece acompanhada (no primeiro membro) por um coeficiente. Além disso, há o acréscimo de um termo independente no segundo membro ($ax + b = cx + d$).

Estrutura 5 – Há a presença de duas incógnitas sendo que uma aparece em ambos os membros da equação e a outra aparece em apenas um dos membros ($ax + by = cx + d$).

Estrutura 6 – Há a presença de duas incógnitas que aparecem em ambos os membros da equação ($ax + by = cx + dy$).

Após a aplicação do teste, os dados foram analisados quantitativamente e qualitativamente. Como nosso estudo busca as estratégias desenvolvidas por esses alunos, analisaremos apenas a parte qualitativa da pesquisa. Dessa forma, foram identificadas as seguintes estratégias de resolução:

- a simbólica, em que o aluno utiliza uma equação para a resolução do problema;
- a numérica em que o aluno utiliza apenas números e operações aritméticas;

⁴¹ LESSA, M. M. L. Balança de dois pratos e problemas verbais como ambientes didáticos para iniciação à álgebra: um estudo comparativo. Recife, 1996. Dissertação (Mestrado). Universidade Federal de Pernambuco.

- a icônica em que o aluno utiliza figuras para representar as quantidades e as relações envolvidas no problema;
- a mista que engloba as estratégias simbólica, numérica e icônica;
- e ainda outras estratégias que os autores classificaram como as que menos apareceram ou tem menos significado não podendo ser classificadas em nenhuma das categorias.

Nessa pesquisa, os autores verificaram que a estratégia mais buscada pelos alunos foi a numérica, seguida das estratégias icônica e mista. Já a menos utilizada foi a simbólica, ou seja, a algébrica. Porém, constataram que todos os alunos que utilizaram esta estratégia acertaram a resposta do problema.

Sendo assim, na maioria dos casos os participantes da pesquisa preferiram utilizar uma estratégia que envolve apenas a presença de números, o que para os autores é preocupante já que esses alunos encontravam-se na 7ª série (8º ano), ano em que a Álgebra é predominante no conteúdo matemático.

Em outro estudo realizado com alunos de 8º e 9º anos de uma escola pública da cidade de Ibiporã - PR, Volso e Savioli (2010) pretendiam comparar a produção escrita com a fala dos alunos na resolução de um problema que estava relacionado à Álgebra, especificamente a resolução de uma equação do primeiro grau. Ao lermos seu trabalho conseguimos identificar algumas estratégias que os alunos escolheram para a resolução da situação proposta. O problema aplicado com esses alunos foi:

“Um carteiro entregou 100 telegramas em 5 dias. A cada dia, a partir do primeiro, entregou 7 telegramas a mais que no dia anterior. Quantos telegramas entregou em cada dia?” (VOLSO e SAVIOLI, 2010, p. 4)

Ao analisarem as produções de dois grupos que responderam ao mesmo problema, os autores verificaram que o grupo 1 resolveu o problema primeiramente utilizando aritmética (operações de divisão e adição). Após

verificarem que não haviam acertado a resposta, passaram a resolver o problema pela estratégia tentativa e erro, sem utilizar, em momento algum, seus conhecimentos sobre Álgebra. Nas palavras dos autores,

O que podemos perceber foi que, para a segunda tentativa de resolução do problema, os estudantes do grupo um passaram a fazer por meio da tentativa e erro, partindo da resposta que de início obtiveram na primeira tentativa de resolver a questão. Pela fala do estudante que diz para tentar por 12 e não por 19, é possível perceber que de algum modo ele fez uso do pensamento algébrico, pois se colocasse 19 para o primeiro dia, ainda haveria uma grande quantidade de telegramas para ser retirada (VOLSO e SAVIOLI, 2010, p. 7).

Já o segundo grupo, logo que o problema foi apresentado, começou a utilizar a letra x para representar a quantidade de telegramas entregues no primeiro dia. Segundo os autores, os alunos utilizaram os conhecimentos adquiridos em sala de aula, mas não conseguiram “escrever” o que o problema estava pedindo, resolvendo-o somente após intervenções da professora e discussões no próprio grupo. Para os autores,

Pela produção escrita desse grupo, e pela fala dos estudantes, percebemos que entendiam o que o problema pedia, porém na hora de escrever os seus registros não condiziam com a fala. Contudo, com as perguntas da professora, foi possível ao grupo montar uma nova equação, encontrando assim na primeira tentativa de resolução o erro e permitindo uma melhor compreensão do conteúdo aprendido em sala de aula como também um maior desenvolvimento do raciocínio lógico-dedutivo (VOLSO e SAVIOLI, 2010, p. 9).

Analisando os resultados dessa pesquisa percebemos que uma das dificuldades dos alunos na resolução de problemas que envolvem algum conteúdo de Álgebra está na passagem da linguagem formal para a linguagem algébrica, visto que, segundo Volso e Savioli (2010), a fala dos alunos não condiz com o que eles escrevem. Além disso, percebemos que mais uma vez a estratégia tentativa e erro, ou seja, aquela que envolve procedimentos numéricos foi uma das mais buscadas pelos alunos.

Em sua tese de doutorado, Quintiliano (2011) tinha o objetivo de verificar:

a existência de relações entre os estilos cognitivos e as estratégias de solução de problemas, os estilos cognitivos e as variáveis gênero e série, os estilos cognitivos e o desempenho dos estudantes na solução dos problemas, bem como o desempenho e o tipo de estratégia utilizada na solução dos problemas (QUINTILIANO, 2011, p. IX).

Em sua pesquisa a autora contou com a participação de 168 alunos sendo 56 do 1º ano, 65 do 2º ano e 47 do 3º ano do Ensino Médio de duas escolas públicas da cidade de Bauru no estado de São Paulo. Para a coleta dos dados, além de outros instrumentos, ela utilizou uma prova contendo questões retiradas de livros didáticos de 6º, 7º e 8º anos do Ensino Fundamental II que permitiam ou requeriam a utilização de conceitos e procedimentos algébricos e aritméticos.

Após a aplicação da prova, ela foi corrigida de duas formas diferentes, pois como vimos na citação anterior, a autora tinha como objetivo analisar a existência de relações entre estilos cognitivos e desempenho dos alunos, bem como o desempenho e a estratégia utilizada na solução de problemas, entre outros objetivos.

Na primeira forma de correção, que foi classificada como tradicional, as questões foram consideradas certas ou erradas e foram atribuídas notas de 0 a 10. Essa primeira forma de correção classificou os estudantes por nível, sendo que o nível 1 (insatisfatório) corresponde a estudantes que tiveram notas entre 0 e 1,9 pontos; o nível 2 (regular) corresponde a notas entre 2 e 3,9 pontos; o nível 3 (satisfatório), notas entre 4 e 5,9 pontos; o nível 4 (bom), notas entre 6 e 7,9 pontos e o nível 5 (ótimo) que contempla alunos que tiveram notas entre 8 e 10 pontos.

Porém, essa forma de correção, não leva em consideração as tentativas e o pensamento dos alunos durante a resolução das questões. Por isso, a autora corrigiu a mesma prova considerando uma pontuação de acordo com os

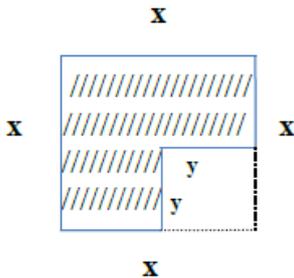
procedimentos desenvolvidos pelos sujeitos da pesquisa. Esse critério de correção segue um modelo denominado Sistema de pontuação com cinco valores: Escala de cinco pontos, elaborado por Charles (citado por Lima, 2001⁴²) e que pode ser visualizado na tabela 3.

Número de pontos	Características observadas na solução dos problemas propostos aos estudantes
0	Desenvolve o problema “em branco” (sem solução). Números copiados do problema – não entendimento do problema evidenciado. Resposta incorreta sem evidenciar o desenvolvimento da solução.
1	Iniciou usando estratégia inapropriada – não concluiu a solução do problema. Abordagem sem sucesso – não tentou abordagem diferente. Tentativa falha de alcançar um sub-objetivo.
2	Estratégia apropriada foi usada – não encontrou a solução ou alcançou um sub-objetivo, mas não terminou a solução. Estratégia inadequada, que revela algum entendimento do problema. Resposta correta e procedimento de solução não mostrado.
3	Estratégia apropriada, porém o sujeito: Ignorou a condição do problema. Deu uma resposta incorreta sem razão aparente. Falta de clareza no procedimento empregado.
4	Estratégia (s) apropriada (s). Desenvolvimento da solução reflete entendimento do problema. Resposta incorreta por um erro de cópia ou de cálculo.
5	Estratégia (s) apropriada (s). Desenvolvimento da solução reflete entendimento do problema. Resposta correta.

Tabela 3 – Sistema de pontuação com cinco valores Escala de Cinco Pontos, elaborada por Charles (1987, citado por Lima, 2001, p. 51, 52). (QUINTILIANO, 2011, p.100).

⁴² Lima, V. S. Solução de problemas: habilidades matemáticas, flexibilidade de pensamento e criatividade. Brasil, 2001. Tese (Doutorado). Universidade Estadual de Campinas.

Como nosso trabalho preocupa-se com as estratégias na resolução de problemas algébricos, analisaremos as identificadas na segunda forma de correção da prova, em que a autora considerou as resoluções dos itens A, B, C, D, E, F, G e H, apresentados na tabela 4.

Problema	Enunciado
A	Quantas horas há em 8.640 minutos? E quantos dias?
B	Um colégio foi construído numa área de 6.000 m ² . A terça parte desta área ficou como área livre, e na parte restante foram feitas 50 salas de aula. Qual a área de cada sala de aula?
C	A diferença entre o número de dentes da roda dentada maior e da roda dentada menor da engrenagem de uma bicicleta de corrida é 54. Determine o número de dentes de cada roda dentada, sabendo que a maior possui o quádruplo do número de dentes da roda menor?
D	Pensei em um número. Multipliquei por 5. Dividi por 4 e subtraí 8, obtendo 12. Em que número pensei?
E	A soma de dois números é 110. O quociente da divisão do maior pelo menor é 5 e o resto é 8. Determine-os.
F	<p>Dê a expressão algébrica correspondente à área da região hachurada.</p>  <p>O diagrama mostra um retângulo maior com lados rotulados como x no topo e x na base. À esquerda e à direita, há rotulagem x indicando a altura e a largura. No canto inferior direito, há um retângulo menor com lados rotulados como y no lado direito e y no lado inferior. A região entre os dois retângulos é hachurada com linhas diagonais paralelas.</p>

G	Um paralelepípedo tem arestas, x , y e z . O volume desse paralelepípedo é dado pela expressão algébrica xyz . Se $x = 40$ cm e $z = 100$ cm, qual o volume desse paralelepípedo?
H	A terça parte de um número, mais cinco, é igual a quatro nonos desse número. Determine o número.

Tabela 4 – Problemas aplicados na prova da pesquisa de Quintiliano (2011, p. 236).

Neste caso, as estratégias identificadas foram: Estratégia Ensaio e Erro, Estratégia para frente, Estratégia para trás, Estratégia meios-fins e Estratégia tradução direta.

A estratégia ensaio e erro assemelha-se a tentativa e erro, em que o aluno testa possíveis valores para a solução até encontrar a resposta correta. Já a estratégia “para frente” é identificada quando o aluno parte das informações apresentadas no problema para encontrar as desconhecidas. A estratégia “para trás” é o inverso da “para frente”, ou seja, o aluno parte das informações desconhecidas e tenta chegar às informações dadas no problema. Na estratégia meios-fins,

Os solucionadores partem da definição dos objetivos ou metas do problema para seguir manipulando a partir dos dados ou das condições iniciais, buscando uma redução na diferença entre o estado inicial e a solução, comparando continuamente o estado inicial e o estado final, e realizando etapas para minimizar as diferenças entre os dois estados (QUINTILIANO, 2011, p. 78).

E finalmente, na estratégia tradução direta os solucionadores buscam traduzir diretamente as proposições-chave no enunciado do problema a um conjunto de cálculos que irá produzir a resposta.

Cada problema foi analisado isoladamente destacando-se as estratégias mais utilizadas em cada um. No problema A, a estratégia mais utilizada foi a estratégia para frente, sendo que a maioria dos sujeitos utilizaram

procedimentos aritméticos (76 de 80 sujeitos) e apenas 11 utilizaram procedimentos algébricos.

O problema B foi resolvido pela maioria dos sujeitos por meio da estratégia para frente. Nesse problema, apenas um sujeito utilizou o pensamento algébrico juntamente com a estratégia tradução direta, porém não teve sucesso na resolução.

A estratégia para frente foi preferida mais uma vez no problema C, sendo que dos alunos que utilizaram a estratégia tradução direta, nenhum solucionou corretamente o problema.

No problema D a estratégia para frente foi mais uma vez a mais utilizada. Nesse problema destaca-se que 35 sujeitos empregaram procedimentos aritméticos e 28 procedimentos algébricos.

O problema E não foi solucionado por nenhum dos alunos. Para a autora, o que pode ter ocorrido é que para a resolução do mesmo, precisava-se identificar a equação que representava o problema bem como os termos desconhecidos e para isso era requerido o pensamento algébrico, que parece não ser dominado por boa parte dos alunos.

O problema F também não foi solucionado por nenhum dos sujeitos. Para Quintiliano (2011), a possível causa para isso deve-se ao fato de os alunos terem dificuldade em utilizarem conceitos geométricos combinados com os algébricos.

Nos problemas G e H os resultados assemelham-se aos encontrados no problema F. Porém, de acordo com os alunos que tentaram resolvê-los, a estratégia mais utilizada também foi a para frente. Para a autora esses últimos problemas podem não ter sido respondidos adequadamente pelo possível fato de os alunos acharem a prova um pouco extensa.

Com isso, pode-se concluir que a estratégia mais utilizada pelos sujeitos foi a para frente em que os alunos partem das informações disponibilizadas no problema para encontrar as que estão faltando. Vale ressaltar que considerando as análises feitas em cada um dos problemas, pode-se perceber

que a maioria dos alunos prefere utilizar procedimentos aritméticos em vez de algébricos, mesmo quando os problemas envolviam resoluções estritamente algébricas.

Em sua pesquisa sobre a resolução de equações de 1º grau, Fernandes (2011), trabalhou com uma turma de 7º ano do Ensino Fundamental II de uma escola da periferia de Lisboa, em Portugal.

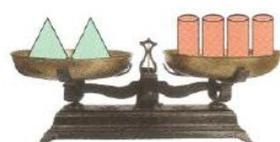
A turma escolhida possuía 28 alunos sendo quinze meninos e treze meninas e a pesquisa foi realizada no início do ano letivo de 2011. Para chegar ao seu objetivo principal, o autor propôs cinco atividades para os alunos, divididas em três aulas, nas quais eles deveriam manipular a balança de dois pratos, para chegarem aos conceitos de incógnita, equivalência e equação.

Essas atividades foram aplicadas pelo próprio pesquisador, que não era professor titular da turma, mas lecionou algumas aulas para a realização da pesquisa. Conforme os alunos iam realizando as atividades, o pesquisador ia tirando dúvidas, orientando-os e auxiliando-os. As atividades foram retiradas dos livros didáticos utilizados pelos alunos durante o ano letivo de realização da pesquisa e apresentaremos algumas delas a seguir:

Atividade 1: Podemos observar que nesta primeira atividade explora-se o conceito de equilíbrio de uma balança de dois pratos.

Em cada uma das situações seguintes, considera que todos os sólidos geométricos do mesmo tipo têm o mesmo peso, ou seja, todos os cones pesam o mesmo, todos os cilindros pesam o mesmo, etc.

Situação 1



Balança A



Balança B

- a) O que acontece à balança A se se acrescentar um cilindro em cada um dos pratos? Explica o teu raciocínio.

Figura 14: Parte da atividade 1 aplicada na pesquisa de Fernandes (2011).

Fonte: FERNANDES, 2011, p. 85.

Atividade 2: Nesta atividade além do conceito de equilíbrio, observamos que explora-se também a questão de um valor desconhecido.

1. Descubra o valor do peso desconhecido de modo a que a balança mantenha o equilíbrio.

a)

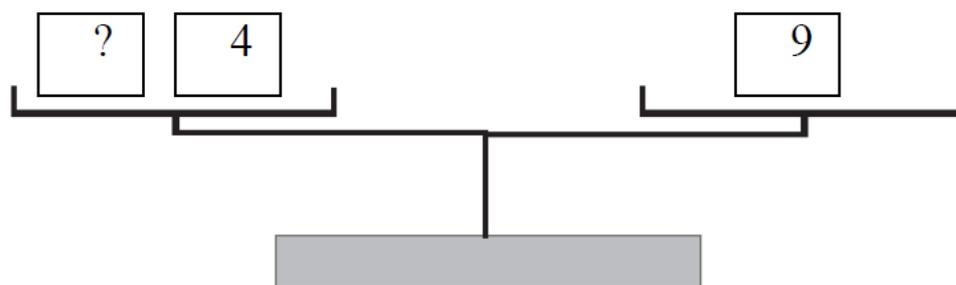
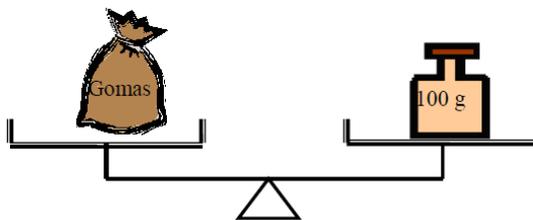


Figura 15: Parte da atividade 2 aplicada na pesquisa de Fernandes (2011).
Fonte: FERNANDES, 2011, p. 87.

Atividade 3: Esta atividade apresenta uma situação do dia a dia pode ser traduzido para a linguagem algébrica.

1. A Rita e o Rui foram comprar gomas. Na loja existe uma balança com pesos e um dos dois amigos pesou o seu saco de gomas.
 - 1.1. A Rita colocou o saco de gomas num dos pratos da balança e um peso no outro prato e a balança ficou logo em equilíbrio, como podes ver na figura:



- a) Escrevam uma frase que traduza a situação da balança em equilíbrio.

- b) Quanto pesa o saco de gomas da Rita?

Figura 16: Parte da atividade 3 aplicada na pesquisa de Fernandes (2011).
 Fonte: FERNANDES, 2011, p. 89.

Atividade 4: Nesta atividade há a preocupação em fazer com que os alunos resolvam problemas traduzindo-os da linguagem coloquial para a linguagem algébrica.

5. A soma das idades do Miguel e de sua irmã é 22 anos. Sabendo que o Miguel é mais velho 12 anos do que seu irmão, determina a idade do Miguel. Explica o teu raciocínio.

6. A soma de dois números inteiros consecutivos é 37. Quais são esses números? (FERNANDES, 2011, p. 75).

Atividade 5: Denominado “Truque de magia”, esta atividade foi proposta no quadro para que os alunos percebessem a aplicação da Álgebra de uma forma mais lúdica.

“Pensa num número; Duplica-o; Adiciona 4 ao resultado; Multiplica-o por 5; Adiciona 12”. (FERNANDES, 2011, p. 99).

Como podemos observar, as atividades foram aplicadas de forma que os alunos compreendessem os conceitos de incógnita, variável e equação. Nesta parte da pesquisa, o autor recorreu a pesquisa documental, analisando a produção escrita dos alunos e a observação das aulas, que permitiu a percepção das dificuldades que os alunos sentem na realização das atividades.

Após isso, o autor utilizou o questionário e a entrevista para validar a pesquisa. O questionário foi aplicado aos alunos com o objetivo de compreender as visões que eles tinham da Álgebra e das equações após as aulas lecionadas. A entrevista foi realizada com apenas três alunos, pois tinha como objetivo entender melhor as suas opções. Apesar de serem escolhidos três alunos para a entrevista, para a terceira aluna não houve autorização de seu responsável para a análise de suas produções.

Após as entrevistas os dois alunos selecionados foram analisados separadamente. Com a análise dos dados o pesquisador percebeu que um dos alunos conseguiu desenvolver seu pensamento algébrico, entendeu os princípios de equivalência e optou por estratégias adequadas na resolução dos problemas. Já o outro aluno não conseguiu se distanciar da aritmética e apresentou erros na resolução das equações. O autor concluiu ainda que na resolução de problemas, os alunos ainda privilegiam os procedimentos aritméticos e resistem em utilizar a linguagem algébrica.

De forma geral, nesse estudo a estratégia mais utilizada na resolução de equações foi a transposição de um membro para outro com a inversão de operações. Segundo o autor:

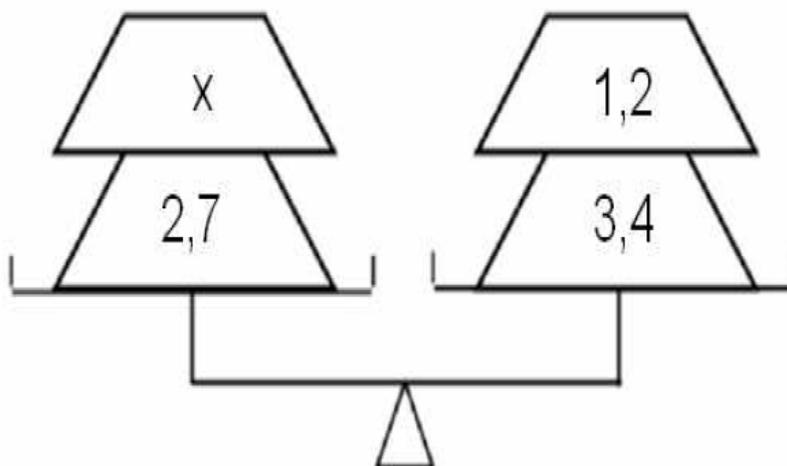
Para elegerem esta estratégia, os alunos têm oportunidade de experimentar diferentes estratégias e posteriormente adotar aquela que mais se sentem confortáveis. Se bem que a escolha seja democrática, tenho de referir que a correção no quadro, por parte dos alunos, pode condicionar a escolha da estratégia. Quando existe um grande número de alunos que resolve as equações pelo mesmo método, é normal que os poucos que seguem estratégias diferentes, optem pela estratégia que é mais frequente (FERNANDES, 2011, p. 72).

Assim, a forma como o professor explica esse conteúdo ainda é muito marcante e a mais utilizada pela maioria dos alunos.

Outro estudo apresentado é o de Beltrão (2010) que investigou as estratégias que os alunos utilizam na resolução de problemas que envolvem a ideia de equilíbrio, ou seja, problemas que envolvem a resolução de equações do primeiro grau. Para isso, contou com a participação de 468 alunos de 11 escolas públicas da região metropolitana de Pernambuco.

Nessa pesquisa, os alunos responderam a uma questão retirada do exame do SAEPE (Sistema de Avaliação da Educação Básica de Pernambuco) do ano de 2008, que foi modificada para que ao autor pudesse analisar as estratégias desenvolvidas pelos alunos, assim, a questão deixou de ser no formato de múltipla escolha e passou a ser no formato de questão discursiva, como podemos observar na figura 17.

(Adaptada) A figura a seguir representa uma balança em equilíbrio.



Para manter a balança em equilíbrio, qual deve ser o valor de x ?

Figura 17: Questão aplicada na pesquisa de Beltrão (2010).
Fonte: BELTRÃO (2010, p. 454).

A pesquisa constituiu-se também de entrevista com alguns alunos para que explicassem os resultados de suas produções escritas. Além disso, a

pesquisa seguiu o modelo metodológico definido por Laurence Bardin (2008)⁴³, que consiste em três fases: a primeira denominada pré-análise, a segunda que trata da exploração do material e uma terceira em que é feito o tratamento dos resultados obtidos e a interpretação.

Após a análise dos dados, o autor chegou à conclusão que dos 468 alunos que responderam a questão, 154 utilizaram estratégias aritméticas, 80 resolveram utilizando estratégias algébricas e 176 utilizaram outras ou nenhum tipo de estratégia. Além disso, 410 alunos responderam a questão e 58 não a resolveram.

Dentro de cada estratégia identificada no estudo, o autor classificou ainda as formas de resolução mais utilizadas pelos alunos. Assim, entre os que resolveram o problema utilizando a estratégia aritmética, destacaram-se dois tipos de resolução: a primeira em que os participantes da pesquisa somaram os valores da balança da direita e tentaram encontrar o valor que deveria ser atribuído ao x , considerando a necessidade de que a balança ficasse em equilíbrio e a segunda em que os alunos somaram os três valores conhecidos.

Entre os alunos que utilizaram a estratégia algébrica houve aqueles que conseguiram representar a situação proposta no problema utilizando uma equação do 1º grau e a manipularam em busca do valor desconhecido. Dos 45 alunos que resolveram a questão dessa forma, 39 responderam corretamente. Outros alunos optaram, dentro da estratégia algébrica, por utilizar o teorema fundamental das proporções, resolvendo o problema por meio de uma regra de três.

Essa pesquisa nos mostra, mais uma vez que, dentre as estratégias identificadas, a que mais se destaca é a aritmética, sendo preferida pela maioria dos alunos envolvidos na pesquisa.

Nobre, Amado e Ponte (2013), realizaram uma pesquisa de caráter qualitativo e nas aulas em que ocorreu a pesquisa os autores gravaram o áudio e transcreveram a fala dos alunos e do professor. Além disso, analisaram as representações dos alunos que foram feitas em papel.

⁴³ BARDIN, Laurence. *Análise de Conteúdo*. 5ª Edição. Lisboa: Edições Setenta, 2008.

A pesquisa foi feita com alunos portugueses do 9º ano do Ensino Fundamental II com problemas que envolvem sistemas de equações do 1º grau que podem ser analisados na figura 18. Dessa pesquisa participaram 21 alunos sendo 6 meninos e 15 meninas com idades compreendidas entre 14 e 18 anos. Eles resolveram os problemas em pares e depois ocorreu uma discussão em grupo a respeito de cada situação.

Para cada uma das situações seguintes determina o valor de cada animal pedido. Explica todos os procedimentos.

Situação 1

Situação 2

Situação 3

Situação 4

Figura 18: Questão aplicada na pesquisa de Nobre, Amado e Ponte (2013).
Fonte: NOBRE, AMADO e PONTE, 2013, p. 21.

Tendo como objetivo principal identificar os modos de representação que os alunos utilizam para resolver os problemas os autores identificaram três estratégias que chamaram de: aritmética, aritmética/algébrica, algébrica. Nas situações classificadas como aritméticas os alunos utilizaram apenas as

operações elementares para a resolução dos problemas, recorrendo a estratégias complementares como a de desfazer operações e a tentativa e erro. Já os alunos que utilizaram a estratégia aritmética/algébrica optaram por dar valores as incógnitas e escrever as equações que representavam cada situação, mas em seguida utilizaram apenas procedimentos aritméticos. Nas resoluções dois alunos que foram classificadas na estratégia exclusivamente algébrica, percebeu-se que além de eles escreverem as equações que representavam as situações, resolveram algumas delas encontrando os valores de algumas incógnitas.

De acordo com este estudo, a estratégia predominante foi a aritmética sendo que de vinte e uma resoluções da situação 1, dezesseis a utilizaram e em apenas uma foi utilizada a estratégia algébrica. Além disso, das quatro situações propostas apenas as três primeiras foram resolvidas pela estratégia algébrica, e por apenas um aluno, conforme podemos verificar na fala dos autores:

Quanto ao modo de representação⁴⁴, verificamos que nos três primeiros problemas a maior parte dos alunos recorreu a um modo de representação aritmética e no quarto só uma aluna não utilizou este tipo de procedimento. Apenas quatro alunos recorreram ao modo de representação algébrica/aritmética no primeiro e segundo problemas; estes alunos começaram por escrever equações prosseguindo depois com modos de representações aritméticas. No terceiro problema apenas um aluno recorreu a este tipo de representação. No que diz respeito aos modos de representações algébricas, apenas um aluno utilizou este tipo de representação para encontrar as soluções para os três primeiros problemas (NOBRE, AMADO e PONTE, 2013, p. 8).

Dessa forma, concluímos mais uma vez que, na maior parte dos problemas algébricos propostos, os alunos ainda optam por uma resolução aritmética.

Sendo assim, estas pesquisas nos revelaram que boa parte dos alunos não trabalhou com a linguagem algébrica na resolução dos problemas. Freire,

⁴⁴ Nesse caso entendemos que “modo de representação” está relacionado diretamente a estratégia utilizada para resolução de um determinado problema.

Cabral e Filho (2004) identificaram, em seu estudo, que a estratégia mais buscada pelos alunos foi a numérica e a menos utilizada foi a simbólica, mesmo aplicando problemas de Álgebra para a 7ª série (8º ano), ano em que esse assunto é predominante no conteúdo matemático.

Volso e Savioli (2010) trabalharam com dois grupos de alunos de 8º e 9º anos e concluíram que além de preferirem estratégias em que há a presença de procedimentos aritméticos, quando os alunos tentaram utilizar a Álgebra, não conseguiram traduzir o problema da linguagem coloquial para a linguagem algébrica, resolvendo-o apenas após intervenções da pesquisadora.

A pesquisa de Quintiliano (2011) revelou que na maioria dos problemas propostos os alunos utilizaram estratégias numéricas, mesmo quando os problemas envolviam resoluções estritamente algébricas. Fernandes (2011), também concluiu que na resolução de problemas algébricos, os alunos ainda privilegiam os procedimentos aritméticos e resistem em utilizar a linguagem algébrica.

Beltrão (2010) trabalhou com um problema que envolve a ideia de equilíbrio e após a análise dos dados concluiu que dos 468 alunos participantes da pesquisa apenas 80 utilizaram procedimentos algébricos, sendo que destes 39 responderam corretamente. Nobre, Amado e Ponte (2013) trabalharam com alunos de 9º ano e analisaram suas resoluções referentes a quatro situações que envolviam a ideia de equilíbrio. Após a análise dos dados os autores também concluíram que a estratégia mais buscada pelos alunos foi a que envolvia procedimentos aritméticos.

Dessa forma, por meio das pesquisas analisadas, concluímos que das estratégias desenvolvidas pelos alunos na resolução de problemas que envolvem o conceito de equação do 1º grau, a menos utilizada foi a que necessitava da representação com incógnitas ou variáveis e a mais utilizada foi a que envolvia procedimentos numéricos sendo que em boa parte das resoluções os alunos optavam por desfazer operações e substituir as incógnitas por valores aleatórios até encontrar um resultado satisfatório.

Assim, de acordo com as pesquisas apresentadas neste trabalho, as estratégias predominantes nas resoluções utilizando lápis e papel foram:

- **Numérica/aritmética:** em que o aluno utiliza apenas números e operações aritméticas.
- **Tentativa e erro:** em que os alunos substituem as incógnitas por valores citados no problema e tentam encontrar uma solução satisfatória.
- **Para frente:** identificada quando o aluno parte das informações presentes no problema para encontrar as desconhecidas.

Destacamos que foram identificadas estratégias algébricas nessas pesquisas, porém com menos frequência que as numéricas. Além disso, quando os alunos utilizaram a Álgebra para a resolução do problema, ou seja, quando conseguiam representá-lo na forma de uma equação, esta era resolvida, em boa parte dos casos, por meio da estratégia de transposição de um membro para outro com a inversão de operações. Estratégia esta que é normalmente apresentada pelo professor e por outros alunos quando os problemas são corrigidos no quadro e que pode não fazer sentido para alguns estudantes, uma vez que não há explicação do porque o termo precisa mudar de lado com o sinal contrário.

As pesquisas relacionadas às estratégias de resolução de problemas de Álgebra indicam que boa parte dos alunos ainda não consegue se distanciar dos procedimentos aritméticos, visto que trabalham somente com eles até o 7º ano de escolaridade. Pois,

Ainda no que se refere a questões envolvendo o ensino e aprendizagem de álgebra, pesquisas apontam que algumas dificuldades que os estudantes apresentam em álgebra são decorrentes da atribuição de significado aritmético para os símbolos levando-os a realizarem processos aritméticos em expressões algébricas. Em geral, realizam processos não pertinentes em expressões literais, entendendo o sinal de mais ou de menos como operadores e não compreendem o sinal de igual como um símbolo relacional (SILVA e SAVIOLI, 2012, p. 3).

Acreditamos, ainda, que a tecnologia pode ser uma aliada dos professores e alunos no processo de aprendizagem da Álgebra, pois suas ferramentas podem auxiliar na produção de novas estratégias na resolução de problemas. Por isso, na sequência apresentaremos o objeto de aprendizagem que foi selecionado para a realização de nossa pesquisa de campo.

CAPÍTULO V – OBJETO DE APRENDIZAGEM SELECIONADO

Este capítulo apresenta o objeto de aprendizagem que foi selecionado para a pesquisa de campo, trazendo o repositório em que foi encontrado além de suas características.

5.1 REPOSITÓRIO DO OA - *BIBLIOTECA NACIONAL DE MANIPULADORES VIRTUALES*

O objeto de aprendizagem selecionado *Balanza Algebraica*⁴⁵ está relacionado com o conteúdo de equação do 1º grau e pode ser encontrado no site da *Biblioteca Nacional de Manipuladores Virtuales*⁴⁶ da *Utah State University*. Essa biblioteca possui manipuladores virtuais os quais, de acordo com nossa definição de objetos de aprendizagem, podem ser caracterizados como tais. Esses OA estão relacionados aos seguintes temas matemáticos: Números e operações, Álgebra, Geometria, Medidas e Análise de dados e Probabilidade.

Todos os recursos digitais estão disponíveis gratuitamente e podem ser acessados de qualquer computador. Ao acessar o site da *Biblioteca Nacional de Manipuladores Virtuales*, o usuário poderá escolher um dos temas matemáticos e em seguida escolher o objeto de aprendizagem mais adequado para a faixa etária que se pretende trabalhar, pois além de separar os OA por temas, preocupa-se em separá-los também por grau ou série, conforme se observa na figura 19.

⁴⁵ Disponível em: Positivos - http://nlvm.usu.edu/es/nav/frames_asid_201_g_4_t_2.html?open=instructions&from=topic_t_2.html.
Negativos - http://nlvm.usu.edu/es/nav/frames_asid_324_g_4_t_2.html?open=instructions&from=topic_t_2.html.
Acesso em: 07 jul. 2014.

⁴⁶ Biblioteca Nacional de Manipuladores Virtuais. Disponível em: <http://nlvm.usu.edu/es/nav/vlibrary.html>. Acesso em: 07 jul. 2014.

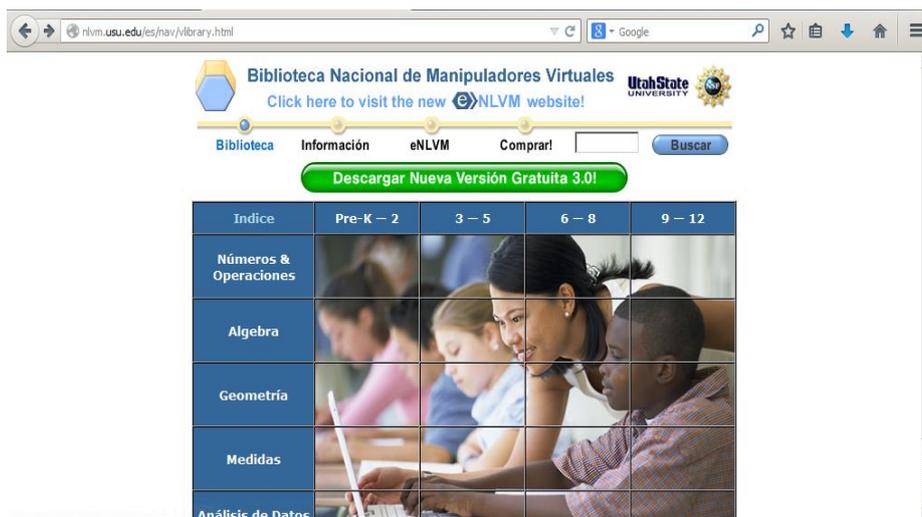


Figura 19: Página inicial do site da Biblioteca Nacional de Manipuladores Virtuales.
Fonte: Imagem da web⁴⁷.

Vale ressaltar que objeto selecionado para esta pesquisa está relacionado ao tema Álgebra e ao grau ou série 9-12 e ele será analisado a seguir.

5.2 BALANZA ALGEBRAICA

O objeto de aprendizagem selecionado tem como principal objetivo auxiliar os alunos na resolução de equações do 1º grau com uma incógnita e suas características e eventuais limitações serão analisadas a seguir.

5.2.1 Características do objeto de aprendizagem

Este objeto de aprendizagem pode ser visualizado em quatro línguas (inglês, espanhol, francês e chinês). Optamos por analisá-lo na língua espanhola e por isso os termos aqui indicados estarão em espanhol.

Ressaltamos que apesar de encontrarmos alguns OA em português, eles não se adequavam ao conteúdo escolhido (equação do primeiro grau) e não permitiam a interatividade com a LD que estávamos procurando. Ou seja,

⁴⁷ Disponível em: <<http://nlvm.usu.edu/en/nav/vlibrary.html>>. Acesso em: 13 fev. 2015.

a maioria dos OA encontrados em nossa língua, não foi produzida para a lousa digital e dessa forma não permitem que objetos fossem arrastados com a caneta. Por isso acabamos escolhendo um OA que se apresenta em outro idioma.

O OA é composto por uma tela inicial em que há as seguintes opções: o botão *Profesores*, que possui informações para os professores de como utilizar o OA com seus alunos e qual seu principal objetivo; o botão *Instrucciones* em que há instruções de como mover os blocos, remover os blocos e resolver equações; o botão *Atras* que permite voltar à lista de OA do tema escolhido; uma equação; uma balança; blocos que representam valores desconhecidos (x) e blocos unitários (com valor 1) que são utilizados para a montagem da equação. Além disso, a cada tela, na parte superior, há indicações do que deve ser feito em cada momento. Esses itens podem ser visualizados na figura 20.

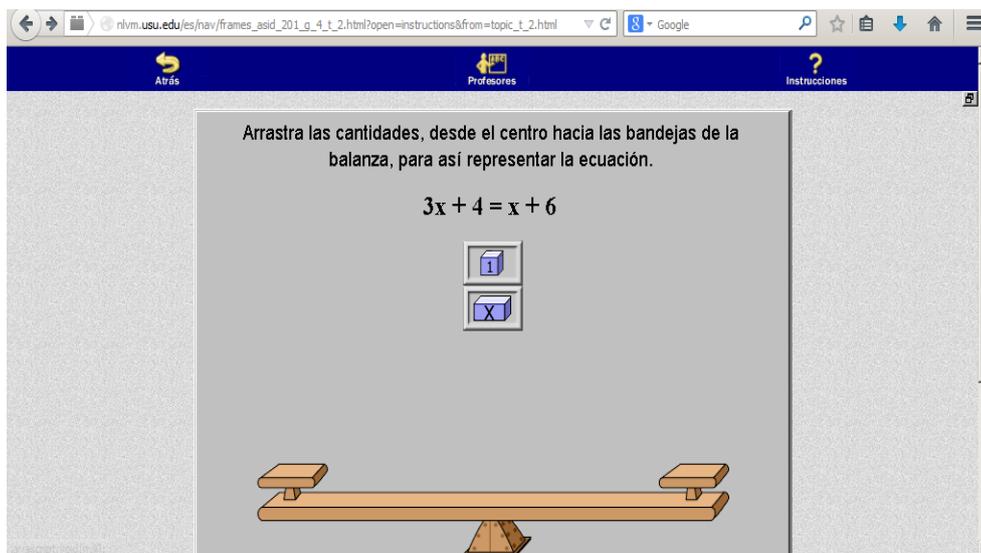


Figura 20: Tela inicial do objeto de aprendizagem *Balanza Algebraica*.
Fonte: Imagem da web⁴⁸.

Ressaltamos que este objeto de aprendizagem possui duas opções, uma positiva, em que os coeficientes de x e os termos independentes são

⁴⁸ Disponível em:

<http://nlvm.usu.edu/en/nav/frames_asid_201_g_4_t_2.html?open=instructions&from=grade_g_4.html>. Acesso em: 26 jan. 2015.

positivos e uma negativa, em que os coeficientes de x e os termos independentes podem ser negativos, não sendo uma regra. Ou seja, nesta opção os coeficientes e termos independentes podem também ser positivos. Acredita-se que há essas duas possibilidades para que se possa abranger uma maior variedade de equações. Na opção negativa, além dos blocos com valores positivos, há também balões que representam as quantidades negativas, como podemos ver na figura 21.

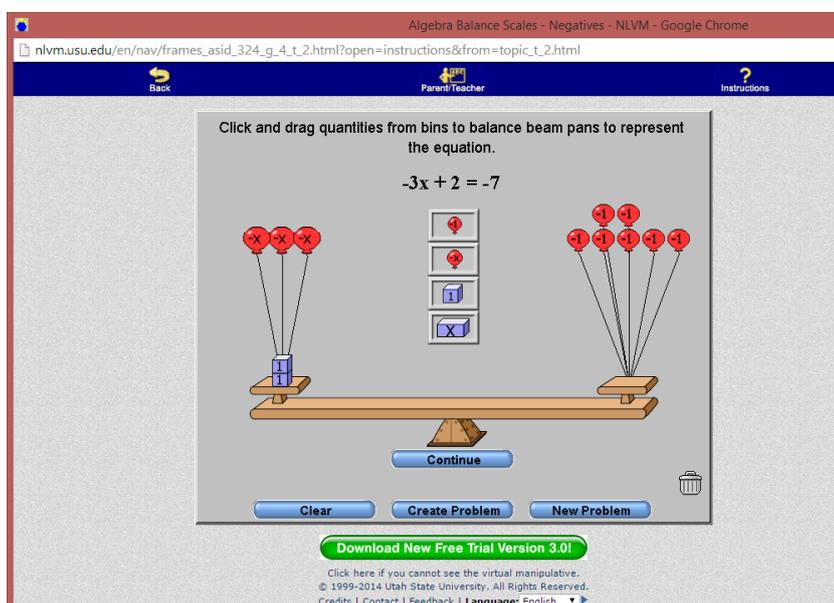


Figura 21: Tela inicial do objeto de aprendizagem *Balança Algebraica* na opção negativa.
Fonte: Imagem da web⁴⁹.

Ao trabalhar com o OA o aluno deve primeiramente representar a equação dada. Para isso, ele deve arrastar os blocos para os lados da balança deixando-a em equilíbrio. Por exemplo, para representar a equação da figura 20, o aluno deve arrastar 3 blocos de x e 4 blocos unitários para o lado esquerdo e 1 bloco de x e 6 blocos unitários para o lado direito, dessa forma a balança fica em equilíbrio, conforme podemos observar na figura 22.

⁴⁹ Disponível em:

<http://nlvm.usu.edu/en/nav/frames_asid_201_g_4_t_2.html?open=instructions&from=grade_g_4.html>. Acesso em: 26 jan. 2015.

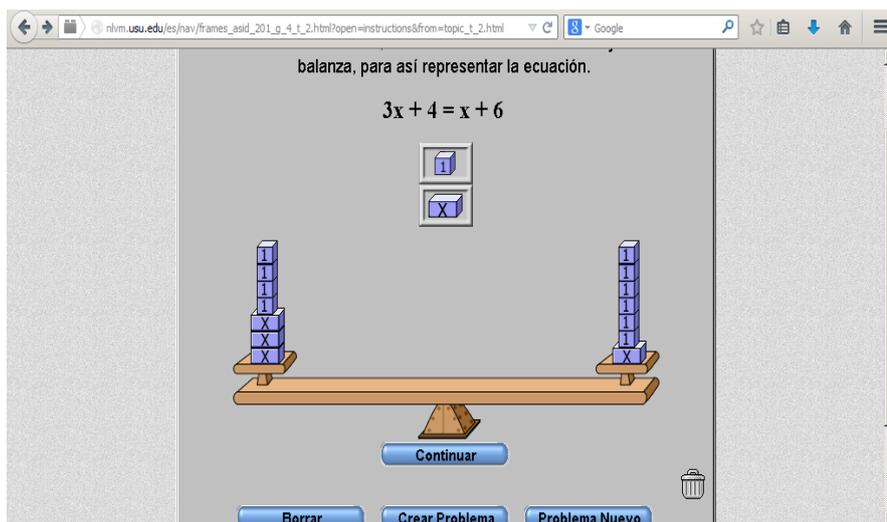


Figura 22: Representação da equação $3x + 4 = x + 6$.
Fonte: Imagem da web⁵⁰.

Após fazer a representação, o aluno tem quatro opções de botões que podem ser visualizados na figura 22 e que explicaremos a seguir:

- *Continuar*: ao clicar nesse botão, outra tela aparecerá e nela o aluno poderá resolver a equação utilizando uma das operações disponíveis (adição, subtração, multiplicação ou divisão).
- *Borrar*: esse botão tem a função de apagar toda a representação feita pelo aluno. Essa função pode ser acessada também utilizando o ícone em forma de lixeira que se encontra abaixo da balança.
- *Crear Problema*: esse botão possibilita criar uma nova equação de acordo com a necessidade do professor e/ou aluno e respeitando as condições do OA, ou seja, coeficientes e termos independentes positivos ou negativos, de acordo com a opção trabalhada.
- *Problema Nuevo*: ao clicar nesse botão, uma nova equação aparece para ser representada.

⁵⁰ Disponível em:

<http://nlvm.usu.edu/en/nav/frames_asid_201_g_4_t_2.html?open=instructions&from=grade_g_4.html>. Acesso em: 26 jan. 2015.

Destacamos que essas opções estão disponíveis em ambas as opções do OA, ou seja, tanto na positiva quanto na negativa.

Supondo que o aluno clique no botão *Continuar*, ele então terá que realizar uma das quatro operações em ambos os lados da equação para que obtenha o valor de x . Destacamos que a operação escolhida será feita em ambos os lados sempre, não é possível, por exemplo, adicionar em um membro e multiplicar em outro ou subtrair uma quantidade em um membro e uma quantidade diferente no outro, pois a balança precisa se manter em equilíbrio. Caso o aluno faça alguma operação que não possa ser realizada aparecerá uma mensagem explicando o motivo dessa proibição, indicando ao aluno o seu erro. Por exemplo, na equação $3x + 4 = x + 6$, o aluno não poderia subtrair 6 unidades, pois não há 6 unidades em ambos os membros, como podemos observar na figura 23.

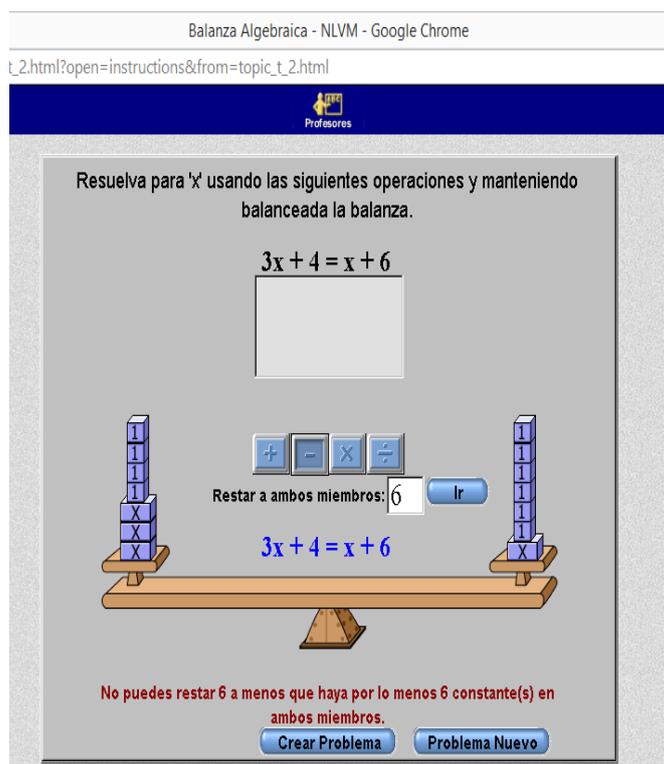


Figura 23: Tela que apresenta mensagem de erro ao subtrair 6 de ambos os membros da equação $3x+4 = x + 6$.
Fonte: Imagem da web⁵¹.

⁵¹ Disponível em:

<http://nlvm.usu.edu/es/nav/frames_asid_201_g_3_t_2.html?open=instructions&from=topic_t_2.html>. Acesso em: 26 jan. 2015.

No exemplo apresentado o aluno poderá, por exemplo, fazer as seguintes operações, subtrair 4, subtrair x e depois dividir por 2. Dessa forma, encontrará o valor de x e aparecerá uma mensagem parabenizando-o pela resolução. Além disso, abaixo da equação, há um quadro que apresenta os passos realizados para que se chegasse à solução. Essas informações podem ser visualizadas na figura 24.

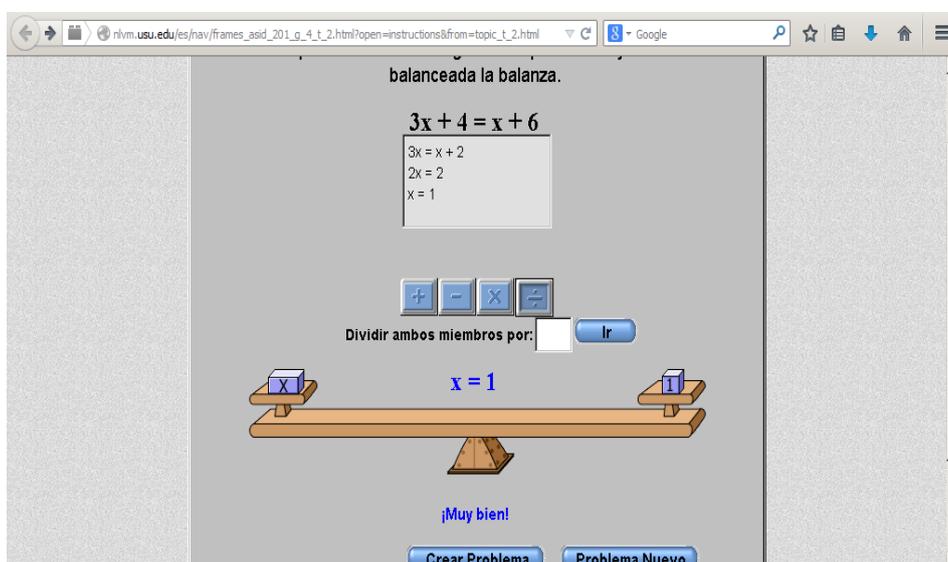


Figura 24: Tela que apresenta a resolução da equação $3x+4 = x + 6$.
Fonte: Imagem da web⁵².

Ao encontrar o valor de x , o aluno poderá optar por criar ou selecionar uma nova equação para resolver, utilizando os botões *Crear Problema* ou *Problema Nuevo*.

Como vimos, o principal objetivo do OA *Balanza Algebraica* é auxiliar na resolução de equações do primeiro grau como uma incógnita utilizando uma balança de dois pratos. Dessa forma, ele permite explorar a ideia de equilíbrio, que faz com que o aluno veja os dois lados de uma equação como

⁵² Disponível em:

<http://nlvm.usu.edu/en/nav/frames_asid_201_g_4_t_2.html?open=instructions&from=grade_g_4.html>. Acesso em: 26 jan. 2015.

equivalentes, pois ao realizar qualquer operação permitida pelo OA, ela será aplicada em ambos os lados, mantendo a balança em equilíbrio.

Ao analisarmos esse objeto de aprendizagem, concordamos com Armella (2013) quando afirma que a forma estática de se ver a Matemática e as novas formas proporcionadas pelos materiais digitais não podem conduzir a uma ruptura. É importante que se encontre uma via intermediária que permita a sua fusão. Para isso, este autor traz a ideia de “objetos de borda” (ARMELLA, 2013). Esse tipo de objeto é uma representação dinâmica e digital de objetos matemáticos que se definem primeiramente em um meio estático e que podem ser explorados de maneira significativa em suas versões digitais. Por exemplo, ao trabalhar com um triângulo em um meio digital, o usuário tem a possibilidade de arrastar um dos vértices, criando um novo triângulo. Nesse caso, ao observar o resultado, o estudante não permanece em um estado cognitivo passivo, pois é estimulado a desencadear uma nova ação, gerando assim um processo interativo. Nas palavras do autor:

Isto significa que a ação não pertence exclusivamente ao ator/aluno, mas é compartilhado entre o ator e o meio ambiente. A exploração matemática em um ambiente digital é mediada por sistemas de representação ativa e o conhecimento que emerge é diferente daquele que emerge de uma forma estática. Os objetos da borda são como sondas dirigindo a um novo território matemático, ainda inexplorado em sua maioria (ARMELLA, 2013, p. 310 – tradução livre).

De acordo com a visão de Armella (2013), acreditamos que o objeto *Balança Algebraica*, permite que o aluno explore a resolução de equações de uma forma diferente, mais dinâmica, tornando-se assim um ator na produção de conhecimento e utilizando estratégias diferentes das que utilizaria caso resolvesse a equação com lápis e papel. Porém, apesar de defendermos a resolução de equações utilizando um objeto de aprendizagem, não estamos descartando a possibilidade das mesmas serem resolvidas por meio de lápis e papel, pois como Armella (2013), acreditamos que deve haver uma ligação entre o meio estático (lápis e papel) e o meio dinâmico (materiais digitais) para que assim possamos explorar diferentes formas de aprendizagem.

Além disso, destacamos que o OA escolhido, de acordo com nossas pesquisas, possui características que o qualificam como um bom objeto de aprendizagem como veremos a seguir.

De acordo com Filho (2007), um objeto de aprendizagem precisa focar em um único objeto de estudo, tendo assim a capacidade de ajudar os aprendizes a alcançar o objetivo especificado. Em nosso caso, o OA *Balança Algebraica*, tem foco no conteúdo equação do primeiro grau, explorando a balança de dois pratos para dar a ideia de equilíbrio na resolução de equações desse tipo e permitindo que os alunos alcancem um único objetivo de aprendizagem.

Outra característica, citada por autores como Wiley (2000) e que classificam um bom OA é a capacidade de ser reutilizável. Nesse sentido, o OA escolhido para nossa pesquisa quando finalizado e iniciado novamente, permite que equações diferentes sejam resolvidas. Ou seja, cada vez que o usuário iniciar o OA, novas equações serão propostas para a resolução.

Além dessas características, o OA *Balança Algebraica*, possui outras citadas por Audino e Nascimento (2010):

- É um objeto auto consistente, pois não depende de outros para fazer sentido;
- Possui flexibilidade, apresentando início, meio e fim, podendo ser reutilizado sem manutenção;
- É interativo, pois permite que o aluno interaja com o conteúdo, arrastando os blocos para montar as equações. Acreditamos que dentre as características citadas, esta é uma das mais importantes, pois quanto maior a interatividade proporcionada pelo objeto, mais os alunos poderão envolver-se com a atividade.

Apesar dos aspectos positivos, que nos fizeram optar por este objeto, ele apresenta algumas limitações que destacaremos a seguir, mas que não o inviabilizam para o estudo que propomos.

5.2.2 Algumas limitações do OA

Ao trabalharmos com o OA *Balanza Algebraica*, nos deparamos com algumas limitações que merecem ser indicadas. A primeira delas trata dos coeficientes que o x pode receber quando o usuário seleciona a opção *Criar Problema*. O OA permite que o aluno escolha apenas números inteiros para os coeficientes, não proporcionando assim que sejam resolvidas equações com coeficientes fracionários ou decimais. Ao clicar na opção *Crear Problema*, aparece uma tela com a seguinte mensagem: “Escriba una ecuación na forma $Ax + B = Cx + D$, em que A , B , C e D sejam inteiros. Também pode trocar o sinal de mais (+) pelo de menos (-). Para um x , escreva 1 como coeficiente.” Esta tela pode ser observada na figura 25.

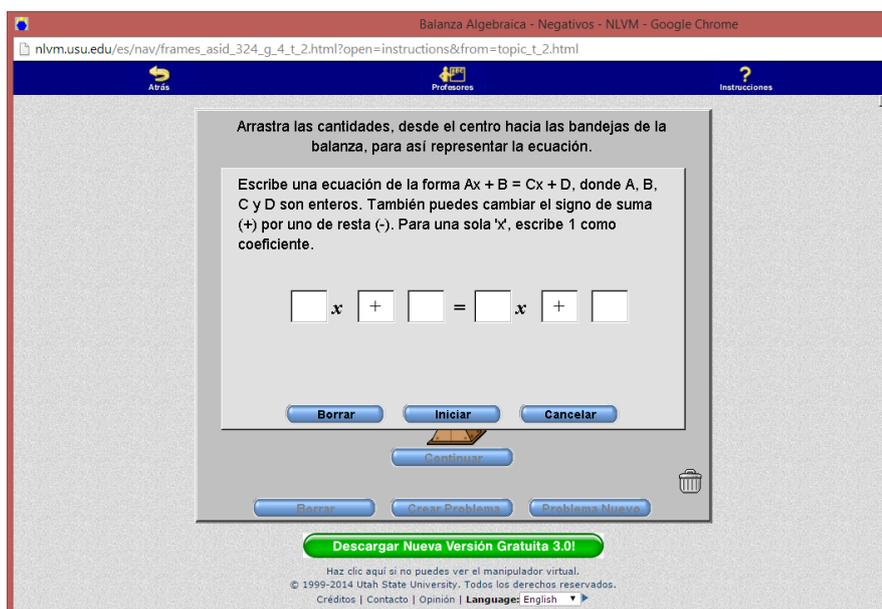


Figura 25: Tela da função “Criar Problema”.
Fonte: Imagem da web⁵³.

⁵³ Disponível em:

<http://nlvm.usu.edu/en/nav/frames_asid_201_g_4_t_2.html?open=instructions&from=grade_g_4.html>. Acesso em: 26 jan. 2015.

Outra limitação encontrada no objeto de aprendizagem é que a soma dos coeficientes indicados, também na opção *Crear problema*, não pode ser maior do que 10. Ou seja, ao criar uma equação do tipo $Ax + B = Cx + D$, $A + B < 10$ e $C + D < 10$. Caso contrário, o usuário não consegue criar sua equação e o OA apresenta uma mensagem dizendo que a equação não cabe na balança. Como podemos observar na figura 26.

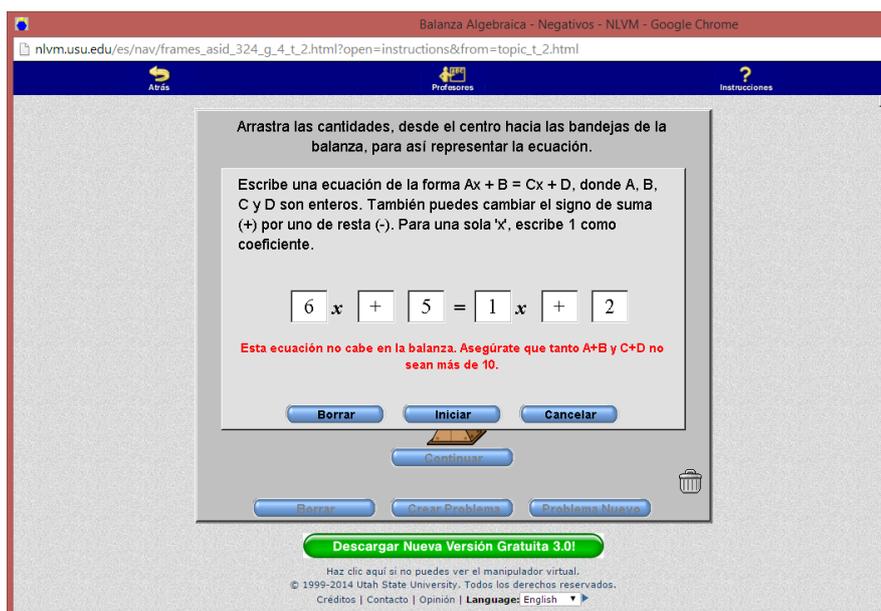


Figura 26: Tela apresentando mensagem de que a equação não cabe na balança.
Fonte: Imagem da web⁵⁴.

Podemos observar que na figura 26, os coeficientes A e B somam 11 e por isso a equação não pode ser representada pelo objeto de aprendizagem. Além disso, se a equação criada tem como resultado um número não inteiro, o OA apresenta outra mensagem informando que a equação criada não pode ser resolvida por este objeto de aprendizagem, caracterizando assim outra limitação identificada durante a utilização deste OA. Esta situação pode ser observada na figura 27.

⁵⁴ Disponível em:

<http://nlvm.usu.edu/en/nav/frames_asid_201_g_4_t_2.html?open=instructions&from=grade_g_4.html>. Acesso em: 26 jan. 2015.

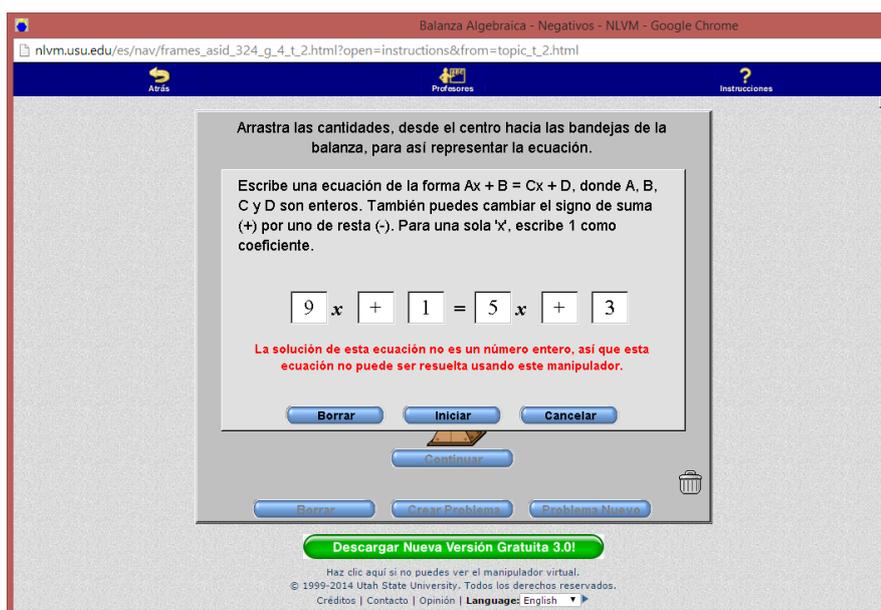


Figura 27: Tela que apresenta uma equação que não pode ser resolvida pelo OA.
Fonte: Imagem da web⁵⁵.

No caso da figura 27, o resultado da equação seria $\frac{1}{2}$, número fracionário que não pode ser representado neste objeto de aprendizagem.

Com isso, apesar das limitações, acreditamos que o OA escolhido atende às necessidades procuradas para que se explorasse a resolução de equações do primeiro e nos permitisse a observação e análise das estratégias desenvolvidas pelos alunos durante a utilização do mesmo. Essas estratégias serão analisadas no próximo capítulo.

⁵⁵ Disponível em:

<http://nlvm.usu.edu/en/nav/frames_asid_201_g_4_t_2.html?open=instructions&from=grade_g_4.html>. Acesso em: 26 jan. 2015.

CAPÍTULO VI - ANÁLISE DOS DADOS

Este capítulo analisa os dados coletados na pesquisa de campo, que ocorreu no segundo semestre de 2014, mais precisamente no mês de setembro. Participaram da pesquisa oito alunos do 9º ano do Ensino Fundamental II de uma escola privada de Curitiba. Ressaltamos novamente que a escolha dos alunos foi feita de forma aleatória, uma vez que convidamos três turmas de 9º ano com uma média de 35 alunos por sala. Destes, oito compareceram no primeiro encontro e sete no segundo tornando-se assim os sujeitos de nossa pesquisa.

Esses encontros aconteceram logo após o término das aulas da manhã (período em que os sujeitos da pesquisa estudam), ou seja, das 11h40 às 12h30. Ressaltamos também que os encontros ocorreram em duas quintas-feiras subsequentes.

A sala em que a pesquisa foi realizada é equipada com computador, caixa de som, projetor multimídia, quadro branco e lousa digital do modelo *Promethean*. Esse modelo de LD permite a interatividade por meio de uma caneta específica, denominada de *ACTIVpen* e pode ser visualizada na figura 28.



Figura 28: Caneta utilizada no modelo de lousa *Promethean*.
Fonte: Imagem da *web*⁵⁶.

⁵⁶ Disponível em: <<http://image.slidesharecdn.com/conhealoulosadigitalactivboardpromethean-090304111454-phpapp02/95/conhea-a-lousa-digital-activboard-promethean-eselect-5-1024.jpg?cb=1236187086>>. Acesso em: 20 jan. 2015.

Pela figura 28, percebemos que a caneta possui um botão lateral, este tem a mesma função do botão direito do *mouse*. Dessa forma, a ponta da caneta, quando pressionada na tela da LD, terá a função do botão esquerdo do *mouse*.

Como outros modelos de LD, esse também necessita de um *software*, que deve ser instalado no computador em que a lousa foi conectada, para que permita a exploração das suas funcionalidades. Nesse modelo, o *software* utilizado é o *ACTIVstudio*⁵⁷, que permite ao usuário fazer anotações, utilizar ferramentas de destaque (como o marcador, que realça com alguma cor uma palavra ou frase que o usuário deseja destacar), utilizar ferramentas matemáticas (como criador de frações, régua, compasso e transferidor) entre outras funcionalidades que podem ser analisadas no *site* do modelo da lousa⁵⁸. A LD *Promethean* permite ainda a interatividade com objetos de aprendizagem presentes em repositórios disponíveis na internet.

Como vimos no capítulo anterior, selecionamos um OA referente ao conteúdo de Álgebra para trabalharmos com alunos nesta LD. Ressaltamos que para a seleção, visitamos diferentes repositórios buscando objetos de aprendizagem que tratassem do conteúdo equação do primeiro grau, uma escolha nossa, entre os conteúdos trabalhados no 9º ano do Ensino Fundamental II. Após a seleção, o OA foi aplicado em dois encontros de 50 minutos e as principais observações referentes a esses encontros serão relatadas a seguir.

6.1 OA BALANZA ALGEBRAICA – primeiro encontro

O primeiro encontro foi dividido em basicamente três partes. A primeira em que os alunos utilizaram o OA apenas com equações em que os coeficientes de x e os termos independentes eram positivos, uma segunda parte em que os coeficientes e os termos independentes poderiam ser

⁵⁷ Para mais informações, acessar: <<http://pt.slideshare.net/miroguedes/conhea-a-lousa-digital-activboard-promethean-e-select>>. Acesso em: 20 jan. 2014.

⁵⁸ Disponível em: <<http://www.prometheanplanet.com/en/professional-development/videos-manuals-more/>>. Acesso em: 20 jan. 2015.

negativos e uma terceira em que exploraram a ferramenta *Crear Problema*, disponível no OA. Analisaremos estes momentos a seguir.

O encontro iniciou com a pesquisadora resolvendo uma equação utilizando o OA para que os alunos observassem a forma de utilização da lousa e do objeto de aprendizagem. Após essa demonstração os alunos foram convidados a irem até a lousa. Um primeiro aluno se prontificou então, a iniciar o trabalho resolvendo $3x + 1 = x + 7$, equação esta que foi escolhida aleatoriamente pelo próprio OA. Percebeu-se que na montagem da equação, para o primeiro membro o aluno contou os blocos necessários para representar $3x + 1$, ou seja, colocou 3 blocos que representam x e 1 bloco unitário. Já para o segundo membro, ao invés de contar todos os blocos unitários para representar o 7, o aluno foi colocando-os e parou imediatamente quando a balança ficou em equilíbrio.

Nesta situação, percebemos que mesmo não conscientemente, um conceito importante para a resolução de equações do primeiro grau foi possivelmente identificado, ou seja, o aluno percebeu que independente dos números que estão sendo representados, os membros de uma equação tem o mesmo valor e precisam ficar em “equilíbrio”, conforme podemos analisar na figura 29. Após a representação da equação o aluno começou a resolvê-la.

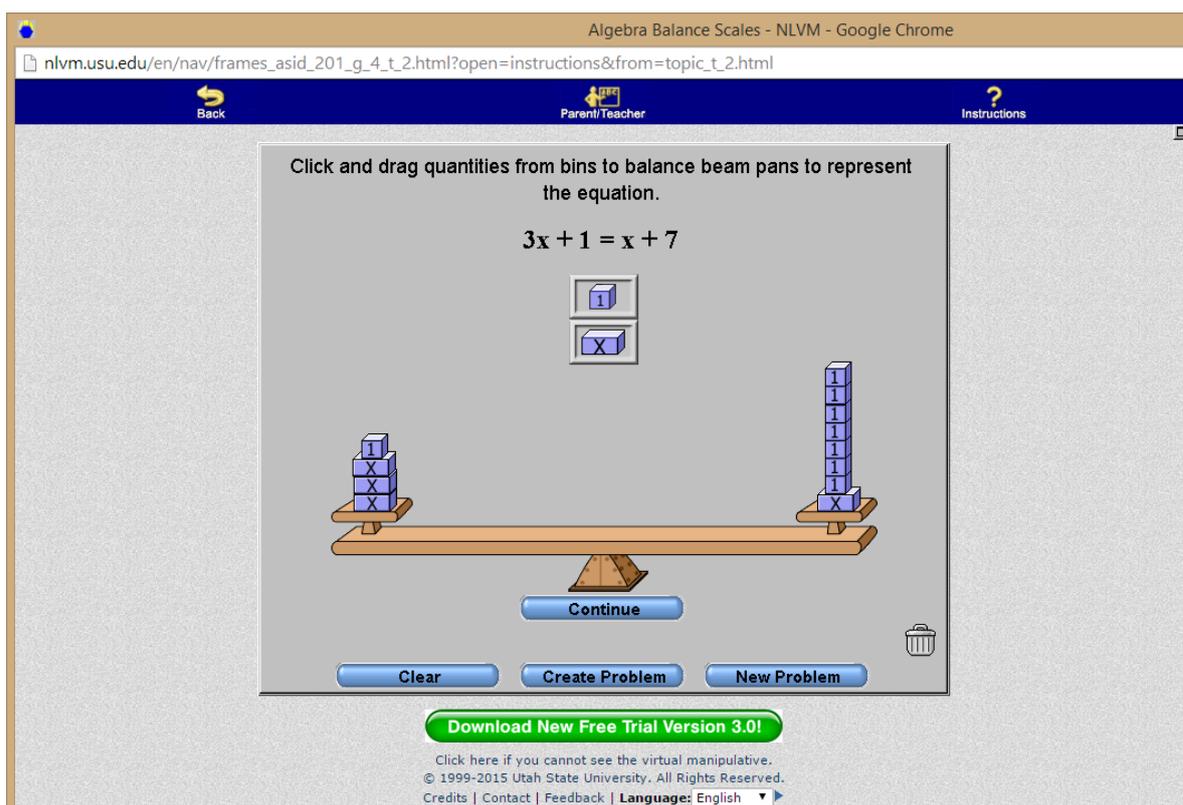


Figura 29: Representação da equação $3x + 1 = x + 7$, mostrando a balança em equilíbrio.
Fonte: Imagem da web⁵⁹.

Primeiramente ele optou por retirar uma unidade de ambos os membros, chegando à equação $3x = x + 6$. Nesse momento percebeu-se que o aluno não sabia como dar sequência à resolução e os outros participantes da pesquisa imediatamente começaram a interferir auxiliando o colega na resolução da equação proposta.

Em uma das interferências, um aluno comentou que para resolver a equação era necessário “passar o x para o outro lado deixando ele negativo”. Acreditamos que se os alunos estivessem resolvendo a equação com lápis e papel, provavelmente utilizariam o “passa para o outro lado com sinal contrário” para resolver a equação, porém sem entender o porquê isso acontece. Como o OA não permite que isso seja feito, pois ele exige que a mesma operação seja feita em ambos os membros, ou seja, se eu tiver que “tirar” x , terei que fazer

⁵⁹ Disponível em:

<http://nlvm.usu.edu/en/nav/frames_asid_201_g_4_t_2.html?open=instructions&from=topic_t_2.html>.
Acesso em: 06 abr. 2015.

nos dois lados da equação, os alunos questionaram a professora sobre o que deveriam fazer.

Neste momento, sentimos a necessidade de interferir, pois os alunos não sabiam como dar continuidade a resolução do exercício e ambos pararam de resolvê-lo. Sendo assim, para dar continuidade a exploração do objeto de aprendizagem a pesquisadora tentou instigar os alunos a analisar qual o próximo passo a ser feito para que pudéssemos isolar o valor de x , ou seja, qual termo deveria retirar de ambos os membros a fim de resolvermos a equação proposta e mantermos a balança em equilíbrio.

Após a pergunta feita, um aluno respondeu que o que deveria ser retirado era o x que estava no 2º membro. O aluno que estava manuseando a lousa fez o que foi discutido, ou seja, subtraiu x de ambos os membros, e chegou à equação $2x = 6$. Em seguida dividiu ambos os membros por 2 e chegou a resolução $x = 3$.

Neste caso, percebemos uma grande motivação dos alunos em querer participar e ajudar o colega que estava utilizando a lousa e interagindo com o objeto de aprendizagem. Além disso, surgiram, em alguns momentos, sugestões sobre o próximo passo para a resolução da equação.

Nesta primeira análise, podemos afirmar que as estratégias escolhidas pelos alunos para resolver uma equação do primeiro grau utilizando o objeto de aprendizagem, foram de certa forma, diferentes das que eles utilizam quando resolvem esse tipo de problema com lápis e papel. Pela pesquisa bibliográfica sobre a resolução de problemas de álgebra utilizando lápis e papel, identificamos que uma das estratégias mais utilizada pelos alunos é a tentativa e erro, aquela em que eles atribuem valores numéricos para as letras e tentam chegar a um resultado satisfatório. Essa estratégia não ficou evidenciada na resolução com a utilização do OA, pois a forma como o objeto está estruturado não permite que o aluno substitua o valor de x por algum valor numérico. É necessário que o usuário resolva passo a passo a equação sempre mantendo a balança em equilíbrio, exigindo assim outro caminho para se encontrar o valor da incógnita x .

Neste caso, o caminho encontrado pelo aluno foi o de utilizar operações inversas para retirar de ambos os membros algum valor que o encaminhasse para o resultado. Além disso, como o OA registra todos os passos realizados pelo usuário, ele pode rever as operações realizadas e testar outros caminhos para a resolução de uma mesma equação. Ao comentar sobre a utilização de *softwares* para a resolução de problemas algébricos, Rubi e Jaques (2010) nos indicam que o registro dos passos utilizados pelo usuário é um diferencial desse tipo de material digital, em suas palavras:

Muitas das estratégias⁶⁰ visam mostrar ao aluno as etapas no desenvolvimento da equação, tendo em vista que a maior dificuldade quanto à álgebra, geralmente está relacionada à resolução de equações, mais especificadamente, como definir as operações intermediárias que levam à solução final da equação. Por isso é importante evidenciar o diferencial do *software* educacional que mostra todas as operações realizadas até a solução final (RUBI e JAQUES, 2010, p.5).

Na sequência, outro aluno dirigiu-se a lousa para trabalhar com o objeto de aprendizagem e resolver a equação $2x + 4 = x + 3$. Destacamos que neste momento o aluno teve algumas dificuldades em montar a equação proposta, colocando a quantidade de blocos do 1º membro de forma errada, ou seja, em vez de colocar 2 blocos de x e 4 blocos unitários, o aluno colocou 4 blocos de x .

Imediatamente outros participantes da pesquisa interviram, corrigindo o colega e orientando-o a colocar os blocos corretamente. É importante ressaltar que para retirar os blocos incorretos, o aluno os devolveu para o local de onde foram retirados. Nesta situação percebemos uma participação intensa dos alunos. Eles estavam concentrados nos movimentos que estavam sendo feitos na lousa, ocorrendo nesse caso, a interação e interatividade, diferenciais da lousa digital destacados por Nakashima e Amaral (2010).

⁶⁰ Ressaltamos que as estratégias citadas pelos autores referem-se às estratégias dos *softwares* e não de seus usuários. (Nota da autora).

Na sequência, após montar a equação, o aluno começou a resolvê-la. Primeiro subtraiu 4 de ambos os membros, resultando na equação $2x = x - 1$. Em seguida, o aluno optou por subtrair x , chegando ao resultado $x = -1$.

O terceiro aluno a ir para a lousa ficou responsável por resolver $2x + 2 = 6$ e com a ajuda dos colegas acabou descobrindo uma das ferramentas do OA, a lixeira. Ao errar também a quantidade de blocos que deveriam ser colocados no primeiro membro da equação, ou seja, em vez de colocar 2 blocos de x no primeiro membro, o aluno colocou 6 unitários, valor este que corresponde ao segundo membro. Neste momento, o próprio aluno percebeu seu erro e o corrigiu. Mas em vez de devolvê-los para o lugar de onde tinham sido retirados, redirecionou-os a um ícone na forma de lixeira que se encontra na parte inferior da tela principal do objeto, conforme figura 30.

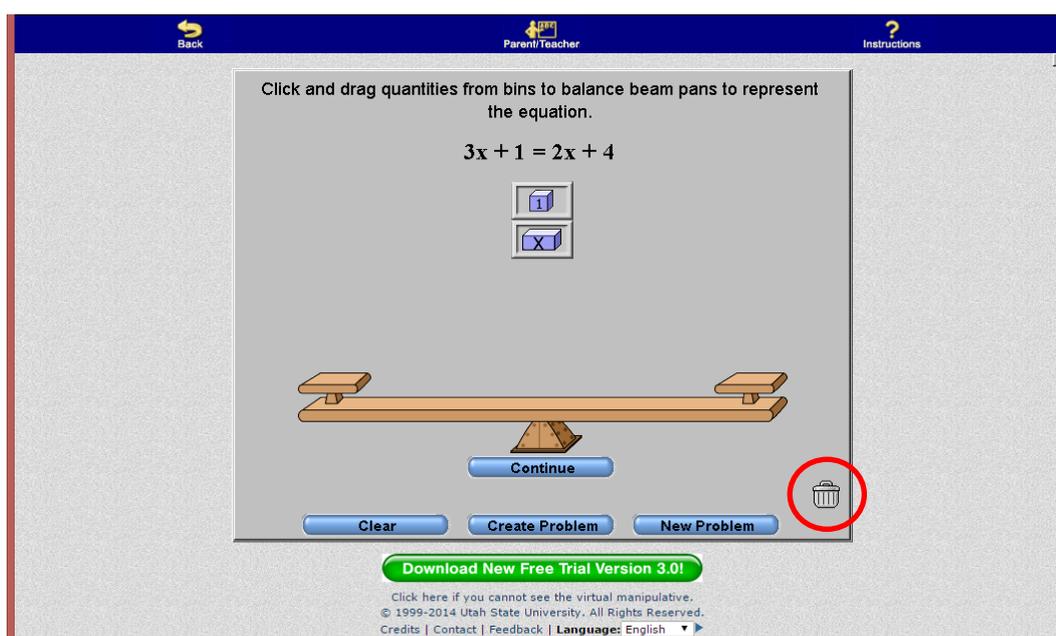


Figura 30: Tela que apresenta a ferramenta lixeira.
Fonte: Imagem da web⁶¹.

Acredita-se que esse reconhecimento imediato da lixeira deve-se ao fato de ser um ícone conhecido dos alunos, pois está presente em alguns meios de

⁶¹ Disponível em:

<http://nlvm.usu.edu/en/nav/frames_asid_201_g_4_t_2.html?open=instructions&from=grade_g_4.html>. Acesso em: 26 jan. 2015.

comunicação como, por exemplo, o *e-mail* do *Google* (*gmail*⁶²) ou em algumas ferramentas do *Windows*.

Após a correção de seu erro, o aluno começou a resolver a equação. Primeiramente subtraiu 2 de ambos os membros, chegando em $2x = 4$. Na sequência dividiu ambos os membros por 2 e chegou na resolução da equação que é $x = 2$.

O quarto aluno a ir para a lousa, resolveu $3x + 4 = 10$. Neste caso, percebemos que na montagem da equação, o aluno contou os 10 blocos que estavam presentes no 2º membro, diferentemente de outros colegas que para o segundo membro, apenas aguardavam a balança ficar em equilíbrio, sem se preocuparem com a contagem. Após a montagem o aluno iniciou a resolução. Primeiramente subtraiu 4 de ambos os membros, chegando na equação $3x = 6$. Em seguida, dividiu ambos os membros por 3, chegando ao resultado $x = 2$.

O quinto aluno resolveu a equação $4x + 5 = 9$. Neste momento percebemos que os alunos não sentiram dificuldades em resolver as equações. Dessa forma, primeiramente o aluno subtraiu 5 de ambos os membros chegando à equação $4x = 4$ e em seguida dividiu ambos os membros por 4, encontrando o resultado $x = 1$.

O sexto aluno trabalhou com $3x + 4 = 7$. Para resolver esta equação, subtraiu 4 de ambos os membros encontrando $3x = 3$. Em seguida, dividiu ambos os membros por 3, encontrando como resultado $x = 1$.

O sétimo participante da pesquisa resolveu a equação $4x - 1 = 2x + 3$. Para isso subtraiu 1 de ambos os membros, encontrando $4x = 2x + 2$. Em seguida optou por subtrair $2x$ de ambos os membros, encontrando $2x = 2$. Finalizou dividindo tudo por 2, encontrando o resultado $x = 1$.

Encerrando essa primeira parte do encontro, em que os coeficientes e os termos independentes são positivos, o oitavo aluno a ir à lousa, resolveu $3x + 1 = x + 7$. Para isso, subtraiu ambos os membros por 1, encontrando $3x = x +$

⁶² Disponível em: <<https://mail.google.com/>>. Acesso em: 13 fev. 2015.

6. Na sequência subtraiu x , chegando a equação $2x = 6$. Para finalizar, dividiu tudo por 2, encontrando o resultado $x = 3$.

Partimos então para a segunda parte deste encontro, em que os alunos resolveram equações da outra possibilidade que o OA permite, com coeficientes e termos independentes negativos. O primeiro problema sugerido por essa opção foi $4x - 2 = 6$. Para resolver esta equação o aluno somou a ambos os membros 2 encontrando $4x = 8$ e em seguida dividiu tudo por 4, encontrando o resultado $x = 2$.

A segunda equação a ser resolvida foi $-2x - 2 = -x - 3$. Como já haviam trabalhado com a versão positiva, os alunos automaticamente perceberam que para resolver a equação proposta, deveriam utilizar a operação inversa. Ou seja, como os termos são negativos, se eu quiser “tirar” duas unidades de ambos os membros, eu devo somar duas unidades e não subtrair. Dessa forma, a primeira operação feita pelo aluno foi somar 2 a ambos os membros da equação chegando em $-2x = -x - 1$.

Em seguida, somou-se x , encontrando a equação $-x = -1$. Nesse momento, como o OA não confirmou que a resposta estava correta, os alunos questionaram a professora se havia acabado a resolução. Assim sentimos a necessidade de outra intervenção, para que os alunos compreendessem melhor o que o OA estava querendo como resposta. Por isso, a pesquisadora interferiu perguntando aos alunos se eles queriam o valor de $-x$ ou de x . Neste momento um aluno respondeu que queria o valor de x e concluiu, juntamente com outros colegas, que deveria dividir ambos os membros por -1 , tendo assim como resposta $x = 1$.

Na resolução dessa equação, é importante ressaltarmos que o trabalho com a possibilidade positiva do OA, auxiliou no entendimento da negativa, pois os alunos não sentiram dificuldades em resolver as equações propostas uma vez que entenderam que para encontrar o valor de x eles deveriam utilizar as operações inversas.

A próxima equação a ser resolvida foi $-4x - 2 = -6$. Ressaltamos que na montagem o aluno confundiu os balões de valores unitários com os balões que

representavam $-x$, colocando 4 balões unitários no primeiro membro. Neste momento, os colegas auxiliaram e o aluno corrigiu seu erro, utilizando novamente a lixeira para excluir os balões errados.

Nesta resolução o aluno primeiramente somou 2 a ambos os membros chegando à equação $-4x = -4$ e em seguida dividiu tudo por -4 . Destacamos que o aluno percebeu, de acordo com a equação resolvida anteriormente, que em vez de dividir os dois membros da equação por 4 ele poderia dividir diretamente por -4 , chegando assim à resolução $x = 1$.

O quarto aluno a ir à lousa resolveu $-2x + 3 = -3$. Neste caso o aluno primeiramente subtraiu 3 de ambos os membros encontrando a equação $-2x = -6$. Em seguida, dividiu tudo por -2 , pois já havia observado a resolução do colega anterior, chegando ao resultado $x = 3$.

A quinta equação a ser resolvida foi $2x - 2 = -2x + 6$. Nesta resolução o aluno optou por somar 2 a ambos os membros encontrando como resultado $2x = -2x + 8$. Em seguida, somou $2x$, chegando em $4x = 8$. Por fim, dividiu tudo por 4 e encontrou como resultado $x = 2$. Destacamos que ao observar os colegas resolvendo outras equações, este aluno percebeu que deveria utilizar as operações inversas e a divisão diretamente por 4, no final da equação, para encontrar a resposta.

A próxima situação proposta foi $3x - 3 = 2x - 1$. Para resolver o aluno somou 3 a ambos os membros chegando à equação $3x = 2x + 2$. Como próximo passo, optou por subtrair $2x$, encontrando o resultado $x = 2$.

O sétimo aluno resolveu a equação $3x + 4 = x + 6$. Para isso primeiro subtraiu 4 de ambos os membros, encontrando $3x = x + 2$. Em seguida subtraiu x , chegando em $2x = 2$. Para finalizar, escolheu dividir tudo por 2, encontrando o resultado $x = 1$. Lembramos que essa opção negativa do OA, apenas possibilita que coeficientes e termos independentes sejam negativos, podendo assim solicitar equações em que esses termos são positivos.

Finalizando essa segunda parte do encontro, o oitavo aluno resolveu a equação $2x - 5 = -3$. Para isso, primeiramente somou 5, resultando em $2x = 2$.

Na sequência escolheu a operação “divisão por 2” e encontrou o resultado $x = 1$.

Como todos os alunos haviam ido à lousa, para que se explorassem outras opções ofertadas pelo objeto de aprendizagem, a pesquisadora sugeriu que os alunos utilizassem a opção *Crear Problema*. Chegamos então à terceira parte do encontro, em que os alunos passaram a criar equações para os colegas resolverem utilizando essa possibilidade.

A primeira equação construída foi $2x + 8 = 4x + 10$ e neste caso uma das limitações do OA ficou evidenciada. Ao tentar construir essa equação, o objeto enviou uma mensagem dizendo que a soma dos termos em cada um dos membros não poderia ser maior que 10. Neste momento a pesquisadora precisou interferir, pois como foi mencionado anteriormente, as mensagens e instruções do OA não estão em português. Ao explicar para os alunos essa limitação, eles alteraram um dos termos da equação deixando-a da seguinte forma: $2x + 8 = 4x + 6$ e então passaram a resolvê-la.

Nesta parte do encontro, os alunos estavam envolvidos, construindo e resolvendo as equações em conjunto, sendo que um aluno ficava no computador digitando os valores escolhidos para a equação, enquanto os outros alunos revezavam-se na LD resolvendo as situações propostas.

Dessa forma, para a resolução da primeira situação, optaram por subtrair 8 de ambos os membros, encontrando $2x = 4x - 2$. Em seguida, subtraíram 4x, chegando à equação $-2x = -2$. Para finalizar, dividiram ambos os membros por -2 e encontraram a resolução $x = 1$.

A próxima equação elaborada pelos alunos foi $5x + 3 = 4x - 6$. Para resolvê-la, primeiramente subtraíram 3, encontrando $5x = 4x - 9$. Em seguida, subtraíram 4x de ambos os membros chegando à resolução $x = -9$.

Queremos destacar então a elaboração e resolução da terceira equação desta parte do encontro, $x - 9 = 2x + 6$, que evidenciou mais uma limitação do objeto de aprendizagem. Ao resolver esta equação, os alunos primeiramente subtraíram 2 de ambos os membros, chegando à equação $-x - 9 = 6$. Em

seguida, somaram x chegando em $-9 = x + 6$ e então subtraíram x encontrando $-x - 9 = 6$, mais uma vez. Isso se repetiu por alguns minutos, os alunos somaram e subtraíram $2x$, 9 e 6 diversas vezes e em todas elas ou voltavam a equações já mostradas anteriormente ou recebiam a mensagem do OA de que não poderiam fazer aquela operação, uma vez que os valores ultrapassavam a escala da balança. Este caso será mais bem explicado adiante, no item 6.2, quando voltamos a esta equação com os alunos no 2º encontro.

Como a pesquisadora não quis interferir, pois queria analisar a opção escolhida pelos alunos, eles desistiram da equação e optaram por selecionar a opção “Novo Problema”. Nesta situação, como não prestaram atenção à mensagem do OA, os alunos não conseguiram entender por que estavam errando e por isso acabaram desistindo. Apesar de em nosso caso os alunos não se atentarem ao que o OA estava indicando como erro, ele apresentou um *feedback*, ou seja, informou que a opção escolhida pelo aluno não era correta e indicou o motivo. Quem nos fala sobre a importância do objeto de aprendizagem apresentar um *feedback*, ou seja, informar se as opções do aluno estão corretas é Audino e Nascimento (2010), quando afirmam que:

A cada final de utilização, julga-se necessário que o aluno registre a interação⁶³ com o objeto para a produção do conhecimento; isto é, confirma se as hipóteses ou opções do aluno estão corretas ou são dadas orientações para ele continuar buscando novas respostas (AUDINO e NASCIMENTO, 2010, p.134).

Na sequência os alunos elaboraram a equação $5x - 3 = 4x - 2$. Para resolver esta situação, primeiro somaram 3 a ambos os membros, chegando em $5x = 4x + 1$. Em seguida, subtraíram $4x$, encontrando a resolução $x = 1$.

O próximo aluno a ir à lousa não utilizou a ferramenta *Crear Problema* e preferiu clicar em “Problema Novo”. Neste caso, o OA sugeriu a resolução da equação $-2x + 5 = -x + 3$. Para resolvê-la, primeiro somou x a ambos os

⁶³ Ressaltamos que em nossa definição de interação, esta ocorre entre dois indivíduos e não de indivíduos com objetos conforme indicado por esses autores. (Nota da autora).

membros, encontrando a equação $-x + 5 = 3$. Em seguida, subtraiu 5, encontrando $-x = -2$. Por fim, dividiu tudo por -1, encontrando o resultado da equação, $x = 2$.

Encerramos então o encontro, pois o tempo reservado para a sala de aula havia esgotado. Sobre este primeiro dia é importante ressaltar que o envolvimento dos alunos na atividade foi intenso. Estavam, na maioria das vezes, atentos aos movimentos feitos pelo colega durante a resolução das equações propostas e interviam dando sugestões de passos a serem realizados.

6.2 OA BALANZA ALGEBRAICA – segundo encontro

Este encontro foi dividido basicamente em 4 partes. Uma primeira em que os alunos resolveram equações na opção positiva. A segunda parte em que a pesquisadora sugeriu que os alunos voltassem na equação $x - 9 = 2x + 6$, que não tinham conseguido resolver no primeiro encontro. A terceira em que resolveram equações na opção negativa e uma quarta parte em que utilizaram mais uma vez a ferramenta *Crear Problema*.

A primeira equação a ser resolvida nesse segundo dia foi $4x + 4 = 2x + 6$. Primeiramente o aluno optou por subtrair 4 de ambos os membros, encontrando $4x = 2x + 2$. Em seguida, subtraiu $2x$, chegando à equação $2x = 2$, que foi dividida por 2, encontrando-se a resolução que é $x = 1$.

A próxima equação sugerida pelo objeto de aprendizagem foi $3x + 5 = 2x + 6$. Para sua resolução, o aluno subtraiu 5, encontrando $3x = 2x + 1$. Em seguida, subtraiu $2x$, chegando à resolução da equação, $x = 1$.

A terceira equação resolvida foi $2x + 3 = x + 6$. Para resolvê-la o aluno subtraiu 3 de ambos os membros, chegando a $2x = x + 3$. Na sequência subtraiu x , chegando à resolução $x = 3$.

Na sequência resolveu-se $4x + 2 = x + 8$. Para isso, o aluno subtraiu 2, encontrando $4x = x + 6$. Em seguida, subtraiu x , chegando a $3x = 6$ e por fim dividiu a equação por 3, chegando em $x = 2$.

A quinta situação sugerida pelo OA foi $3x + 3 = x + 5$. Para resolvê-la o aluno primeiramente subtraiu x de ambos os membros. Na sequência subtraiu 3, chegando à equação $2x = 2$ e então dividiu por 2, encontrando o resultado $x = 1$.

A sexta equação resolvida foi $2x + 2 = x + 4$. Neste caso, primeiro subtraiu-se x de ambos os membros, encontrando $x + 2 = 4$. Em seguida, subtraiu-se 2 e chegou-se a resolução $x = 2$.

Percebe-se que na resolução das equações cinco e seis deste momento, os alunos começaram subtraindo valores que estavam no segundo membro, o que ainda não havia ocorrido com tanta frequência nos outros momentos. Acreditamos que isso se deve ao fato de os alunos já estarem familiarizados com o objeto e sentirem-se mais seguros para realizarem as operações iniciando por qualquer um dos membros.

Como no primeiro dia os alunos haviam desistido de resolver uma das equações por não entenderem qual era o erro cometido, a pesquisadora optou por instigá-los a tentar resolver novamente a equação $x - 9 = 2x + 6$ juntos. Para isso utilizaram a opção *Crear Problema* e construíram a equação. Trata-se assim da segunda parte desse encontro.

Novamente os alunos começaram subtraindo $2x$ de ambos os membros, chegando à equação $-x - 9 = 6$. Em seguida, somaram 9 recebendo uma mensagem do objeto (que dessa vez foi lida pela pesquisadora para que prestassem atenção ao erro indicado) dizendo que não poderiam somar 9, pois era muito grande para a balança, ou seja, era um valor superior ao que a balança desse OA conseguia representar. Essa mensagem pode ser observada na figura 31.



Figura 31: Tela que apresenta mensagem informando que não pode somar 9 a ambos os membros da equação.
Fonte: Imagem da web⁶⁴.

Resolveram então somar x a ambos os membros, encontrando como resultado a equação $-9 = x + 6$. Um aluno sugeriu que somassem 9 a ambos os membros, porém os outros alunos manifestaram-se dizendo que isso não era possível, devido à mensagem que já haviam lido anteriormente. Na sequência tentaram subtrair 6 de ambos os membros, e mais uma vez receberam uma mensagem do OA dizendo que não poderiam fazer essa operação, uma vez que o valor não poderia ser comportado pela balança.

Neste momento a pesquisadora interferiu pedindo porque, segundo o objeto de aprendizagem, eles não poderiam subtrair 6 de ambos os membros. Foi então que um aluno manifestou-se dizendo que só podia ir até 10, lembrando os colegas de uma das limitações do objeto de aprendizagem, que foi discutida quando selecionaram a opção *Crear Problema*. Essa limitação não permite que em um dos membros da equação, o valor ultrapasse 10 e como o valor de x dessa equação é -15 , a balança não consegue representar esse valor e por isso ela não pode ser resolvida nesse objeto. Assim, com esta

⁶⁴ Disponível em:

<http://nlvm.usu.edu/en/nav/frames_asid_201_g_4_t_2.html?open=instructions&from=grade_g_4.html>. Acesso em: 29 jan. 2015.

explicação, os alunos compreenderam a limitação e deram continuidade a exploração do OA.

Partimos então para a terceira parte de nosso encontro, em que os alunos resolveram equações na opção negativa do OA. A primeira a ser resolvida foi $4x - 1 = 2x + 3$. Neste caso, primeiramente somou-se 1 a ambos os membros, chegando a $4x = 2x + 4$. Em seguida, subtraiu-se $2x$, encontrando $2x = 4$. Dividiu-se então tudo por 2, chegando à resolução $x = 2$.

A segunda equação proposta pelo objeto foi $-2x - 4 = -x - 6$. Neste caso, o aluno optou por somar 4 a ambos os membros encontrando $-2x = -x - 2$. Em seguida, somou x , chegando a $-x = -2$. Dividiu-se tudo por -1 para encontrar o resultado $x = 2$. Mais uma vez percebemos que devido à utilização do OA no primeiro encontro e a discussão de uma situação parecida com essa, os alunos não tiveram dificuldades em perceber que nessa equação, para chegarem ao resultado de x , deveriam dividir por -1 .

A próxima equação a ser resolvida foi $3x - 2 = 4$. Para esta resolução, optou-se primeiramente por somar 2, chegando a $3x = 6$. Em seguida dividiu-se tudo por 3, encontrando a resolução $x = 2$.

A quarta equação a ser resolvida foi $3x - 3 = 6$. Para este caso o aluno optou por somar 3 a ambos os membros, chegando em $3x = 9$. Depois dividiu a equação por 3, encontrando o resultado $x = 3$.

O próximo aluno resolveu a equação $4x + 2 = -x + 7$. Para esta resolução, o aluno primeiramente subtraiu 2 de ambos os membros, encontrando $4x = -x + 5$. Em seguida, somou x , chegando a $5x = 5$, para então dividir tudo por 5, e chegar à resolução $x = 1$.

A última equação resolvida na opção negativa foi $4x + 4 = 8$. Para resolvê-la o aluno subtraiu 4 de ambos os membros, chegando a $4x = 4$. Em seguida, dividiu tudo por 4, encontrando a resolução $x = 1$.

Fomos então para a quarta parte de nosso encontro, em que os alunos utilizaram mais uma vez a opção *Crear Problema*. Neste momento um aluno, ao utilizar esta opção, quis digitar, sem utilizar o teclado físico do computador,

um valor para o coeficiente de x . Assim, acabou descobrindo que no canto da tela havia um ícone no formato de um teclado e clicou sobre ele para verificar do que se tratava. Abriu assim um teclado virtual, e conseguiu digitar os valores diretamente da lousa digital. Ressaltamos que até então, um aluno ficava na lousa arrastando os blocos e outro ficava próximo ao teclado, para digitar no campo disponível os valores que deveriam ser somados, subtraídos, multiplicados ou divididos na equação.

A equação criada nesta situação foi $5x - 3 = 4x + 6$. Esta foi resolvida subtraindo-se $4x$ de ambos os membros chegando a $x - 3 = 6$. Em seguida, somou-se 3 encontrando assim a resolução do problema, $x = 9$.

Após isso, um aluno resolveu a equação $2x + 3 = 5x - 3$ proposta pelo colega. Ao construí-la arrastou os blocos correspondentes ao primeiro membro, ou seja, dois blocos de x e 3 blocos unitários e ao arrastar os 5 blocos de x correspondentes ao segundo membro, a balança ficou mais pesada desse lado fazendo com que o aluno tivesse dúvidas sobre a representação da equação. Nesse momento um aluno manifestou-se dizendo que estava correto, pois o outro número desse membro era -3, um número negativo que equilibraria a balança assim que fosse representado.

Percebemos nesse caso, que mais uma vez os alunos entenderam que em uma equação, os dois lados precisam representar a mesma quantidade, mesmo que essa representação não seja igual.

Essa situação foi resolvida subtraindo-se 3, o que resultou na equação $2x = 5x - 6$. Depois subtraiu-se $5x$, chegando em $-3x = -6$ e por fim dividiu-se tudo por -3 , chegando na resolução $x = 2$. Depois dessa resolução, encerramos o segundo encontro, pois o horário reservado para a sala havia esgotado.

Ressaltamos que, por já conhecerem o objeto de aprendizagem, no segundo dia, a participação dos alunos não foi tão intensa. Dos oito alunos que haviam participado do primeiro dia, sete compareceram no segundo encontro. Além disso, os participantes da pesquisa acabaram se dispersando com mais facilidade, deixando, em alguns momentos, de prestar atenção no colega que

estava utilizando a lousa digital. Apesar disso, a pesquisa seguiu com os alunos resolvendo equações nas opções positiva e negativa, além de utilizarem outras possibilidades do OA.

Assim, a análise dos dados da pesquisa de campo nos permitiu concluir que de forma geral, ao utilizarem o objeto de aprendizagem *Balança Algebraica* aplicado na lousa digital, os alunos desenvolveram as seguintes estratégias:

- **Ideia de equilíbrio para a montagem da equação na balança:** Ao montar a equação, observamos que alguns alunos arrastavam os blocos do primeiro membro contando-os um a um. Já para a montagem do segundo membro apenas arrastavam os blocos até a balança ficar em equilíbrio. Ressaltamos que essa ideia não ficou evidenciada nas pesquisas analisadas quando do uso de lápis e papel.
- **Utilização de operações inversas iniciando com os termos do primeiro membro:** Percebemos que a maioria das resoluções iniciou com uma operação que retirasse do primeiro membro o termo independente. Por exemplo, na resolução da equação $3x + 1 = x + 7$, o aluno primeiramente subtraiu 1 de ambos os membros, em seguida subtraiu x e por fim dividiu por 2.
- **Utilização de operações inversas iniciando com os termos do segundo membro:** Em alguns casos, como nas resoluções das equações $-2x + 5 = -x + 3$; $3x + 3 = x + 5$; $2x + 2 = x + 4$ e $5x - 3 = 4x + 6$, percebemos que em vez de iniciarem com uma operação que retirasse do primeiro membro o termo independente, os alunos optaram por iniciar com uma operação que retirasse o termo com a incógnita x , situado no 2º membro da equação. Acredita-se que esta estratégia foi utilizada devido à familiaridade que os alunos passaram a ter com o OA, pois boa parte das equações que foram resolvidas dessa forma foi sugerida pelo objeto de aprendizagem no segundo encontro da pesquisa.

- **Utilização de operações inversas na tentativa de isolar a incógnita x no primeiro membro:** Percebemos que nas resoluções feitas pelos alunos eles optaram por realizar operações que isolassem a incógnita x no primeiro membro. Ressaltamos que em nenhuma das resoluções optou-se por isolar a incógnita no segundo membro da equação. Acredita-se que esta opção deve-se ao fato de os alunos já trazerem de outros anos a ideia de que a incógnita deve ser isolada no primeiro membro para que se tenha a resposta da equação.

Por meio dessa análise e a partir da nossa revisão de literatura, observamos que as estratégias desenvolvidas na utilização do OA são diferentes das quando se utiliza o lápis e o papel, pois, utilizando o objeto de aprendizagem os alunos não conseguiam, por exemplo, resolver a equação por tentativa e erro (estratégia evidenciada nas resoluções com lápis e papel), uma vez que o OA não permite a substituição da incógnita por um valor qualquer. Ele exige que a equação seja resolvida por etapas e estas ficam visíveis para que o aluno acompanhe seu desenvolvimento.

Podemos perceber também que as estratégias utilizadas durante a manipulação do OA são mais próximas de procedimentos algébricos que aritméticos, uma vez que os alunos utilizaram a ideia de equilíbrio para a resolução das equações. Isso também difere das resoluções na utilização de lápis e papel em que, como vimos, houve uma predominância de procedimentos aritméticos. Ou seja, ao interagir com o objeto de aprendizagem, os alunos tiveram que buscar outras formas de resolução, diferentes das que utilizariam se estivessem utilizando o lápis e o papel. Sobre isso, Macêdo, Lautert e Filho (2014) nos dizem que:

A manipulação dinâmica de objetos na tela torna possível que os alunos elaborem hipóteses sobre o que está ocorrendo, e assim, possam interagir com o OA na resolução de problemas envolvendo esses conceitos. A conexão entre múltiplas representações, como a gráfica e a simbólica, permite aos alunos desenvolverem um repertório que poderão utilizar mais tarde quando necessitarem resolver problemas num nível mais simbólico (MACÊDO, LAUTERT e FILHO, 2014, p. 10).

Além das estratégias desenvolvidas, em um determinado momento dos encontros os alunos trabalharam com a opção *Crear Problema*, que permitiu a construção e resolução de equações pensadas por eles. Acreditamos que essa ferramenta proporcionou aos alunos um entendimento de como as equações são construídas de forma que ambos os membros correspondam a uma quantidade equivalente, mesmo sendo representados de formas diferentes. Sobre isso, Oliveira e Andreatta (2009) nos dizem que:

Ao formular um problema o educando participa ativamente do processo de desenvolvimento do seu aprendizado, pois foi incentivado a criar uma situação-problema a partir de experiências e conhecimentos que já possui, sendo assim estará compreendendo o porquê e como este problema foi elaborado (OLIVEIRA e ANDREATTA, 2009, p. 8055).

Durante a exploração do OA, houve também a descoberta da ferramenta lixeira. Assim, ao arrastar uma quantidade errada de blocos em um dos membros, em vez de devolvê-los ao lugar de origem, como um colega já havia feito anteriormente, o aluno arrastou-os para a lixeira. Nesta situação, destacamos que ficou evidenciada a reorganização do pensamento para o uso das TIC, proposta por Tikhomirov (1981). Segundo este autor,

Uma das teses centrais de Vygotsky é a de que os processos mentais nos seres humanos mudam na medida em que seus processos de atividade prática mudam (i.e., os processos mentais tornam-se mediados). O sinal (linguagem, sinal matemático, meios mnemônicos, etc.) surge como um elo mediacional. A linguagem é a mais importante forma de sinal. No uso de meios e sinais auxiliares (por exemplo, no fazer um entalhe numa vara para se lembrar), os humanos produzem mudanças nas coisas externas; mas estas mudanças subsequentemente têm um efeito nos seus processos mentais internos (TIKHOMIROV, 1981, p. 264).

Ou seja, como a lixeira é um ícone (ou sinal) conhecido dos alunos, por estarem presentes nos meios de comunicação (*e-mail*, *whatsapp*⁶⁵ etc.) e no *Windows*, seu reconhecimento e utilização para excluir elementos é imediato, pois o pensamento já foi reorganizado para esta atividade. Podemos dizer que, neste caso, a atividade humana foi reorganizada, provocando o aparecimento de “novas formas de mediação nas quais o computador como uma ferramenta da atividade mental transforma esta mesma atividade” (TIKHOMIROV, 1981, p.268).

Quando ainda estavam utilizando a opção *Crear Problema*, um aluno descobriu, por meio de um ícone, que poderia digitar os valores nos campos utilizando o teclado virtual. Neste caso, destacamos mais uma vez a reorganização do pensamento para a utilização da ferramenta, além do possível domínio da linguagem digital. Percebemos que o aluno não teve receio em clicar no ícone identificado para descobrir qual sua função em relação ao objeto de aprendizagem. Isso se deve ao fato de que os jovens de hoje não tem medo de conhecer e investigar os recursos que as TIC oferecem. Eles perguntam o que não sabem e gostam de experimentar coisas novas, além de fazer descobertas na prática. Isso mostra que já estão familiarizados com as tecnologias e interagem muito bem com a linguagem digital (NAKASHIMA e AMARAL, 2006).

Por trabalharem com um objeto de aprendizagem na lousa digital, pode-se perceber também a presença da interação e da interatividade. Ao utilizarem esses recursos os alunos arrastavam blocos com a caneta específica para o local que desejassem. Isso evidencia a interatividade do aluno com a LD, com o OA e com o conteúdo proposto por esse recurso, proporcionando uma aprendizagem mais ativa. Os alunos tiveram, neste caso, a oportunidade de “fazer matemática”, que para Gravina e Santarosa (1998) é quando o aluno deixa de ser passivo e passa a agir em busca do seu próprio conhecimento.

Além disso, por utilizarem a LD, que permite o acompanhamento dos movimentos feitos pelo colega, percebemos a presença da interação, pois os

⁶⁵ Aplicativo para celulares em que é possível a troca de mensagens de texto e de áudio em tempo real (Nota da autora).

alunos que não estavam utilizando a lousa colaboravam com as resoluções, dando sugestões de estratégias a serem utilizadas nas equações propostas pelo objeto de aprendizagem.

Percebemos aí a evidência da construção de um conhecimento coletivo, em que ambos os participantes estavam envolvidos em busca de uma resolução. Esse é um dos diferenciais da lousa digital citado por Nakashima, Barros e Amaral (2009), ou seja, a lousa digital incorpora todos os recursos que o computador, mas com o diferencial de permitir a interação entre professor e alunos (e alunos-alunos), favorecendo a construção coletiva do conhecimento.

Essa construção de conhecimento coletivo evidenciou a possível existência de um coletivo pensante, defendido por Borba e Vilarreal (2005) quando afirmam que o conhecimento produzido pelo coletivo seres-humanos-com-mídias é condicionado pelas tecnologias, uma vez que atores humanos e não humanos se unificam formando um coletivo pensante e, dessa forma influenciando um sobre o outro.

As observações feitas acerca da utilização do OA nos permitiram chegar a algumas conclusões que serão abordadas no próximo capítulo em que trazemos as considerações finais acerca dos dados analisados em nossa pesquisa.

CAPÍTULO VII – CONSIDERAÇÕES FINAIS

Com o objetivo de relacionarmos as estratégias desenvolvidas pelos alunos na utilização de lápis e papel com as utilizadas quando trabalham com um OA na LD, buscamos inicialmente compreender como as tecnologias atuam no pensamento humano e para isso, nos baseamos em Tikhomirov (1981), Lévy (1993) e Borba e Vilarreal (2005). As ideias desses autores contribuíram para o entendimento de que pensamos de formas diferentes quando estamos trabalhando com alguma tecnologia (reorganização do pensamento) e que novas maneiras de pensar e conviver estão sendo elaboradas com o advento das tecnologias, rompendo assim com a dicotomia entre seres humanos e mídias, que na visão de Borba e Vilarreal (2005) dá origem ao construto seres-humanos-com-mídias.

Com essas ideias, seguimos com estudos sobre objetos de aprendizagem e lousa digital e sua aplicação na educação. Ao estudar esses recursos, verificamos que os OA, principalmente quando aliados a LD, podem proporcionar aos alunos a animação ou simulação da realidade, que sem eles talvez não fosse possível.

Na medida em que possibilita a percepção visual de variações temporais de grandezas físicas (abstratas ou não), as animações interativas conduzem a um nível de abstração da realidade que sem ela seria alcançada apenas por poucos aprendizes. Ela pode representar a evolução temporal de um modelo da realidade, aceito pela comunidade científica, e desse modo torna-se possível à exibição da evolução temporal de objetos abstratos em sua representação concreta (TAVARES, 2006, p. 6).

Apesar de estar falando de animações que tratam de fenômenos físicos, Tavares nos chama a atenção para uma das principais características de um objeto de aprendizagem, a interatividade. Esta interatividade, comentada pelo autor, pode proporcionar a aprendizagem de forma diferente, dando a possibilidade de alcançar uma maior parte do público aprendiz.

Como vimos, os objetos de aprendizagem podem se apresentar na forma de animação ou simulação. Assim como a animação nos permite a visualização de fenômenos da realidade, a simulação pode permitir que o aluno manipule variáveis, execute experimentos, controle sistemas complexos de maneira que seria impossível conseguir no mundo real (TAVARES, 2006). Entendemos então, que os objetos de aprendizagem trabalhados na lousa digital podem auxiliar nos processos de ensino e aprendizagem da Matemática e conseqüentemente da Álgebra, possibilitando que os alunos desenvolvam estratégias diferentes na resolução de problemas.

Partindo desse contexto, seguimos nosso estudo analisando pesquisas que abordam as estratégias utilizadas pelos alunos na resolução de problemas relacionados a equações do primeiro grau com a utilização de lápis e papel. Esses estudos mostraram que dentre as estratégias desenvolvidas pelos alunos, a mais utilizada é aquela em que se atribuem valores numéricos às variáveis ou incógnitas e por tentativa e erro busca-se uma resposta mais adequada.

Os estudos revelaram também que os alunos tem dificuldade em traduzir o problema da linguagem coloquial para a algébrica, dificultando assim a resolução do problema. Além disso, quando conseguem fazer essa tradução, a maioria dos alunos resolvem a equação fazendo a transposição dos termos de um membro para o outro utilizando a operação inversa, mas sem terem consciência do porque fazem essa opção.

Para Fernandes (2011), apesar dos alunos terem a possibilidade de testar diferentes estratégias na resolução de uma mesma situação, na correção do problema no quadro normalmente utiliza-se uma única estratégia, que acaba sendo a escolhida pela maioria dos alunos, mesmo daqueles que optaram por estratégias diferentes, pois é a que aparece com maior frequência.

De forma geral, concluímos que mesmo quando os problemas exigem uma resolução algébrica, a estratégia mais utilizada pelos alunos ainda é a que envolve apenas números, sendo esta preferida inclusive por alunos de 8º e 9º

anos, em que a Álgebra está presente em boa parte do conteúdo desenvolvido durante o ano.

Acreditamos que essas dificuldades, em utilizar a linguagem e a resolução algébrica, estão relacionadas ao currículo que se volta apenas para aritmética nas séries iniciais, pois a Álgebra apresenta-se para boa parte dos alunos apenas a partir do 7º ano. Assim, o ensino de aritmética tem levado estudantes a apresentar esse pensamento mesmo quando lidam com a linguagem algébrica.

Por isso, para trabalhar com a Álgebra, é preciso que os alunos sejam adaptados a uma nova realidade que traz consigo novas estratégias de resolução de problemas.

Portanto, os alunos que já estão acostumados com a linguagem aritmética precisam adaptar-se a uma nova linguagem, a algébrica. Com isso, acreditamos que a Álgebra, principalmente no Ensino Fundamental II precisa ser trabalhada de diversas formas a fim de atingir diferentes tipos de aprendizagem. Uma dessas formas pode ser pelo uso da tecnologia em sala de aula.

Com essa visão, fomos a campo com o objetivo de analisar que tipo de estratégias os alunos desenvolvem quando estão frente a um objeto de aprendizagem aplicado na lousa digital e se essas estratégias são diferentes das utilizadas quando trabalham com o lápis e o papel.

Analisando os dados de nossa pesquisa de campo, concluímos que as estratégias escolhidas pelos alunos para a resolução das equações foram mais próximas de estratégias algébricas, uma vez que utilizaram em muitas vezes as operações inversas para isolar a incógnita no primeiro membro.

Além disso, essa pesquisa revelou que houve a presença da interação, sendo que os alunos ajudavam os colegas que estavam trabalhando com o OA dando sugestões de passos a serem seguidos e da interatividade, pois o aluno que estava frente a lousa digital manuseava o objeto de aprendizagem,

arrastando os blocos e balões buscando uma solução para a equação proposta.

Identificamos também na pesquisa de campo a reorganização do pensamento, quando os alunos utilizaram ferramentas como as relacionadas à lixeira e ao teclado virtual.

Finalmente, consideramos que os objetivos do trabalho foram atingidos. Verificou-se que as estratégias utilizadas pelos alunos quando utilizam um OA são diferentes das utilizadas quando trabalham com o lápis e o papel, pois as primeiras evidenciaram estratégias algébricas por meio da ideia de equilíbrio, enquanto que as outras se caracterizaram por procedimentos aritméticos.

Entretanto, ressaltamos que isso se verificou para um determinado grupo de alunos e, assim, a pesquisa abre possibilidades para a ampliação do grupo de sujeitos e para a exploração de outros objetos de aprendizagem na lousa digital. Apresentou-se ainda que os OA podem potencializar a utilização da LD, pois permitem a interatividade com o conteúdo explorado e trazem através da animação ou simulação uma nova forma de aprendizagem.

Como continuidade dos estudos aqui apresentados, entendemos ser fundamental dar sequência a pesquisas e trabalhos que visem colaborar para que a utilização de recursos tecnológicos, em especial dos OA e da LD, torne-se viável e efetiva nos processos educacionais. Porém, é importante que se continue a pesquisar como estes recursos interferem no processo de aprendizagem e quais as possíveis consequências advindas da sua utilização.

Dessa forma, acreditamos que novos trabalhos podem surgir aprofundando o tema aqui proposto ou a partir de outros temas que eventualmente podem ser retirados da pesquisa aqui apresentada.

REFERÊNCIAS

ARMELLA, L. M. **Cómo impactan las tecnologías los currículos de la Educación Matemática?** Cuadernos de Investigación y Formación en Educación Matemática. 2013. Año 8. Número 11. pp 307-315. Costa Rica. Disponível em: <<https://www.yumpu.com/es/document/view/26021148/11tudd/309>>. Acesso em: 4 dez. 2014.

ASSIS, L. S. **Concepções de professores de Matemática quanto à utilização de objetos de aprendizagem: um estudo de caso do projeto RIVED-BRASIL.** 2005. Disponível em: <http://www.pucsp.br/pos/edmat/ma/dissertacao/leila_souto_assis.pdf>. Acesso em: 15 jul. 2013, às 17h.

AUDINO, D. F.; NASCIMENTO, R. S. **Objetos de aprendizagem – Diálogos entre conceitos e uma nova proposição aplicada a educação.** Revista Contemporânea de Educação, vol. 5, n. 10. p. 128-148. 2010.

BATISTA, S. C. F.; BARCELOS, G. T.; AFONSO, F. F. **Tecnologias de informação e comunicação no estudo de temas matemáticos.** XXVIII CNMAC, 2008. Disponível em: <http://www.sbmac.org.br/eventos/cnmac/cd_xxviii_cnmac/resumos%20estendi%20dos/silvia_batista_SE5.pdf>. Acesso em: 5 mar. 2014.

BELTRÃO, R. **Estratégias mobilizadas por alunos de escolas públicas para resolver um problema que explora a ideia de equilíbrio.** Atos de pesquisa em educação, PPGE/ME FURB, v.5, n.3, set/dez, 2010. Disponível em: <<http://proxy.furb.br/ojs/index.php/atosdepesquisa/article/view/2165/1494>>. Acesso em: 17 nov. 2014.

BETRANCOURT, M. **The Animation and Interactivity Principles in Multimedia Learning.** The Cambridge Handbook of Multimedia Learning. Geneva University, 2014. Disponível em: <<http://steinhardtapps.es.its.nyu.edu/create/courses/2015/reading/Betrancourt.pdf>>. Acesso em: 4 dez. 2014.

BORBA, M. C. **Tecnologias informáticas na educação matemática e reorganização do pensamento.** In: BICUDO, M. A. V. (org.). Pesquisas em educação matemática: concepções e perspectivas. São Paulo: Editora UNESP, 1999.

_____. **Coletivos seres-humanos-com-mídias e a produção matemática.** In: I Simpósio Brasileiro de Psicologia da Educação Matemática. Anais I Simpósio Curitiba. 2001.

BORBA, M. C; PENTEADO, M. G. **Informática e Educação Matemática.** 5. Ed. Belo Horizonte: Autêntica Editora, 2001.

BORBA, M. C.; VILLARREAL, M. E. **Humans – with – Media and the Reorganization of Mathematical Thinking: Information and Communication Technologies, Modeling, Experimentation and Visualization.** New York: Springer, 2005.

BRASIL. **Parâmetros Curriculares Nacionais: Matemática - terceiro e quarto ciclos do ensino fundamental.** Secretaria da Educação Fundamental. Brasília: MEC/SEF, 1998.

CHURCHHOUSE, R. F. *et al.* **A influência dos computadores e da informática na matemática e no seu ensino: primeiro relatório da Comissão internacional sobre o ensino da matemática.** Folha informativa do projeto. n. 2. Fev, 1987.

COSTA, D. M.; VILAÇA, M. L. C.; PUGGIAN, C. **A lousa digital como instrumento de ruptura das barreiras físicas da sala de aula.** Disponível em: http://nte-poa.weebly.com/uploads/2/2/6/1/22619770/a_lousa_digital_como_instrumento_de_-_dilermando.pdf. Acesso em: 24 out. 2014.

FERNANDES, C. F. **Equações de 1º Grau: Estratégias e erros na resolução e simplificação de equações de 1.º grau.** Portugal, 2011. Dissertação (Mestrado em Ensino de Matemática). Universidade de Lisboa. Disponível em: http://repositorio.ul.pt/bitstream/10451/5173/1/ulfpie039739_tm.pdf. Acesso em: 14 fev. 2015.

FIGUEIREDO, O. A. **A questão do sentido em computação.** In: Ciberespaço: Possibilidades que abre ao mundo da educação. São Paulo: Editora Livraria da Física, 2014.

FILHO, J. A. C. **Objetos de Aprendizagem e sua utilização no ensino de Matemática.** 2007. Disponível em: http://www.sbem.com.br/files/ix_enem/Html/mesa.html. Acesso em: 10 abr. 2013.

FREIRE, R. S.; CABRAL, B. S.; FILHO, J. A. C. **Estratégias e erros utilizados na resolução de problemas algébricos.** Anais do VIII ENEM. 2004. Disponível em: <http://www.sbem.com.br/files/viii/pdf/02/CC90480732353.pdf> Acesso em: 01 nov. 2013.

GALLO, P.; PINTO, M. G. **Professor, esse é o objeto virtual de aprendizagem.** 2010. Disponível em: <http://tecnologiasnaeducacao.pro.br/wp-content/uploads/2010/08/Professor-esse-%C3%A9-o-objeto-virtual-de-aprendizagem1.pdf>. Acesso em: 05 jun. 2013.

GARCIA, F.; FERNANDEZ, R. G.; SOUZA, K. I. **Lousa Digital Interativa: Avaliação da interação didática e proposta de aplicação de narrativa audiovisual.** ETD – Educação temática digital. Campinas: v.12, p. 92-111. Mar, 2011.

GONÇALVES, M. J. S. V.; SCHERER, S. **Desafios do ensinar e aprender matemática: uma experiência com o uso de lousa digital e applet no estudo de produtos notáveis.** Educação Matemática em Revista, p. 32-42. 2014.

GRAVINA, M. A.; SANTAROSA, L. M. **A aprendizagem da matemática em ambientes informatizados.** 1998. Disponível em: <<http://seer.ufrgs.br/InfEducTeoriaPratica/article/view/6275/3742>>. Acesso em: 13 fev. 2015.

KALINKE, M. A. **Internet na educação.** Curitiba: Chain, 2003.

KENSKI, V. M. **Aprendizagem mediada pela tecnologia.** Revista Diálogo Educacional, v.4, n.10, 2003. Disponível em: <<http://www2.pucpr.br/reol/pb/index.php/dialogo?dd1=786&dd99=view&dd98=pb>>. Acesso em: 07 fev. 2015.

_____. **Educação e tecnologias: O novo ritmo da informação.** 8ª ed. São Paulo: Papirus, 2011.

LÉVY, P. **As tecnologias da Inteligência: o futuro do pensamento na era da informática.** Rio de Janeiro: Ed. 34, 1993.

LÉVY, P. **Cibercultura.** São Paulo: Ed. 34, 1999.

MACÊDO, L. N.; LAUTERT, S. L.; FILHO, J. A. C. **Análise do uso de um objeto de aprendizagem digital no ensino de Álgebra.** Disponível em: <<http://www.proativa.vdl.ufc.br/publicacoes/artigos/3181b3e62c7366dd4ecee55db40a6e46.pdf>> Acesso em: 28 fev. 2014.

MARQUÉS, S. F. **La Pizarra Digital.** Disponível em: <<http://www.ardilladigital.com/DOCUMENTOS/TECNOLOGIA%20EDUCATIVA/TICs/T9%20PIZARRA%20DIGITAL/09%20LA%20PIZARRA%20DIGITAL.pdf>> Acesso em: 21 fev. 2014.

MAYER, R. E.; MORENO, R. **Nine Ways to Reduce Cognitive Load in Multimedia Learning.** Educational Psychologist, p. 43-52. 2003. Disponível em: <http://www.uky.edu/~gmswan3/544/9_ways_to_reduce_CL.pdf>. Acesso em: 30 jun. 2014.

MÜLLER, M. R.; SCHÜTZ, F. **Considerações teóricas a respeito da animação como objeto de Aprendizagem no contexto educacional atual.** Revista Eletrônica Científica Inovação e Tecnologia. Volume especial. p.20-23. 2013.

NAKASHIMA, R. H. R.; AMARAL, S. F. **A linguagem audiovisual da lousa digital interativa no com texto educacional.** Educação Temática Digital, Campinas, v.8, n.1, p. 33-48, dez. 2006.

_____. **Indicadores didático-pedagógicos da linguagem interativa da lousa digital.** Cadernos de Educação, Pelotas, v.37, p. 381-415, set. 2010.

NAKASHIMA, R. H. R.; BARROS, D. M. V.; AMARAL, S. F. **Uso pedagógico da lousa digital associado à teoria dos estilos de aprendizagem.** Revista de estilos de aprendizagem. vol. 4, out. 2009. Disponível em: <http://www.academia.edu/623144/O_uso_pedag%C3%B3gico_da_lousa_digital_associado_a_teor%C3%ADa_dos_estilos_de_aprendizagem>. Acesso em: 28 nov. 2014.

NEVES, J. L. **Pesquisa qualitativa – características, usos e possibilidades.** Cadernos de pesquisa em administração. São Paulo: v.1, n.3, p. 1-5, 2º sem. 1996.

NOBRE, S.; AMADO, N.; PONTE, J. P. **Representações na aprendizagem de sistemas de equações.** 2013. Disponível em: <http://cmup.fc.up.pt/cmup/eiem/grupos/documents/14.Nobre_Amado_Ponte.pdf>. Acesso em: 22 jan. 2014.

OLIVEIRA, C. A.; ANDREATTA, P. **A aprendizagem da Matemática e as tecnologias digitais.** Anais do IX Congresso Nacional de Educação – EDUCERE. 2009. Disponível em: <http://www.pucpr.br/eventos/educere/educere2009/anais/pdf/3601_1977.pdf>. Acesso em: 06 fev. 2015.

PRIMO, A. **Interação mediada por computador: comunicação, cibercultura, cognição.** Porto Alegre: Sulina, 2007.

PONTE, J. P. **Números e álgebra no currículo escolar.** 2006. Disponível em: <<http://repositorio.ul.pt/bitstream/10451/4525/1/06-Ponte%28Caminha%29.pdf>>. Acesso em: 07 mar. 2014.

QUINTILIANO, L. C. São Paulo, 2011. Tese (Doutorado em Educação). **Relações entre os estilos cognitivos, as estratégias de solução e o desempenho dos estudantes na solução de problemas aritméticos e algébricos** Universidade Estadual de Campinas. Disponível em: <<http://www.bibliotecadigital.unicamp.br/document/?code=000840170>>. Acesso em: 14 fev. 2015.

RUBI, G. L.; JAQUES, P. **Objetos de aprendizagem para o ensino de Equações Algébricas: PATSolver e PAT2Math.** In: Anais do Congresso Internacional de Ensino da Matemática, 2010, Canoas. V Congresso Internacional de Ensino de Matemática, 2010. Disponível em: <<http://professor.unisinos.br/pjaques/papers/CIEM2010.pdf>>. Acesso em: 01 dez. 2014.

SILVA, E. P.; SAVIOLI, A. M. P. D. **Aspectos do pensamento algébrico evidenciados por estudantes do 6º ano em resoluções de problemas não rotineiros.** 2012. Disponível em:

<<http://matematica.ulbra.br/ocs/index.php/ebiapem2012/xviebrapem/paper/view/313>>. Acesso em 25 jan. 2014.

TAVARES, R. **Aprendizagem significativa, codificação dual e objetos de aprendizagem.** 2006. Disponível em: <<http://www.fisica.ufpb.br/~romero/port/trabalhos.htm>> Acesso em 22 ago. 2013.

TIKHOMIROV, O. K. **The psychological Consequences of Computerization.** In Wertsch, J. V. (Ed.). *The Concept of Activity in Soviet Psychology.* New York: M. E. Sharpe Inc. pp. 256- 278, 1981.

VOLSO, D. T.; SAVIOLI, A. M. P. D. **Como alunos do Ensino Fundamental lidam com problemas envolvendo Álgebra.** Disponível em: <http://www.uniritter.edu.br/eventos/sepesq/vi_sepesq/arquivosPDF/27425/1982/com_identificacao/resumo-volso-savioli.pdf>. Acesso em: 12 jan. 2014.

WILEY, D. A. **Connecting learning objects to instructional design theory: A definition, a metaphor, and a taxonomy.** 2000. Disponível em: <<http://reusability.org/read/>>. Acesso em: 15 jul. 2013.