

LUCIANA SILVEIRA RODRIGUES

**O USO DE SOFTWARE EDUCACIONAL NO ENSINO
FUNDAMENTAL DE MATEMÁTICA E A APRENDIZAGEM
DO SISTEMA DE NUMERAÇÃO DECIMAL POR ALUNOS
DE 3ª SÉRIE**



**UNIVERSIDADE CATÓLICA DOM BOSCO
CAMPO GRANDE - MS
2006**

LUCIANA SILVEIRA RODRIGUES

**O USO DE SOFTWARE EDUCACIONAL NO ENSINO
FUNDAMENTAL DE MATEMÁTICA E A APRENDIZAGEM
DO SISTEMA DE NUMERAÇÃO DECIMAL POR ALUNOS
DE 3ª SÉRIE**

Dissertação apresentada ao Programa de Pós-Graduação – Mestrado em Educação da Universidade Católica Dom Bosco como parte dos requisitos para obtenção do grau de Mestre em Educação

Área de Concentração: Educação Escolar e Formação de Professores

Orientadora: Professora Doutora Leny Rodrigues Martins Teixeira

**UNIVERSIDADE CATÓLICA DOM BOSCO
CAMPO GRANDE - MS
2006**

**O USO DE SOFTWARE EDUCACIONAL NO ENSINO
FUNDAMENTAL DE MATEMÁTICA E A APRENDIZAGEM
DO SISTEMA DE NUMERAÇÃO DECIMAL POR ALUNOS
DE 3ª SÉRIE**

LUCIANA SILVEIRA RODRIGUES

BANCA EXAMINADORA:

Profª. Drª. Leny Rodrigues Martins Teixeira
Orientadora UCDB

Profª. Drª. Monica Fürkötter
UNESP – Presidente Prudente

Profª. Drª. Claudia Maria de Lima
UCDB/UNESP – Rio Claro

DEDICATÓRIA

Dedico aos meus pais, Dinarte e Geni, namorado e amigos, pelo amor, incentivo, paciência e compreensão no decorrer da elaboração desse estudo. Em muitos momentos tiveram que abrir mão de minha companhia, para que este objetivo pessoal fosse alcançado.

AGRADECIMENTOS

Em primeiro lugar a Deus, por ter iluminado meu caminho e nunca ter me deixado nos momentos difíceis, permitindo-me chegar até aqui. Também a todos aqueles que contribuíram, direta ou indiretamente, pela realização deste trabalho. À Professora Doutora Leny Rodrigues Martins Teixeira, que compartilhou seus conhecimentos e experiência, para a concretização deste trabalho.

Às professoras e alunos da 3ª série da Escola da Rede Municipal de Campo Grande – MS, “Profª Elizabel Maria Gomes Salles”, que colaboraram como sujeitos da pesquisa, compartilhando seus problemas, suas práticas e suas motivações à utilização das Novas Tecnologias de Informação e Comunicação.

À coordenação e aos professores do Programa de Mestrado em Educação da Universidade Católica Dom Bosco (UCDB), pela seriedade e competência, em partilhar seus conhecimentos e experiências.

À banca de Defesa pela contribuição para o aprimoramento deste estudo.

RODRIGUES, Luciana Silveira. *O uso de software educacional no ensino fundamental de matemática e a aprendizagem do sistema de numeração decimal por alunos de 3ª série*. Campo Grande, 2006, 175p. Dissertação (Mestrado). Mestrado em Educação. Universidade Católica Dom Bosco – UCDB.

RESUMO

O presente estudo integra a linha de pesquisa “Práticas Pedagógicas e suas relações com a formação docente”, objetivando analisar os pressupostos pedagógicos de softwares de matemática, a partir do uso de um software específico de matemática de 1ª a 4ª séries, disponível na rede municipal de ensino (Estação Saber), a fim de verificar a viabilidade e eficiência do mesmo na aprendizagem do sistema de numeração decimal. A pesquisa foi desenvolvida em duas turmas da 3ª série do ensino fundamental de uma escola municipal de Campo Grande-MS (17 alunos em cada sala) com base em dois procedimentos: na turma do software aplicou-se um pré-teste seguido de atividades sobre números com o software e posteriormente aplicou-se o pós-teste; na turma convencional aplicou-se o pré-teste, seguido de atividades sobre números trabalhadas em sala de aula pelo professor, com posterior aplicação de pós-teste. O pré-teste e o pós-teste foram constituídos de dez questões idênticas, por meio das quais procurou-se identificar os conceitos relevantes sobre sistema de numeração, como: o valor absoluto e relativo do número; composição e decomposição de números, o papel do zero, e o significado do “vai um” na adição. As questões de 1 a 5 eram convencionais, como as do livro didático e as de 6 a 10 tinham um caráter mais operatório com exigência de maior compreensão. Os resultados, de modo geral, não apresentaram diferenças significativas de desempenho entre a turma do software e convencional. Os erros obtidos foram categorizados e foram analisados conforme o tipo e grau de dificuldades. O estudo tentou responder algumas indagações referentes ao uso do software como: quais parâmetros utilizar e como analisar um software, a importância da capacitação dos professores, para que os mesmos tenham condições de escolher e usar os softwares de uma maneira adequada. Pode-se afirmar que o “Estação Saber” contribuiu em parte na melhora dos resultados de algumas questões, embora seja um software que possui limitações, o seu uso reforçou os conteúdos envolvidos nessas questões.

PALAVRAS-CHAVE: sistema de numeração decimal, ensino-aprendizagem de matemática, software educacional.

RODRIGUES, Luciana Silveira. *O uso de software educacional no ensino fundamental de matemática e a aprendizagem do sistema de numeração decimal por alunos de 3ª série*. Campo Grande, 2006. 175p. Dissertação (Mestrado). Mestrado em Educação. Universidade Católica Dom Bosco – UCDB.

ABSTRACT

This study integrates a research "Pedagogical Practicals and its connection with the teaching training", where the main objective is to analyze the pedagogical mathematics softwares budgets, as well integrate a specific mathematics software for the elementary school, available for the public municipal schools (Estação Saber). In order to verify the viability and efficiency of it for the learning of the decimal system, the research was developed in two groups of third degree (3ª série) of a municipal elementary school in Campo Grande-MS (17 students in each classroom) analysing two procedures: in the software-group it was applied a pre-test followed by number-related exercises using the software, and lately, a post test; in the ordinary-group was applied the pre test followed by number-related exercises taught by the teacher and after all, the application of a post test. Both tests were developed with 10 identical questions, where the aim was to identify the relevant concepts of the numerical system such as: the absolute and relative value of a number; composition and decomposition of numbers and the meaning of number zero and the meaning of "*vai um*" in the addition operation. The first five questions were ordinary, as shown in the didactic books and the five others were more complex, requiring a greater and more efficient comprehension. Anyway, the presented results didn't show performance significant differences comparing the two groups: the software and the ordinary one. The obtained errors have been categorized and analyzed in accordance with the kind and the difficulty level degree. The study tried to answer some referring investigations to the use of software as: which parameters to use and how to analyze software; the importance of the qualification of the professors, so that the same ones have conditions to choose and to use softwares in an adequate way. It can be affirmed that "Estação Saber" contributed in part the improvement of the results of some questions; even so either software that possess limitations, its use strengthened the involved contents in these questions.

KEY-WORDS: decimal system, mathematics teach-learning, educational software.

LISTA DE FIGURAS

Figura 1 - Interação aprendiz-computador mediado por um software tipo tutorial (VALENTE, 1999, p.91).	34
Figura 2 - Interação aprendiz-aluno na situação de programação (VALENTE, 1999, p. 96).....	38
Figura 3 - Modelo de aprendizagem em espiral (VALENTE, 2002, p.29).....	39
Figura 4 - Interação aprendiz-computador usando um processador de texto (VALENTE, 1999, p. 98).....	41
Figura 5 - Interação aprendiz-computador usando uma multimídia ou navegando na Internet (VALENTE, 1999, p. 99).....	42
Figura 6 - Interação aprendiz-computador usando um sistema de autoria (VALENTE, 1999, p. 101).....	43
Figura 7 - Numeração cuneiforme utilizada pelos babilônios. Disponível em < www.prof2000.pt/users/hjco/numerweb/Pg000130.htm > Acesso em: 15 mai. 2006.	69
Figura 8 - Símbolos utilizados no sistema de numeração maia (FREITAS; BITTAR, 2004, p.50).....	70
Figura 9 - Representação da numeração maia utilizando planos e o zero (ibid, p. 50).....	70
Figura 10 - Interação aprendiz-computador na situação de construção do conhecimento (VALENTE, 1993).....	83

LISTA DE TABELAS

Tabela 1 - Frequência de respostas da turma do software à questão 1, no pré-teste e pós-teste.....	106
Tabela 2 - Frequência de respostas da turma do software à questão 2, no pré-teste e pós-teste.....	107
Tabela 3 - Frequência de respostas da turma do software à questão 3, no pré-teste e pós-teste.....	108
Tabela 4 - Frequência de respostas da turma do software à questão 4, no pré-teste e pós-teste.....	108
Tabela 5 - Frequência de respostas da turma do software à questão 5, no pré-teste e pós-teste.....	109
Tabela 6a - Frequência de respostas da turma do software à questão 6a, no pré-teste e pós-teste.....	110
Tabela 6b - Frequência de respostas da turma do software à questão 6b, no pré-teste e pós-teste.....	110
Tabela 7 - Frequência de respostas da turma do software à questão 7, no pré-teste e pós-teste.....	111
Tabela 8 - Frequência de respostas da turma do software à questão 8, no pré-teste e pós-teste.....	112
Tabela 9 - Frequência de respostas da turma do software à questão 9, no pré-teste e pós-teste.....	112
Tabela 10 - Frequência de respostas da turma do software à questão 10, no pré-teste e pós-teste.....	113
Tabela 11 - Frequência de respostas da turma convencional à questão 1, no pré-teste e pós-teste.....	114
Tabela 12 - Frequência de respostas da turma convencional à questão 2, no pré-teste e pós-teste.....	115
Tabela 13 - Frequência de respostas da turma convencional à questão 3, no pré-teste e pós-teste.....	116
Tabela 14 - Frequência de respostas da turma convencional à questão 4, no pré-teste e pós-teste.....	116
Tabela 15 - Frequência de respostas da turma convencional à questão 5, no pré-teste e pós-teste.....	117
Tabela 16a - Frequência de respostas da turma convencional à questão 6a, no pré-teste e pós-teste.....	118
Tabela 16b - Frequência de respostas da turma convencional à questão 6b, no pré-teste e pós-teste.....	118
Tabela 17 - Frequência de respostas da turma convencional à questão 7, no pré-teste e pós-teste.....	119
Tabela 18 - Frequência de respostas da turma convencional à questão 8, no pré-teste e pós-teste.....	119
Tabela 19 - Frequência de respostas da turma convencional à questão 9, no pré-teste e pós-teste.....	120
Tabela 20 - Frequência de respostas da turma convencional à questão 10, no pré-teste e pós-teste.....	121
Tabela 21 - Comparação das frequências de respostas da turma do software e convencional, no pré-teste e no pós-teste.....	122
Tabela 22 - Erros cometidos pela turma do software no pré-teste e no pós-teste.....	127
Tabela 23 - Erros cometidos pela turma convencional no pré-teste e pós-teste.....	135
Tabela 24 - Comparação dos erros cometidos no pré-teste e pós-teste das turmas do software e convencional.....	143

LISTA DE QUADROS

Quadro 1 - Dados comparativos entre o que foi planejado e o realizado	25
---	----

LISTA DE APÊNDICES

APÊNDICE A – PRÉ-TESTE e PÓS-TESTE.....	173
---	-----

LISTA DE SIGLAS

AIA – Ambientes Interativos de Aprendizagem
CAI – Instrução Assistida por Computador
CIED – Centro de Informática na Educação
CIES – Centro de Informática na Educação Superior
CIET – Centro de Informática na Educação Técnica
CNPq – Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico
FINEP – Financiadora de Estudos e Projetos
ITS – Intelligent Tutoring Systems
LDB – Lei de Diretrizes e Bases
MEC – Ministério da Educação e Cultura
MIT – Massachusetts Institute of Technology
NIED – Núcleo de Informática Aplicada à Educação
NTE – Núcleo de Tecnologia Educacional
PCNs – Parâmetros Curriculares Nacionais
PEI – Produtos Educacionais Informatizados
PNLD – Programa Nacional do Livro Didático
PROINFO – Programa Nacional de Informática na Educação
PRONINFE – Programa Nacional de Informática Educativa
SEED – Secretaria de Educação à distância
SEI – Secretaria Especial de Informática
TIC – Tecnologia de Informação e Comunicação
UCDB – Universidade Católica Dom Bosco
UFMG – Universidade Federal de Minas Gerais
UFPE – Universidade Federal do Pernambuco
UFRGS – Universidade Federal do Rio Grande do Sul
UFRJ – Universidade Federal do Rio de Janeiro
UFSCAR – Universidade Federal de São Carlos
UNICAMP – Universidade Estadual de Campinas

SUMÁRIO

INTRODUÇÃO.....	15
1 INFORMÁTICA NA EDUCAÇÃO	18
1.1 INFORMÁTICA NA EDUCAÇÃO NO BRASIL.....	19
1.1.1 Projeto Educom	20
1.1.2 Projeto Formar.....	21
1.1.3 Projeto Cied.....	22
1.1.4 Projeto Proninfe.....	23
1.1.5 Projeto Proinfo.....	24
1.2 A INFORMÁTICA NA ESCOLA E O USO DE SOFTWARES EDUCACIONAIS	27
1.2.1 Softwares Educacionais.....	32
a) Tutoriais	33
b) Tutores Inteligentes (ITS)	34
c) Programação.....	36
d) Exercício-e-prática	39
e) Aplicativos	40
f) Multimídia e Internet	42
g) Simulação e Modelagem.....	43
h) Jogos.....	45
1.3 O USO DOS SOFTWARES PARA O ENSINO DE MATEMÁTICA	46
2 APRENDIZAGEM DO SISTEMA DE NUMERAÇÃO DECIMAL.....	54
2.1 O processo da aprendizagem na abordagem cognitivista	55
2.2 A APRENDIZAGEM DO CONCEITO DE NÚMERO, DO SISTEMA DE NUMERAÇÃO E DA ESCRITA NUMÉRICA	67
2.3 ERROS E DIFICULDADES NA APRENDIZAGEM DO SISTEMA DE NUMERAÇÃO E DA ESCRITA NUMÉRICA	73
2.4 TEORIAS DE APRENDIZAGEM E A ESPIRAL DE CONSTRUÇÃO DO CONHECIMENTO DE VALENTE.....	81
3 OBJETIVOS E METODOLOGIA.....	85
3.1 OBJETIVO GERAL.....	85
3.2 OBJETIVOS ESPECÍFICOS	86
3.3 METODOLOGIA.....	86
3.4 O PRÉ-TESTE E O PÓS-TESTE.....	88
3.5 O SOFTWARE “ESTAÇÃO SABER”	90
3.5.1 O jogo do Ábaco.....	92
3.5.2 Colocando em Ordem.....	92
3.5.3 Barquinho matemático.....	93
3.6 ORGANIZAÇÃO DAS AULAS UTILIZANDO O SOFTWARE	94
3.6.1 25/04/05 – 1ª aula – Jogo do Ábaco	95
3.6.2 26/04/05 – 2ª aula – Jogo do Ábaco	96
3.6.3 02/05/05 – 3ª aula – Jogo do Ábaco	97
3.6.4 09/05/05 – 4ª aula – Jogo do Ábaco	97
3.6.5 10/05/05 – 5ª aula – Colocando em Ordem	98
3.6.6 16/05/05 – 6ª aula – Barquinho matemático	99
3.7 ORGANIZAÇÃO DAS AULAS UTILIZANDO O MÉTODO CONVENCIONAL	99
3.7.1 26/04/05 – 1ª aula – Composição numérica.....	100
3.7.2 28/04/05 – 2ª aula – Decomposição numérica.....	101
3.7.3 03/05/05 – 3ª aula – Decomposição Numérica.....	101
3.7.4 05/05/05 – 4ª aula – Ordem crescente	102
3.7.5 10/05/05 – 5ª aula – Ordem decrescente.....	103
4 RESULTADOS	105
4.1 PARTE 1 – RESULTADOS DA TURMA QUE UTILIZOU O SOFTWARE.....	105
4.2 PARTE 2 – TURMA CONVENCIONAL.....	114
4.3 PARTE 3 – COMPARAÇÃO DOS RESULTADOS DOS DESEMPENHOS DOS ALUNOS NAS DUAS TURMAS	121
4.4 COMPARAÇÃO DOS RESULTADOS ;TESTE QUI-QUADRADO χ^2	124

4.5	OS “ERROS”	125
4.5.1	Os “erros” na turma do software	126
4.5.2	“Erros” cometidos pela turma convencional.....	133
4.5.3	Comparação entre os erros cometidos pela turma do software e pela turma convencional	142
5	ANÁLISE DOS RESULTADOS	146
5.1	AS DIFICULDADES ENCONTRADAS NA APRENDIZAGEM DO SISTEMA DE NUMERAÇÃO... ..	146
5.2	OS PROBLEMAS RELATIVOS AO USO DO SOFTWARE PARA O ENSINO-APRENDIZAGEM DO SISTEMA DE NUMERAÇÃO	152
6	CONSIDERAÇÕES FINAIS	159
	REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS	167
	APÊNDICE A – PRÉ-TESTE e PÓS-TESTE.....	173

INTRODUÇÃO

No contexto escolar é comum se registrar o fato de que os alunos têm dificuldades na aprendizagem de conceitos matemáticos, gerando altos índices de retenção. Mas como mudar esta situação? Em que medida é possível a integração de softwares educacionais ao ensino-aprendizagem da matemática, como um recurso que possa colaborar para a compreensão dos alunos?

É preciso dar respostas em relação aos benefícios que a utilização de softwares educacionais traz ao ensino-aprendizagem da matemática. Para responder a essas questões, apresentam-se neste trabalho, reflexões e discussões sobre como analisar um software, bem como quais parâmetros devem ser utilizados para essa análise. Discute-se ainda a importância de capacitar os professores, no sentido de possibilitar aos mesmos fundamentos teórico-críticos e critérios metodológicos para a escolha e utilização desses softwares.

Na tentativa de explorar, confirmar e solucionar as indagações apresentadas, este estudo tem por objetivo analisar os pressupostos pedagógicos de um software de ensino de matemática com atividades específicas de 1^a a 4^a séries, disponível para a rede municipal de

ensino (“Estação Saber”), examinando o uso realizado por um professor, a fim de verificar a viabilidade e influência do mesmo para a aprendizagem do sistema de numeração decimal.

A escolha por trabalhar com o conceito de número e sistema de numeração decimal deu-se em função da dificuldade que as crianças apresentam ao lidar com esse conteúdo escolar, bem como ao caráter nuclear desse conteúdo nas séries iniciais. As crianças nascem inseridas em um mundo cercado de números, mas cabe à escola a função de alfabetizar numericamente as crianças. Nesse sentido cabe perguntar o que o professor pode fazer pela criança, para que essa possa agir conscientemente sobre o conteúdo? Como saber se ocorreu uma aprendizagem significativa desse conceito ensinado na escola?

Acredita-se que primeiramente faz-se necessário compreender como as pessoas aprendem ou como se dá o processo de conhecer. Partindo deste conhecimento, pode-se pensar em como organizar situações que, além de significativas, sejam apropriadas para a compreensão dos conteúdos escolares. A partir dessa base teórica, pretende-se discutir como as tecnologias poderiam constituir um recurso didático para auxiliar o professor na tarefa de ensinar, bem como analisar mais especificamente os limites e possibilidades do uso de um software educacional para a aprendizagem do sistema de numeração.

O embasamento teórico (capítulo 1) proposto pauta-se na introdução e evolução do computador e os fundamentos para o seu uso na educação, mostrando como seus recursos podem ser instrumentos poderosos e versáteis, podendo levar a uma mudança nos padrões de ensino, se utilizados de forma adequada. Discute-se ainda a aplicação do computador no ensino da matemática e mais especificamente algumas características dos tipos de softwares educacionais e sua utilização pelos professores.

As teorias cognitivas de aprendizagem de Piaget, Vygotsky e Ausubel (capítulo 2), aparecem como suporte para discutir a questão da aprendizagem do sistema de numeração e da escrita numérica, bem como dos erros e dificuldades envolvidos nesses conceitos.

Para estudar o problema proposto, a metodologia da pesquisa (capítulo 3) se pautou em um estudo de caráter quase experimental, pelo qual se compara o desempenho dos alunos (no pré-teste e pós-teste) em uma prova sobre sistema de numeração com base em dois procedimentos: turma do software, que utilizou o software e turma convencional que usou o método convencional (livro didático, giz, lousa).

Os resultados numéricos (capítulo 4) obtidos na aplicação do pré-teste e do pós-teste apresentam-se discutidos em três partes: os resultados obtidos na turma que utilizou o software; os resultados obtidos na turma convencional e a comparação dos resultados dos desempenhos dos alunos nas duas turmas.

Foi feita também uma análise dos resultados (capítulo 5) e da natureza dos erros encontrados, tendo como base a fundamentação teórica e a necessidade do uso crítico das novas tecnologias, e a importância da formação do professor para que saiba usar corretamente e explorar as potencialidades dessa ferramenta.

Finalmente, como considerações finais (capítulo 6) foram apresentadas algumas reflexões sobre o uso do computador como um meio propulsor do ensino-aprendizagem e críticas em relação à formação do professor. Também foram feitas sugestões para uma formação adequada e propostas para trabalhos futuros.

1 INFORMÁTICA NA EDUCAÇÃO

Muito tem se falado sobre “Informática na Educação” no Brasil e no exterior. Esse termo faz referência ao uso do computador no processo de ensino-aprendizagem, com o objetivo de tratar conteúdos específicos. Não se incluem nessa categoria cursos que tratam conteúdos de ciência da computação. Centra-se a atenção no uso do computador como recurso didático para se trabalhar conteúdos específicos.

A informática na educação que estamos tratando, enfatiza o fato de o professor da disciplina curricular ter conhecimento sobre os potenciais educacionais do computador e ser capaz de alternar adequadamente atividades tradicionais de ensino-aprendizagem e atividades que usam o computador (VALENTE, 1999, p.1).

Portanto, é fundamental que os professores, coordenadores, diretores e assistentes ligados diretamente à função de ensino, conheçam as várias possibilidades existentes no uso da informática na Educação, que distingam os tipos de recursos utilizados no ensino e conheçam as possibilidades de cada modelo, assim como suas condições de uso.

1.1 INFORMÁTICA NA EDUCAÇÃO NO BRASIL

A Informática na Educação, no Brasil, surgiu a partir do interesse de educadores de algumas universidades brasileiras, motivados pelo que já vinha acontecendo em outros países como Estados Unidos e França.

... a introdução da informática na educação na França e nos Estados Unidos da América provocou um grande avanço na disseminação dos computadores nas escolas. Porém, esse avanço não correspondeu às mudanças de ordem pedagógicas que essas máquinas poderiam causar na educação. As escolas nesses países têm mais recursos do que as escolas brasileiras e estão, praticamente, todas informatizadas. Mas, a abordagem educacional ainda é, na sua grande maioria, a tradicional (VALENTE, 1999, p.12).

De acordo com vários autores como Valente e Almeida (1997), Moraes (1997), Valente (1999), Tavares (2004) e Oliveira (2003), no Brasil, o uso do computador teve início a partir da década de 70 com algumas experiências em universidades. A busca de um caminho para se introduzir a informática na educação deu-se em 1971, quando pela primeira vez se discutiu o uso de computadores no ensino de Física (UFSCAR/São Carlos). Em 1973, outras experiências começaram a ser desenvolvidas em algumas universidades, como a Universidade Federal do Rio de Janeiro (UFRJ), usando computadores de grande porte como recurso auxiliar do professor para ensino e avaliação em Química e a Universidade Federal do Rio Grande do Sul (UFRGS) com o desenvolvimento de software educativo. Em 1975, com as visitas de Seymour Papert e Marvin Minsky ao Brasil, foram lançadas as primeiras sementes do uso de computadores com a linguagem LOGO na educação de crianças, pela Universidade Estadual de Campinas (UNICAMP) em cooperação com o Massachusetts Institute of Technology (MIT). Posteriormente, deu-se início a outras pesquisas com o uso dessa linguagem.

Ainda no final da década de 70 e princípios de 80, novas experiências surgiram na UFRGS apoiadas nas teorias de Jean Piaget e nos estudos de Papert, destacando-se o trabalho realizado pelo Laboratório de Estudos Cognitivos do Instituto de Psicologia – LEC/UFRGS, que explorava a potencialidade do computador usando a linguagem Logo (MORAES, 1997, p.21).

A cultura nacional de informática na educação, entretanto, só teve início nos anos 80, quando a Secretaria Especial de Informática (SEI) criou a Comissão Especial de Educação visando criar normas e diretrizes na área de informática educativa (FUNTEVÊ, 1985a conforme OLIVEIRA, 2003).

Foi a partir do I Seminário Nacional de Informática (1981), promovido pela Secretaria Especial de Informática (SEI), pelo Ministério da Educação (MEC) e pelo Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico (CNPq), que se iniciaram as primeiras discussões sobre o uso do computador como ferramenta auxiliar do processo de ensino-aprendizagem.

1.1.1 Projeto Educom

Segundo Valente e Almeida (1997) o programa de informática na educação foi implantado no Brasil a partir do primeiro e segundo Seminário Nacional de Informática em Educação, realizados na Universidade de Brasília (1981) e na Universidade Federal da Bahia (1982). Esses dois seminários deram origem a um programa implantado pelo MEC, de Educação com computadores, o projeto EDUCOM.

Uma das principais recomendações do 1º Seminário foi a utilização do computador como meio e não como fim, ou seja, o computador seria uma ferramenta de auxílio do professor e não um substituto (TAVARES, 2004). Já o 2º Seminário tinha como um dos objetivos, levantar novos subsídios para desenvolver centros-piloto de disseminação do uso de computadores no ensino-aprendizagem, partindo da discussão entre profissionais da educação: psicologia, sociologia e informática (MORAES, 1997).

Após o 1º Seminário (ibid.), foi formado um grupo para atender às recomendações sugeridas no seminário, como a da implantação dos centros-piloto; esse grupo era formado por representantes do Ministério da Educação e Cultura (MEC), Secretaria Especial de

Informática (SEI), Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico (CNPq) e pela Financiadora de Estudos e Projetos (FINEP).

O objetivo principal do projeto EDUCOM era desenvolver pesquisas interdisciplinares sobre a aplicação da informática no processo de ensino-aprendizagem, bem como a formação de recursos humanos. Os centros-pilotos também se dedicaram à produção de softwares educacionais e à pesquisa na área de educação especial (TAVARES, 2004, p. 3).

Vários autores como Valente e Almeida (1997), Moraes (1997), Tavares (2004) e Valente (1999) afirmam que o projeto EDUCOM visava a elaboração de novas políticas na área, a formação de recursos humanos e a implantação dos centros-piloto nas universidades públicas a fim de pesquisar o uso da informática na educação. Dos 26 projetos apresentados como candidatos a centros-piloto do Projeto Educom, foram aprovados 5 projetos, os quais ficaram sediados na Universidade Federal de Minas Gerais (UFMG), Universidade Federal do Rio Grande do Sul (UFRGS), Universidade Federal do Rio de Janeiro (UFRJ), Universidade Federal de Pernambuco (UFPe) e Universidade Estadual de Campinas (UNICAMP).

Vários projetos começaram a se fundir com o EDUCOM, a partir de 1986, como foi o caso do Projeto Formar e dos Centros de Informática na Educação (Cied).

1.1.2 Projeto Formar

“O Projeto Formar, idealizado pelo Caie¹ em 1986, visou à formação de professores e técnicos das redes municipais e estaduais de ensino de todo o Brasil, para o trabalho com Informática Educativa” (VALENTE apud OLIVEIRA, 2003, p. 45).

Este projeto surgiu como uma das recomendações do Programa de Ação Imediata em Informática na Educação de 1º e 2º graus, desenvolvido pela Unicamp em parceria com os outros quatro centros. Para tanto, foram realizados o Formar I em 1987 e o Formar II em 1989. Conforme descreve Oliveira (1997), ambos os cursos consistiram numa carga horária

¹ Caie – Comitê Assessor de Informática para Educação de 1º e 2º graus.

de 360 horas, tendo como sede o EDUCOM de Campinas (Nied²). Os cursos foram ministrados por pesquisadores dos projetos EDUCOM, e deles participaram em torno de 50 professores-alunos, de diversas localidades brasileiras, que ficaram responsáveis pela capacitação de outros professores em seus locais de origem.

Os cursos eram baseados em aulas teóricas, seminários, conferências e atividades práticas. Coube aos professores-alunos que participaram destes cursos, a missão de capacitar outros professores em seus locais de trabalho e a implementação dos Centros de Informática na Educação (Cied) em seus respectivos estados.

Ambos os cursos Formar apresentaram pontos positivos e negativos. Como positivos, pode ser considerado o fato de os cursos terem sido ministrados por especialistas da área, terem proporcionado uma formação aos professores que, no geral, haviam tido contato com o computador, com uma visão tanto computacional, quanto pedagógica, dos diferentes aspectos envolvidos na informática. Já os pontos negativos levantados dizem respeito a alguns fatos: os cursos foram compactados (os professores não tiveram tempo de assimilar os conteúdos e aplicá-los na prática); realizados fora de seus locais de trabalho, tendo os professores-alunos que se ausentarem de casa e de suas atividades durante dois meses, e ao voltarem aos seus locais de trabalho, os professores não encontraram as condições (físicas, estruturais) para a implantação da informática na educação.

De modo geral, o curso, embora de forma intensiva, atingiu os objetivos aos quais estava direcionado, ou seja, levar os professores-alunos ao desenvolvimento de uma consciência crítica das possibilidades desta tecnologia no processo de ensino-aprendizagem (VALENTE; ALMEIDA, 1997, p. 46).

1.1.3 Projeto Cied

No ano de 1988, os Centros de Informática na Educação (Cieds) começaram a ser implantados. Entre os anos 1988 e 1989 foram implantados dezessete Cieds, sendo vinte atualmente, em diferentes estados. Os responsáveis pela implantação dos Cieds foram os

² Nied – Núcleo de Informática Aplicada à Educação.

professores que passaram pela capacitação FORMAR, juntamente com as suas secretarias de origem. Cada Cied era responsável pela formação de recursos humanos naquela região.

Segundo Oliveira (2003), com a implantação dos Cieds, o uso dos computadores na educação chegou até algumas escolas públicas, não ficando somente nos centros-piloto do Projeto Educom.

Mesmo com a existência dos Cieds, ainda não havia uma Política Nacional de Informática definida no Brasil. Foi então realizada em 1987, a “Jornada Trabalhos de Informática na Educação: Subsídios para Políticas”, fato que contribuiu para que o governo brasileiro definisse um modelo de informatização a ser seguido (ibid.).

1.1.4 Projeto Proninfe

Em 1989, foi efetivado o Programa Nacional de Informática Educativa (PRONINFE), que visava à utilização da informática na educação especial, nos ensinos de 1º, 2º e 3º graus, a criação de vários centros para a capacitação contínua dos professores e o incentivo à pesquisa.

O PRONINFE tinha por finalidade: desenvolver a informática educativa no Brasil, através de projetos e atividades, articulados e convergentes, apoiados em fundamentação pedagógica sólida e atualizada, de modo a assegurar a unidade política, técnica e científica imprescindível ao êxito dos esforços e investimentos envolvidos (MORAES, 1997, p. 27).

Com esse programa, foram criados diversos Centros de Informática na Educação distribuídos pelo país, sendo suas atribuições definidas de acordo com o campo de atuação, clientela etc... O Centro de Informática na Educação Superior (CIES) era vinculado a uma universidade; dava suporte aos centros de 1º e 2º graus e técnico; realizava pesquisas científicas; formava recursos humanos e supervisionava experiências educativas. O Centro de Informática na Educação de 1º e 2º graus (CIED) tinha por objetivo acompanhar aos alunos e professores de 1º e 2º graus, alunos de educação especial e a comunidade ao redor. O centro

de Informática na Educação Técnica (CIET) destinava-se à realização de experiências técnico-científicas, formação de recursos humanos e suporte a alunos e professores (ibid.). A idéia era criar novos ambientes com novos tipos de aprendizagem conforme a educação vinha tentando propor. Uma aprendizagem com a utilização de novos instrumentos (computador), em que o aprendiz realizaria os atos do pensar, aprender e compreender.

O PRONINFE reforçava também, a idéia de que tecnologia à disposição da educação poderia colaborar para a compreensão dos processos cognitivos do indivíduo ao desenvolver conhecimentos, e como pode, a partir dessa tecnologia, poderia ser gerados o novo conhecimento científico e crescer em espiral. Promulgava a necessidade de mudanças nos papéis da escola, do aluno e professor, e, conseqüentemente, nos conteúdos, processos e materiais de ensino-aprendizagem, alegando que não se poderia incorporar o novo, sem reformular o antigo (MORAES, 1997, p. 32).

1.1.5 Projeto Proinfo

Em 1997 surge, vinculado à Secretaria de Educação a Distância (SEED) do MEC, o Programa Nacional de Informática na Educação (PROINFO).

..., praticamente uma releitura do projeto PRONINFE, teve maior incentivo financeiro e está sendo, até o momento, o mais abrangente no território nacional entre todos os projetos, através de seus Núcleos de Tecnologia Educacional (NTE). São vários os NTE por Estado, que pesquisam, criam projetos educacionais envolvendo as novas tecnologias da informática e da comunicação e capacitam professores utilizando como suporte os computadores distribuídos em escolas públicas estaduais e municipais e a Internet como recurso comunicacional (TAVARES, 2004, p.1).

O PROINFO tem como objetivos melhorar a qualidade do processo de ensino-aprendizagem nas escolas públicas por meio do acesso a instrumentos tecnológicos (computador); diminuir a lacuna existente entre a cultura escolar e a cultura extra-escolar, por intermédio de uma incorporação adequada das novas tecnologias da informação; investir numa educação voltada para o desenvolvimento tecnológico e científico e educar para uma sociedade tecnologicamente desenvolvida.

Tavares (2004) considera de fundamental importância no programa, a formação de professores. Esta capacitação não é inovadora, mas necessária. Além do mais, o programa tem por objetivo a capacitação de multiplicadores e prevê uma recapacitação futura, devido às

constantes mudanças tecnológicas e conscientização crítica sobre a utilização desses recursos e não somente como apoio ao processo de ensino-aprendizagem.

Apresenta-se no quadro abaixo (Quadro 1), uma comparação entre o que foi planejado para o PROINFO e o que foi realizado no mesmo.

Quadro 1 - Dados comparativos entre o que foi planejado e o realizado

O QUE FOI PLANEJADO & O QUE FOI REALIZADO		
	Meta estabelecida	O que se atingiu
Alunos beneficiados	7.500.000	6.000.000
Escolas Atendidas	6.000	4.629
NTE implantados	200	262
Multiplicadores capacitados	1.000	2.169
Professores capacitados	25.000	137.911
Técnicos capacitados	6.000	10.087
Gestores capacitados *		4.036
Computadores instalados	105.000	53.895

Fonte: (DIED/SEED/MEC, Rel Ativ 1996/2002, dez/2002).

(*) Não prevista inicialmente. Este quadro considera apenas os gestores capacitados em cursos específicos. Houve mais cerca de 5.000 gestores que participaram de eventos de capacitação do Proinfo.

Percebe-se através dos dados acima apresentados, que o número de alunos beneficiados e das escolas atendidas pelo PROINFO não atingiu a meta estabelecida. Os NTEs implantados foram um pouco mais que o número esperado. Mas o grande investimento se deu na capacitação dos profissionais (multiplicadores, professores, técnicos e gestores), que ultrapassou e muito os números pré-estabelecidos para o programa inicialmente. A meta estabelecida na instalação dos computadores não foi concretizada, sendo que, apenas um pouco mais que a metade dos computadores estimados foram instalados.

A análise das ações e políticas de informática na educação realizadas no Brasil nos permite afirmar que temos conhecimento e experiências nessa área, que permitem ao PROINFO realizar as atividades e assumir as metas planejadas.

No Brasil, de acordo com Valente (1999), a política de implantação e desenvolvimento da informática na educação é descentralizada, não sendo somente resultado de decisões governamentais, e sim estabelecida entre o MEC e as instituições que

desenvolvem atividades de informática na educação. “No nosso programa, o papel do computador é o de provocar mudanças pedagógicas profundas, em vez de ‘automatizar o ensino’ ou preparar o aluno para ser capaz de trabalhar com a informática” (VALENTE, 1999, p.17).

A análise das experiências realizadas nos permite entender que a promoção dessas mudanças pedagógicas não depende simplesmente da instalação dos computadores nas escolas. É necessário repensar a questão da dimensão do espaço e do tempo da escola. A sala de aula deve deixar de ser o lugar das carteiras enfileiradas para se tornar um local em que professor e alunos podem realizar um trabalho diversificado em relação ao conhecimento. O papel do professor deixa de ser o de entregador de informação, para ser o de facilitador do processo de aprendizagem. O aluno deixa de ser passivo, de ser o receptáculo das informações, para ser ativo aprendiz, construtor do seu conhecimento. Portanto, a ênfase da educação deixa de ser a memorização da informação transmitida pelo professor e passa a ser a construção do conhecimento realizada pelo aluno de maneira significativa, sendo o professor, o facilitador desse processo de construção (ibid. p.17).

Um fator relevante para o sucesso da informática educativa é a formação dos professores. Percebeu-se, nos programas acima apresentados, três abordagens distintas: a mentorial, que foi utilizada no início do projeto Educom; a abordagem do Formar I e II caracterizada pela massificação da formação; e a formação de professores nas escolas em que atuam, totalmente presencial, baseada na construção contextualizada do conhecimento.

Segundo Valente (1999), a abordagem mentorial consistiu num processo de autoformação, por meio do qual o conhecimento foi construído durante o desenvolvimento do Projeto Educom, baseado na experiência mentorial do artesão que compartilha sua experiência com o aprendiz; a abordagem do Formar I e II foi considerada a massificação da formação, a fim de atender a demanda dos Centros de Informática na Educação (Cieds); e a formação baseada na construção contextualizada do conhecimento³, a fim de não só propiciar conhecimento sobre informática e aspectos pedagógicos, mas sim auxiliar a escola e professores no processo de implantação da informática na escola.

³ “...propiciar as condições para o professor agir, refletir e depurar o seu conhecimento em todas as fases pelas quais ele deverá passar na implantação do computador na sua prática de sala de aula: dominar o computador (software e hardware), saber como interagir com um aluno, com a classe como um todo, desenvolver um projeto integrando o computador nos diferentes conteúdos e trabalhar os aspectos organizacionais da escola para que o projeto possa ser viabilizado” (FREIRE; PRADO, 1996 apud VALENTE, 1999, p. 141).

1.2 A INFORMÁTICA NA ESCOLA E O USO DE SOFTWARES EDUCACIONAIS

Atualmente, é praticamente impossível falar em informática aplicada à educação sem pensar em computadores.

Segundo Breton (1991), há uma longa história por trás do atual estado da informática. Passou-se pelo domínio dos materiais, pelo domínio das linguagens que facilitam o acesso às máquinas, pelo domínio das utilizações do computador, seus limites e potenciais e, atualmente, o tom dominante é o dos desafios suscitados pela sua inserção na vida cotidiana.

No Brasil, as políticas de implantação da informática na escola pública, têm sido norteadas na direção da mudança pedagógica. Embora os resultados dos projetos governamentais sejam modestos, esses projetos têm sido coerentes e sistematicamente têm enfatizado a mudança na escola. Isso vem ocorrendo desde 1982, quando essas políticas começaram a ser delineadas. No entanto, essas políticas não são claramente defendidas por todos os educadores brasileiros e a sua implantação sofre influências de abordagens utilizadas em outros países como Estados Unidos da América e França. Nesses países, a utilização da informática na escola não tem a preocupação explícita e sistêmica da mudança. O sistema educacional possui um nível muito melhor do que o nosso e a informática está sendo inserida como um objetivo com o qual o aluno deve se familiarizar. Portanto, os objetivos da inserção da informática nesses países são muito mais modestos e fáceis de serem conseguidos: envolvem menos formação dos professores, menor alteração da dinâmica pedagógica em sala de aula e pouca alteração do currículo e da gestão escolar (VALENTE,1999,p.2).

O uso do computador na escola tem sido feito cada vez mais freqüentemente, embora nem sempre da maneira mais adequada.

De acordo com Ramos (1999), a introdução do computador nas escolas resultou de um fenômeno de “justaposição” (que está junto, mas não integrada), que despertou o receio dos professores de serem substituídos pelas máquinas. Por meio das motivações mais variadas, o que se observou foi um acréscimo ao currículo e à escola, de mais uma sala (sala de informática), de algumas horas no horário dos professores ou de uma atividade no horário dos alunos.

Para Gomes (2002), a utilização dos novos recursos informáticos não deve ser encarada como mais uma novidade, e sim como uma possibilidade de professores e alunos se tornarem mais críticos e construtores de seu próprio conhecimento. Ao contrário disso, como aponta Novaes:

A introdução das novas tecnologias de informação no processo de ensino-aprendizagem significa a criação de novos meios de se transmitir conhecimentos e o aparecimento de novas relações no contexto de sala de aula, que irão afetar as práticas escolares tradicionais e provocar mudanças educativas (1992, p.70).

Nesse sentido, o uso do computador e dos recursos das Tecnologias de Informação e Comunicação (TIC) (ibid.) a ele associado, pode acontecer de duas maneiras:

- para facilitar as rotinas de ensinar e aprender, sendo utilizado como máquina de ensinar e repetindo os mesmos esquemas do ensino tradicional;
- como organizador de ambientes de aprendizagem, apoiando os alunos na resolução de problemas, possibilitando que o professor identifique e respeite o pensamento do aluno, conduzindo o mesmo a refletir sobre o seu pensar (pensamento reflexivo), tornando-se um ensino inovador.

Valente (1993, 1999), Gomes (2002) e outros pesquisadores a respeito da introdução dos computadores nas escolas, defendem que a aprendizagem pode ocorrer basicamente de duas maneiras: o instrucionismo (quando a aprendizagem é reforçada, quando ocorre a transmissão de conhecimento e a informação é memorizada); e o construcionismo (a informação é processada pelos esquemas mentais, é o processo reflexivo que transforma a informação em novos conhecimentos, o aprendiz constrói o seu conhecimento).

Valente (1999) apresenta diferentes abordagens para sistemas computacionais em Educação, classificando-os com base nos paradigmas educacionais subjacentes e em quem mantém o controle da interação (sistema, estudante, misto). O autor nomeia três classes de sistemas: “ensino assistido por computador”, no caso em que os sistemas exemplificam o paradigma instrucionista e detêm o controle da interação; “ambientes interativos de

aprendizagem”, quando os sistemas exemplificam o paradigma construcionista, cujo controle da interação é do aluno ou ele é compartilhado entre o aluno e o sistema; e “aprendizado socialmente distribuído”, relativo à Internet e à globalização da informação.

No modelo instrucionista o computador é inserido na escola como mais um equipamento de mídia disponível como a TV e o retroprojetor. Não há reflexão de como o computador pode contribuir na aquisição do conhecimento e na criação de novos ambientes de aprendizagem. O ensino é similar ao tradicional, por meio da transmissão de informações, sendo que o que muda é o transmissor (o computador). Os softwares utilizados nesse modelo são os do tipo Instrução Assistida por Computador (CAI), que são os tutoriais, os de exercício-e-prática e os jogos. Em muitos casos, a introdução dos computadores é vista apenas como uma nova disciplina (informática) a ser inserida no currículo. A escola não precisa mudar seu plano pedagógico para interagir com essas novas tecnologias e nem investir na formação dos professores. Este modelo tem uma abordagem baseada na concepção tecnicista do ensino, ou seja, a introdução das TICs é para agilizar o ensino e melhorar sua qualidade, por ser uma inovação.

O modelo construcionista se baseia na idéia de que o conhecimento advém de um processo de construção que se faz a partir de problemas e desafios, aos quais faz frente por meio dos esquemas de ação. As idéias construcionistas de Papert foram influenciadas pelas idéias construtivistas de Piaget, procurando explicar o que é conhecimento e como ele é desenvolvido pelas pessoas. A diferença é que o construcionismo estendeu a idéia do construtivismo de Piaget, quando Papert adicionou a importância da interação social para a construção da estrutura cognitiva de Piaget. Seu modelo é visto geralmente como um modelo cognitivo que tenta descrever como as pessoas, em especial as crianças, aprendem melhor. Papert propôs que educar consiste em criar situações para que os aprendizes se engajem em atividades que alimentem este processo construtivo.

Baseado nas idéias construcionistas de Papert (1994), a construção do conhecimento, proposta por Valente (1993, 1999) a partir do uso do computador, se expressa na forma de um ciclo, envolvendo descrição-execução-reflexão-depuração-descrição. Neste modelo, novos sistemas computacionais passaram a ser desenvolvidos, nos quais, é o aluno quem tem a iniciativa e o controle da situação. Os sistemas de aprendizagem construcionistas são denominados Ambientes Interativos de Aprendizagem (AIA), e são eles os sistemas de modelagem e simulação; os ambientes de programação; o Micromundos⁴ (logo), e os sistemas de autoria.

Quando o computador é inserido na sala de aula, seguindo a abordagem construcionista, o professor assume o papel de mediador, facilitador entre os alunos e o software, instruindo-os em relação ao uso do recurso disponível, mas deixando o controle da situação nas mãos dos alunos.

O computador não deve aparecer como algo mágico que dá acesso instantâneo a um novo mundo. O aluno deve usá-lo como um instrumento, graças ao qual uma atividade já em uso pode assumir novas formas (TORNATORE, 1987 apud NIQUINI, 1996, p. 80).

O computador como fim e o computador como meio são as duas diferenciações que Marti (1992) faz das funções da informática no interior do currículo escolar. Computador-ferramenta, computador-tutor e computador-aluno é uma outra maneira de diferenciar os possíveis usos do computador no contexto escolar (VAUTRIN; SANT, 1993). Valente (1993) diferencia o computador como máquina de ensinar, o computador como ferramenta e o computador como recurso para a aprendizagem.

As distintas abordagens do uso do computador na escola, bem como os diversos papéis que os professores desempenham, não são excludentes, mas sim complementares.

⁴ Micromundos é umas das versões do LOGO que possui uma série de facilidades e ferramentas como: controle de objetos, programação paralela (diversas atividades ocorrendo ao mesmo tempo), ferramentas para desenho e criação de figuras multicoloridas, botões, tartarugas com propriedades definidas pelo aluno, cores programáveis, um estimulante piano para criarmos músicas, múltiplas caixas de texto e as primitivas da linguagem LOGO.

Certa forma de interação pode ser adequada em determinado momento da escolarização e em outra não. Certo conteúdo se adequa melhor a uma ou outra estratégia de uso de informática educacional. O fundamental aqui é perceber que, conforme sua utilização, os computadores fazem com que professores e alunos desempenhem diferentes papéis no processo educacional, dêem origem a diferentes ganhos com uma ou outra estratégia adotada. E, principalmente, diferentes tipos de softwares educativos são necessários para atender às demandas pedagógicas produzidas pelo modo de utilização.

Olhando o computador como uma ferramenta educacional, é possível destacar pontos positivos de sua utilização: permitir que o aluno construa, elabore e defina, em conjunto com o professor, os projetos, estratégias e ou procedimentos a serem tomados, de maneira ativa e interativa, contribuindo na capacitação do indivíduo. Segundo Magina (1998), esta característica pode ser entendida como viável, devido a algumas propriedades que podem estar embutidas na ferramenta utilizada (construcionista), tais como: a possibilidade de feedback imediato, simulação de situações e fenômenos, a facilidade de construção e reconstrução de gráficos, a capacidade de movimentação de figuras na tela do computador, ou até mesmo o uso de códigos (programação) fazendo com que o aluno comande a ferramenta por meio de ordens claras, diretas e lógicas.

A escolha do software deve ser baseada nos conceitos, preconceitos, informações, conteúdos, concepções de aprendizagem, pressupostos pedagógicos que estão implícitos no mesmo, comparando e analisando se esses aspectos correspondem ao objetivo que o professor quer atingir, às necessidades dos alunos e a didática de ensino.

Uma das grandes vantagens do computador, é que ele dá um retorno visual e auditivo (perceptivo) daquilo que o aluno compôs virtualmente, o que serve para reformular seus projetos e idéias. Com isso, aprende também a fazer pesquisa. Uma outra vantagem, é que o computador “força” uma mudança na dinâmica da aula, pois privilegia a discussão entre

os pares. Na opinião de Oliveira (2003), existem ocasiões para o emprego da aprendizagem individualizada ou em grupos. No entanto, o computador pode e deve ser utilizado em grupo e, também de forma combinada, como por exemplo, com artes plásticas e cênicas. A idéia, segundo ele, é que o computador faça parte do dia-a-dia das crianças.

1.2.1 Softwares Educacionais

Segundo Meirelles (1988), “software” é a palavra universalmente adotada para designar as linguagens que o computador é capaz de entender, os processos a serem seguidos para que ele processe informação e os programas que é capaz de processar.

Nem todos os programas que são executados numa plataforma computadorizada podem ser classificados na categoria Produtos Educacionais Informatizados (PEI). É importante, então, fazer uma distinção entre os tipos de programas que os aprendizes podem encontrar disponíveis na internet e ao usarem o computador. Denomina-se software educativo àqueles programas que possuem concepções pedagógicas e educativas, ou seja, as aplicações que procuram apoiar direta ou indiretamente o processo de ensino-aprendizagem.

... a análise dos softwares educacionais, em termos da construção do conhecimento e do papel que o professor deve desempenhar para que esse processo ocorra, permite classificá-los em posições intermediárias entre os tutoriais e a programação. No entanto, cada um dos diferentes softwares usados na educação, como os softwares multimídia (mesmo a Internet), os softwares para construção de multimídia, as simulações e modelagens e os jogos, apresentam características que podem favorecer, de maneira mais ou menos explícita, o processo de construção do conhecimento. É isso que deve ser analisado, quando escolhemos um software para ser usado em situações educacionais (VALENTE, 1999, p. 90).

Pode-se dizer que há uma diferença entre “Software Educacional” e “Software utilizado na educação”, sendo que o primeiro é desenvolvido com fins pedagógicos, visando à aprendizagem de um conteúdo específico. Já os softwares utilizados na educação, foram desenvolvidos com objetivos variados, tal como editor de textos, planilhas eletrônicas e até

mesmo a Internet, não podendo ser enquadrado na categoria de software educacional, apesar de colaborarem com o processo de ensino-aprendizagem.

Segue abaixo uma descrição das principais características dos tipos de softwares encontrados na educação:

a) Tutoriais

Segundo Valente (1999, p.91), “um tutorial é um software no qual a informação é organizada de acordo com uma seqüência pedagógica particular e apresentada ao estudante, seguindo essa seqüência ou então o aprendiz pode escolher a informação que desejar”. Para Bittar (2000, p. 84), pode-se “fazer um paralelo com um livro didático e dizer que se trata de um livro virtual onde o aluno pode escolher a seqüência de atividades e onde ele terá respostas às questões que lhe forem postas”.

Os programas tutoriais podem introduzir conceitos novos, pretender a aquisição de conceitos, princípios e ou generalizações através da transmissão de determinado conteúdo ou da proposição de atividades que verifiquem a aquisição deste conteúdo. Servem como apoio ou reforço para aulas, para preparação ou revisão de atividades, entre outros aspectos.

Os tutoriais se encaixam na classe do “ensino assistido por computador”, constituindo os sistemas de Instruções Assistidas por Computadores (CAI), inspirados no método da instrução programada. A informação que está disponível ao aprendiz é definida e organizada previamente.

A instrução programada consiste em dividir o material a ser ensinado em pequenas partes logicamente encadeadas, denominadas módulos. Cada conceito é apresentado em módulos seqüenciais. Cada módulo, por sua vez, termina com uma questão que o aluno deve responder preenchendo os espaços em branco ou escolhendo a resposta entre diversas alternativas apresentadas. O aluno deve ler a questão apresentada e responder imediatamente

ao ser questionado. Se a resposta estiver certa, o aluno passa para o próximo módulo. Caso contrário, o aluno tem que rever módulos anteriores ou realizar outros módulos, cujo objetivo é aprimorar o processo de ensino (VALENTE, 1999).

Observa-se que o aprendiz resolve situações, mas não se tem qualquer idéia sobre processamento da informação, ou seja, se o aprendiz está entendendo o que está resolvendo. Ele pode até estar processando a informação fornecida, mas não se tem meios para certificar se isso está acontecendo. Cabe ao professor interagir com o aluno e criar condições para levá-lo ao nível da compreensão, o ideal é que ele consiga transformar as informações recebidas em conhecimento, pois desta forma, ela tenta identificar, localizar seu erro e relacioná-lo com o que ocorreu antes e depois (ibid.).

A figura abaixo ilustra a situação de uso de um tutorial.

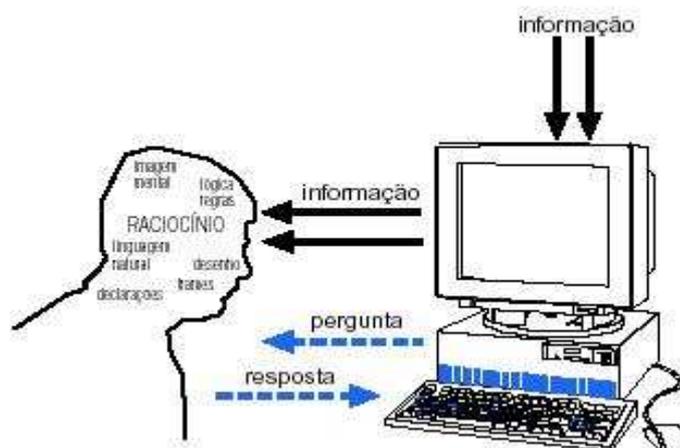


Figura 1 - Interação aprendiz-computador mediado por um software tipo tutorial (VALENTE, 1999, p.91).

b) *Tutores Inteligentes (ITS)*

O objetivo dos Intelligent Tutoring Systems (ITS) ou Tutores Inteligentes (TI) é trazer maior flexibilidade e interatividade no domínio da tutoria, sobretudo em Matemática. Pode-se definir estes sistemas como uma tentativa de integrar técnicas de Inteligência Artificial e uma teoria da psicologia de aquisição de conhecimento dentro de um plano de ensino.

Os objetivos dos Tutores Inteligentes devem ser muito precisos. O sistema deve desenvolver capacidades de raciocínio e resolução de problemas no domínio de aplicação. O tutor Inteligente deve possuir um conhecimento do perfil do aprendiz a fim de ser sensível ao seu comportamento.

De acordo com Valente (1999, p. 53) para se entender o funcionamento de um Tutor Inteligente, pode-se descrevê-lo de acordo com sua estrutura, composta dos seguintes módulos:

- Módulo do Domínio (MD) - descreve o conhecimento de um especialista na área de domínio do sistema.
- Módulo do Modelo do Estudante (MME) - é a representação do conhecimento do aprendiz e dos seus erros. Essas informações são usadas em conjunto com outros módulos para definir o tipo de tarefa necessária para determinado aprendiz.
- Módulo Tutorial (MT) - responsável pela interação com o aluno. Por meio da comparação entre as informações assimiladas pelo aprendiz (MME) e o Módulo de Domínio (MD), são executados os processos de diagnóstico acerca da performance do aluno em questão.
- Módulo de Interface (MI) – realiza o intercâmbio de informações entre o sistema, o instrutor e o aprendiz. A interface deve traduzir toda a representação interna do sistema de maneira amigável e de fácil compreensão para o usuário.

A maior parte dos tutoriais é desprovida de técnicas pedagógicas. Eles não requerem qualquer ação por parte do aluno, que apenas se limita a ler textos e responder a perguntas de múltipla escolha. Permanece o ensino tradicional, apenas por meio do computador.

c) Programação

O computador pode ser visto como ferramenta computacional para resolver problemas, quando programado pelo aprendiz. Segundo Bittar (2000), o software de programação está ligado a uma linguagem de programação e pode ser considerado educativo, a partir do momento que o aluno precisa resolver algum problema por meio da programação.

O programa produzido utiliza conceitos, estratégias e um estilo de resolução de problemas. Nesse sentido, a realização de um programa exige que o aprendiz processe informação, transforme-a em conhecimento que de certa maneira, é explicitado no programa (VALENTE, 1999, p.92)

Uma das linguagens de programação mais utilizadas com objetivos educacionais é a linguagem de programação Logo, criada em 1968, no Massachusetts Institute of Technology (MIT), por Seymour Papert. Segundo Valente (1993), a linguagem Logo tem duas raízes: uma computacional e a outra pedagógica.

Do ponto de vista computacional, o Logo possui características de programação de fácil utilização para profissionais da educação e aprendizes, como a exploração de atividades espaciais, fácil terminologia e capacidade de criar novos procedimentos. O Logo é conhecida como a linguagem da tartaruga, isto é, consiste na resolução de problemas, em que o aprendiz fornece comandos para movimentar a tartaruga de um ponto a outro na tela do computador, comandos esses que envolvem conceitos espaciais, geométricos e numéricos.

Do ponto de vista pedagógico, o Logo está fundamentado no construtivismo piagetiano. O controle da aprendizagem está nas mãos do aprendiz e não nas do professor; o aprendiz aprende fazendo (ensinando a tartaruga); o aprendiz pode identificar erros, pois ao descrever-executar-refletir e depurar os comandos da linguagem, que são uma descrição formal do raciocínio do aprendiz, ele pode comparar suas idéias iniciais para a resolução do problema com os resultados e analisar se há algo de errado. No Logo, o erro não é uma punição, mas sim uma forma de entender melhor os conceitos e ações.

A linguagem Logo é muito utilizada em atividades de Geometria, Matemática, Física etc... e também na educação especial, com crianças de diversas deficiências. O uso do Logo pode provocar “uma mudança que coloca a ênfase na aprendizagem ao invés de colocar no ensino; na construção do conhecimento e não na instrução...” (ibid, p.20).

A atividade de programar assume o caráter de extensão do pensamento do aprendiz, podendo ser avaliada através da seqüência de comandos e das construções que ele elabora, constituindo um meio de aprendizado de conceitos e idéias sobre a resolução de problemas.

O valor educacional da programação, de modo geral, consiste no fato de que um programa representa uma seqüência escrita de um processo de pensamento, que pode ser discutido, examinado e depurado.

De acordo com Valente (1999), a utilização da linguagem LOGO permite ao aluno através do ciclo descrição–execução–reflexão–depurção–descrição, a identificação de diversas ações tais como:

- Descrição da resolução do problema em termos de linguagem de programação – descrições das idéias de como o usuário pretende resolver um problema; são as ordens (comandos) dados do aprendiz ao computador.
- Execução dessa descrição pelo computador – execução do raciocínio do aprendiz; execução dos comandos fornecidos. As respostas são fiéis aos comandos fornecidos, sem sofrer qualquer tipo de alteração pelo computador.
- Reflexão sobre o que foi produzido pelo computador – o aprendiz confronta suas idéias iniciais para a solução do problema com os resultados obtidos, ocorrendo a tomada de consciência sobre o que ele sabe ou não.
- Depuração dos conhecimentos por intermédio da busca de novas informações ou do pensar - a depuração implica em uma nova descrição. Busca de uma

nova informação que é assimilada pela estrutura mental e ajuda na alteração da descrição anteriormente descrita.

A possibilidade de usar o Logo como ambiente computacional de aprendizagem, permite oportunidades de interação entre o aluno e o computador. No entanto, Morelatti (2001) afirma que não é garantido que o aluno sozinho realizará o ciclo descrição-execução-reflexão-depuração-descrição. É nessa hora que o professor assume o papel de mediador e por meio de questionamentos e provocações cognitivas, induz o aluno a refletir e internalizar as idéias, transformando-as em conhecimento.

Sob a ótica do ciclo descrição – execução – reflexão – depuração – descrição, o programa do aprendiz pode ser visto como uma explicitação do seu raciocínio, em termos de uma linguagem precisa e formal. A execução deste programa pode ser interpretada como a execução do raciocínio do aprendiz (janela para a mente). Ela nos fornece dois ingredientes importantes para o processo de construção do conhecimento. Primeiro, a resposta fornecida pelo computador é fiel... Segundo, a resposta fornecida pelo computador é imediata... Esta comparação constitui o primeiro passo no processo reflexivo e na tomada de consciência sobre o que deve ser depurado. (VALENTE, 1999, p.94)

A figura abaixo representa a interação do aprendiz com o computador e os diversos elementos que estão presentes na atividade de programação.

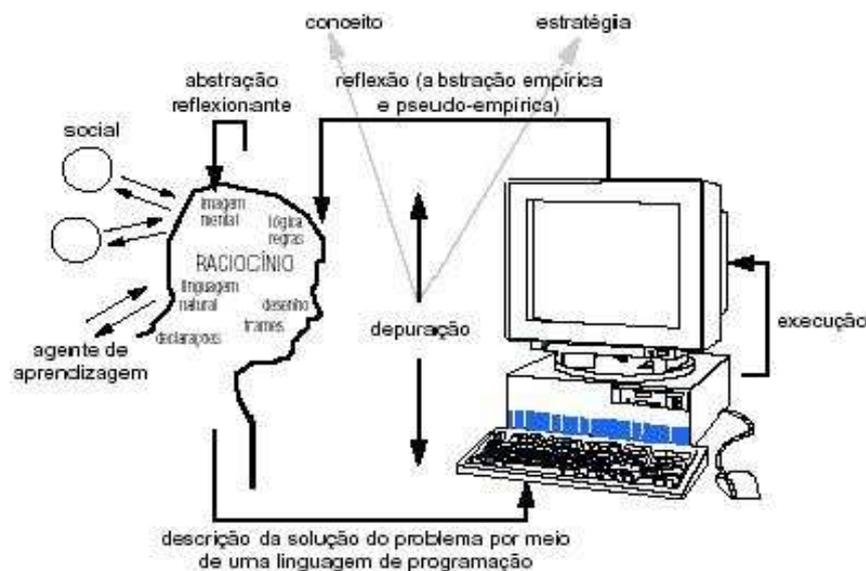


Figura 2 - Interação aprendiz-aluno na situação de programação (VALENTE, 1999, p. 96).

... Mesmo errando e não atingindo um resultado de sucesso, o aprendiz está obtendo informações que são úteis na construção de conhecimento. Na verdade, terminado

um ciclo o pensamento nunca é exatamente igual ao que se encontrava no início da realização desse ciclo. Assim, a idéia que mais se adequa para explicar o processo mental dessa aprendizagem é uma espiral (VALENTE, 2002, p. 27).

A interação aprendiz-computador é mais bem explicada pelo modelo de aprendizagem em espiral, por meio do qual o conhecimento cresce continuamente. Desta forma (ibid.), para resolver um problema, o aprendiz desenvolve um programa que pode ser chamado de P1. Neste programa P1, aparece a descrição 1 que são as idéias iniciais para a resolução do problema; o computador interpreta as ordens da descrição 1, ocorrendo a execução 1, que gera resultados R1 do que foi realmente pedido para o computador. O resultado R1 é analisado pelo aprendiz, ocorrendo a reflexão 1. A tomada de consciência do aprendiz sobre o que ele sabe ou não, produz a depuração1, que significa produzir uma nova versão do programa P2, ou seja, uma descrição 2, com novas informações para a alteração da descrição anterior.

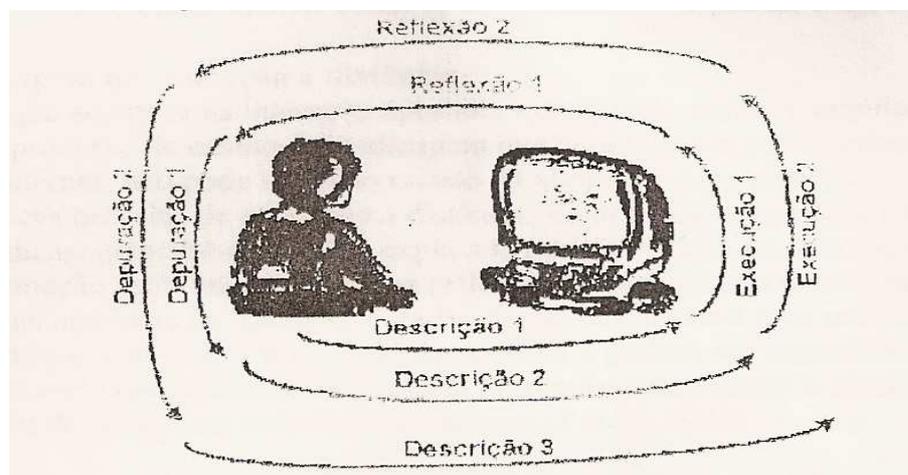


Figura 3 - Modelo de aprendizagem em espiral (VALENTE, 2002, p.29)

d) Exercício-e-prática

O software de exercício-e-prática é uma classificação do tutorial e apresenta-se na forma tradicional em que os computadores têm sido utilizados na educação. É o tipo de software mais fácil de ser desenvolvido e utilizado. “A ação do aprendiz se restringe a virar

páginas de um livro eletrônico ou realizar exercícios, cujo resultado pode ser avaliado pelo próprio computador” (VALENTE, 1999, p. 92).

Visa à aquisição de uma habilidade ou a aplicação de um conteúdo já conhecido pelo aluno, mas não inteiramente dominado. Pode suplementar o ensino em sala de aula, aumentar e/ou automatizar habilidades básicas. Em geral, utiliza feedback positivo e não julga as respostas erradas. Os alunos trabalham com uma seleção randômica de problemas, repetindo o exercício quantas vezes forem necessárias para atingirem os objetivos determinados no programa. As respostas erradas são rapidamente detectadas, o que reduz a possibilidade de reforço em procedimentos errôneos.

... essas atividades podem facilmente ser reduzidas ao fazer, ao memorizar informação, sem exigir que o aprendiz compreenda o que está fazendo. Cabe ao professor interagir com o aluno e criar condições para levá-lo ao nível da compreensão, como, por exemplo, propor problemas para serem resolvidos e verificar se a resolução está correta. O professor, nesse caso, deve criar situações para o aluno manipular as informações recebidas, de modo que elas possam ser transformadas em conhecimento e esse conhecimento ser aplicado corretamente na resolução de problemas significativos para o aluno (ibid., p.92).

O processo de interação do aprendiz com o computador nos softwares de exercício e prática é similar aos tutoriais, por meio do qual o computador assume o papel de uma máquina de ensinar e o aprendiz recebe informações.

Este tipo de software detecta mecanicamente os acertos e erros dos aprendizes, mas é muito difícil para eles detectarem o porque o aluno acertou ou errou; cabe ao professor fazer a análise dos conhecimentos que o aprendiz realmente está ou não assimilando.

e) Aplicativos

São programas voltados para aplicações específicas, como processadores de texto, planilhas eletrônicas e gerenciadores de banco de dados. Embora não tenham sido desenvolvidos para uso educacional, permitem interessantes usos em diferentes ramos do conhecimento.

Valente (1999) defende que nos processadores de textos, as ações do aprendiz podem ser analisadas em termos do ciclo descrição–execução–reflexão–depuração–descrição. Quando o aprendiz está digitando um texto nesse aplicativo, a interação com o computador é mediada pelo idioma materno e pelos comandos de formatação. Apesar de simples quanto ao uso e de facilitar a expressão do pensamento, esse processador não pode avaliar o conteúdo do mesmo e apresentar um feedback do conteúdo e do seu significado para o aprendiz. A única possibilidade, em se tratando de reflexão, é comparar as idéias originais do formato com o resultado apresentado, não facilitando a reflexão e depuração sobre o conteúdo. Nesse sentido, o processador de texto não dispõe de características que auxiliam o processo de construção do conhecimento e a compreensão das idéias. O professor ao ler o que foi escrito é que pode fornecer um feedback ao aprendiz sobre o seu rendimento. A reflexão e depuração nessa atividade somente são possíveis em termos do formato do texto. A figura abaixo representa essas ações:

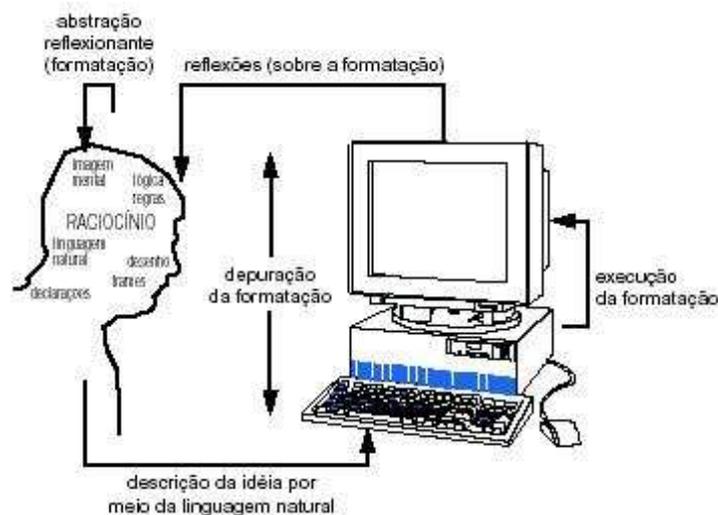


Figura 4 - Interação aprendiz-computador usando um processador de texto (VALENTE, 1999, p. 98).

Segundo Bittar (2000, p.85), “com este tipo de software se o uso do computador não for seguido de algum trabalho de análise elaborado pelo professor, este instrumento pode representar simplesmente um meio rápido e prático de escrever um texto”.

f) Multimídia e Internet

Em relação à multimídia, Valente (1999, p.99) chama a atenção para a “diferenciação entre o uso de uma multimídia já pronta e o uso de sistemas de autoria para o aprendiz desenvolver sua multimídia”.

Na primeira situação, o uso de multimídia já pronta é semelhante ao tutorial, mas apresenta recursos como: combinações de textos, imagens, sons. O aprendiz pode escolher as opções oferecidas pelo software de uma forma não linear, isto é, ele pode caminhar de uma forma seqüencial ou por meio das ligações lógicas (hipertexto) entre um conceito e outro, figuras etc. Após a escolha, o computador apresenta a informação disponível e o aprendiz pode refletir sobre a mesma, o que não garante que ele esteja compreendendo de modo significativo as informações selecionadas. Essas ações podem ser representadas na figura abaixo:



Figura 5 - Interação aprendiz-computador usando uma multimídia ou navegando na Internet (VALENTE, 1999, p. 99).

Assim, tanto o uso de sistemas multimídia já prontos quanto os da Internet são atividades que auxiliam o aprendiz a adquirir informação, mas não a compreender ou construir conhecimento com a informação obtida..., cabe ao professor suprir essas situações para que a construção do conhecimento ocorra (VALENTE, 1999, p.100).

Na segunda situação, o aprendiz seleciona as informações em diferentes fontes e programas construindo assim um sistema de multimídia. Dessa forma, é possibilitado ao aprendiz refletir sobre os resultados obtidos, compará-los com suas idéias iniciais e depurar

em termos de qualidade, profundidade, e significado da informação apresentada. Assim, pode-se garantir a realização do ciclo descrição–execução–reflexão–depuração–descrição, para representar a informação de forma coerente e significativa (ibid.).

O tipo de execução do sistema de autoria se assemelha ao processador de texto, pois executa uma sucessão de informações, e não a própria informação; ele também não registra o processo que o aprendiz usa para montar o software multimídia. Pode-se constatar essa execução por meio da figura a seguir:

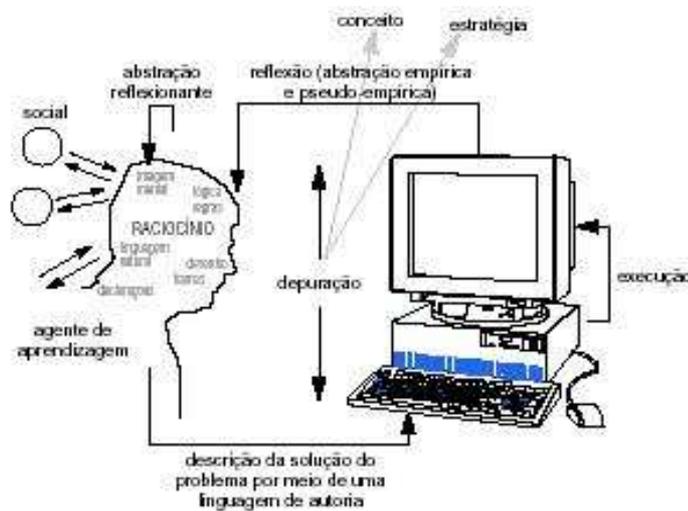


Figura 6 - Interação aprendiz-computador usando um sistema de autoria (VALENTE, 1999, p. 101).

g) Simulação e Modelagem

Os softwares de simulação e modelagem em conjunto com uma intervenção docente adequada, podem ser considerados como o ponto forte do computador na escola, pois possibilitam a vivência de situações difíceis ou até perigosas de serem reproduzidas em aula, permitindo desde a realização de experiências de química ou de física, dissecação de cadáveres, até criação de plantas e viagens na história.

Um determinado fenômeno pode ser simulado no computador, bastando para isso que um modelo desse fenômeno seja implementado na máquina. Ao usuário da simulação, cabe a alteração de certos parâmetros e a observação do comportamento do fenômeno, de acordo com os valores atribuídos (VALENTE, 1999, p. 102).

A simulação pode ser fechada ou aberta. Fechada quando o fenômeno é previamente implementado no computador, não exigindo que o aprendiz desenvolva suas hipóteses, teste-as, analise os resultados e refine seus conceitos. Nessa perspectiva a simulação se aproxima muito do tutorial.

Segundo Valente (1999), a simulação é aberta quando fornece algumas situações previamente definidas e outras que o aprendiz pode complementar, o que o encoraja a elaborar hipóteses que deverão ser validadas por intermédio do processo de simulação no computador. Neste caso, “o computador permite a elaboração do nível de compreensão por meio do ciclo descrição–execução–reflexão–depuração–descrição”, a partir da definição e descrição do fenômeno em estudo.

Na modelagem, o modelo do fenômeno é criado pelo aprendiz, que utiliza recursos de um sistema computacional para implementar esse modelo no computador, utilizando-o como se fosse uma simulação. Esse tipo de software exige um certo grau de envolvimento na definição e representação computacional do fenômeno e, portanto, cria uma situação bastante semelhante à atividade de programação e possibilita a realização do ciclo descrição–execução–reflexão–depuração–descrição.

Para Valente (ibid.), a diferença entre simulação fechada, aberta, modelagem e programação está no nível de descrição que o sistema permite. Na programação, o aprendiz só depende da linguagem de programação para descrever um problema. Na modelagem, a descrição é limitada pelo sistema fornecido e pode se restringir a uma série de fenômenos de um mesmo tipo. Na simulação aberta, o aprendiz pode definir as variáveis que envolvem o fenômeno. Na simulação fechada, as variáveis já estão definidas, o aprendiz pode definir seus valores.

Um software de simulação descreve um fenômeno, ... um software de modelagem permite que o aluno desenvolva o modelo, além de depois poder simular várias situações...a diferença entre os dois tipos de softwares, consiste no fato de que no primeiro caso o modelo está pronto e o aluno só pratica a simulação, enquanto que

no segundo caso o modelo deve ser construído pelo aluno (usuário) (BITTAR, 2000,p.88).

Portanto, para que a aprendizagem se processe, é necessário que se propicie um ambiente no qual o aprendiz se envolva com o fenômeno e o experiencie, levantando suas hipóteses, buscando outras fontes de informações e usando o computador como meio de validar sua compreensão do fenômeno, e também como propulsor da internalização dos conceitos descobertos por meio da experiência. A intervenção do “agente de aprendizagem” será no sentido de não deixar que o aprendiz acredite que o mundo real pode ser simplificado e controlado da mesma maneira que os programas de simulação, e de possibilitar a transição entre a simulação e o fenômeno no mundo real porque a mesma não é automática.

h) Jogos

Geralmente, são desenvolvidos com a finalidade de desafiar e motivar o aprendiz, envolvendo-o em uma competição com a máquina e os colegas. Os jogos podem também ser analisados do ponto de vista do ciclo descrição-execução-reflexão-depuração-descrição, dependendo da ação do aprendiz em descrever suas idéias para o computador, isto é, ele pode descrever suas idéias e estratégias corretamente ou com erros durante o jogo, mas de nada adianta no processo de aprendizagem, se ele não tiver consciência disso que está fazendo, pois dessa maneira, fica muito difícil a transformação dos esquemas de ações envolvidos na resolução do problema.

A pedagogia por trás desta modalidade é a exploração autodirigida ao invés da instrução explícita e direta. É por meio de uma vivência lúdica e da reflexão sobre a mesma, que, do ponto de vista da criança, constituem a maneira mais divertida de aprender.

Valente alerta que os jogos têm a função de envolver o aprendiz em uma competição que pode dificultar o processo da aprendizagem uma vez que, enquanto estiver jogando, o interesse do aprendiz está voltado para ganhar o jogo e não para a reflexão sobre

os processos e estratégias envolvidos no mesmo. Sem essa consciência é difícil uma transformação dos esquemas de ação em operações.

Para que essa compreensão ocorra é necessário que o professor documente as situações apresentadas pelo aprendiz durante o jogo e, fora da situação, discutí-las com o aprendiz, recriando-as, apresentando conflitos e desafios, com o objetivo de propiciar condições para o mesmo compreender o que está fazendo (1999, p.105)

“Neste tipo de software existe uma interatividade entre o aluno e a máquina que se baseia principalmente na teoria ‘estímulo-resposta’: se o aluno acerta a resposta ele ganha um prêmio simbólico, caso contrário ele é punido” (BITTAR, 2000, p. 89).

1.3 O USO DOS SOFTWARES PARA O ENSINO DE MATEMÁTICA

Diante do aumento do conhecimento científico e dos avanços tecnológicos das mídias e multimídias (vídeos, tv a cabo, software, internet e outros), a necessidade de atualização permanente é ainda maior. A partir desse quadro, o grande desafio do professor é: o que fazer para não se tornar “o homem das cavernas”.

A sociedade já percebeu a importância e a necessidade de se ter conhecimentos na área de informática, pois de modo geral, as relações estabelecidas no cotidiano fazem uso de novas tecnologias, em particular, do computador. Nesse sentido, o computador também está chegando cada vez mais as escolas.

No entanto, não basta dotar as escolas com uma infra-estrutura básica de informática, o mais difícil e importante é a capacitação dos professores.

... consideramos fundamental investir para a melhoria das condições de trabalho do professor, e não basta o oferecimento de cursos esporádicos, é necessário garantir que o processo seja contínuo. Sabemos que já existem algumas iniciativas nesse sentido, como o PROINFO/MEC em nível nacional e a criação de núcleos de informática voltados para capacitação de professores em âmbitos regionais. É fundamental a ampliação desses espaços. É preciso cuidar do professor, que lhe sejam garantidas as condições de se atualizar e de aprender. Para isso é fundamental que sejam criadas equipes, e ambientes, que funcionem tanto com presença física quanto virtual e que sejam compatíveis com a carga horária de trabalho em sala de aula. Enfim, que haja, uma expansão dos centros permanentes de formação do professor equipados de computadores conectados à internet, biblioteca, laboratórios, vídeos, softwares e principalmente de equipes de formadores, que trabalhem, com o

aprimoramento contínuo dos docentes, tanto na área de informática como em outras áreas. Como vemos as máquinas são necessárias, mas não são suficientes, aliás, parece ser a parte mais fácil de resolver, quando comparada com as angústias e inseguranças dos professores frente aos desafios do uso dessas novas tecnologias na educação, do trabalho com conteúdos e da utilização de práticas pedagógicas adequadas à realidade escolar atual (FREITAS, 2000, p. 112).

De acordo com Valente (1999, p.24), “não se trata de criar condições para o professor dominar o computador ou o software, mas sim auxiliá-lo a desenvolver conhecimento sobre o próprio conteúdo e sobre como o computador pode ser integrado no desenvolvimento desse conteúdo”.

No contexto da matemática, um grande desafio do educador, hoje, é o de trabalhar com os seus alunos a habilidade de pensar matematicamente, de forma a tomar decisões baseando-se na relação entre o sentido matemático e a situação do problema. É preciso que o educador tenha em mente que a utilização dessa ferramenta, o computador, pode realmente contribuir para a criação de um cenário que ofereça possibilidades para o aluno construir uma ponte sólida entre os conceitos matemáticos e o mundo prático.

Nesta perspectiva, a aprendizagem depende de ações que caracterizem o “fazer matemática”: experimentar, 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, exigindo no máximo memorização e repetição, não havendo construção do conhecimento matemático. Na pesquisa matemática, o conhecimento é construído a partir de muita investigação, exploração e formalização, culminando na escrita formal e organizada dos resultados obtidos (GRAVINA; SANTAROSA, 1998).

Alguns processos são necessários no ensino-aprendizagem da matemática, os quais podem ser agrupados em quatro tipos:

- representar, que inclui compreender e usar símbolos, convenções, gráficos, etc;

- relacionar e operar, que inclui calcular e deduzir, dois dos processos matemáticos mais característicos, bem como relacionar idéias matemáticas diversas e interpretar idéias matemáticas em situações do dia-a-dia;
- resolver problemas e investigar situações matemáticas e extra-matemáticas;
- comunicar, recorrendo a diferentes linguagens e suportes (PONTE; SERRAZINA, 2000, p. 39).

Segundo Freitas (2000, p. 108), “vários discursos pedagógicos estão assinalando que devemos formar indivíduos ‘críticos, pensantes e criativos’”. Para que isso ocorra, é necessário encontrar formas adequadas e coerentes de “gerenciar” as informações. É necessário que os educadores sejam intelectuais, não no sentido de serem grandes detentores de informações, mas sim que saibam onde e como solucionar problemas práticos e teóricos, instigando e provocando a ampliação do horizonte de possibilidades de seus alunos. No entanto, as atuais condições de trabalho às quais, a maioria dos professores do ensino fundamental está submetida, parecem bem distantes das que seriam ideais.

Todo professor, ao escolher um software, bem como durante sua utilização, deveria seguir alguns elementos norteadores, expressos em documentos oficiais (Lei de Diretrizes e Bases (LDB), Parâmetros Curriculares Nacionais (PCNs), Programa Nacional do Livro Didático (PNLD), DIRETRIZES CURRICULARES), bem como em princípios consagrados sobre ensino e aprendizagem, tais como: abordagem contextualizada; articulação dos conteúdos; conhecimentos prévios do aluno; incorporação de avanços científicos e tecnológicos, avaliação permanente, estímulo ao raciocínio e à socialização de conhecimentos (ibid.).

De acordo com Hernandes (1998), antes de se utilizar um software com os alunos, é preciso analisá-lo tanto em relação a aspectos estéticos e técnicos como pedagógicos. Isto implica em escolher um software que atenda às necessidades dos alunos e aos objetivos do ensino-aprendizagem. Além disso, é necessário que a aplicação do software seja de maneira adequada, isto é, que haja o melhor aproveitamento da relação entre o software e o ambiente criado para a sua exploração.

Os aspectos estéticos e técnicos devem ser analisados tendo em vista: à navegação; presença adequada de imagens, animações, gráficos e sons; objetividade e clareza das informações; adequação do vocabulário e da linguagem; facilidade e entendimento da tela; clareza dos comandos; interação com outros recursos; acesso ao help; diagramação e funcionalidade da tela.

A observação dos aspectos pedagógicos deve ser feita levando-se em conta:

- a adaptabilidade das necessidades à situação e aos indivíduos;
- a adequação do programa às necessidades curriculares;
- a produção e criação dos alunos;
- a cooperatividade e interdisciplinaridade na realização das atividades;
- a inclusão de novos elementos como textos e questões;
- o desenvolvimento de raciocínio lógico, espacial, fluência escrita, memória, expressão artística, autoanálise etc.;
- a apresentação correta dos conceitos, ortografia e gramática;
- a presença de registros do trabalho do aluno;
- a presença de elementos motivadores que favorecem a compreensão de conceitos;
- a identificação dos pressupostos pedagógicos (instrucionista ou construtivista);
- a contextualização com situações reais e tratamento do erro.

Outra questão de relevância se refere à investigação sobre quais comportamentos, capacidades e estruturas cognitivas são possivelmente desenvolvidas nos alunos através dos softwares e suas abordagens. Torna-se importante identificar se o software desperta no aluno a produção individual e coletiva, o raciocínio lógico, a criatividade, a reflexão, o interesse e prazer pelo aprender, a compreensão de conceitos, a fluência escrita, etc (HERNANDES, 1998, p. 2).

De acordo com os Parâmetros Curriculares Nacionais (1997), o computador é “um instrumento que traz versáteis possibilidades ao processo de ensino e aprendizagem de

Matemática” no Ensino Fundamental, seja pela sua destacada presença na sociedade moderna, seja pelas possibilidades de sua aplicação nesse processo. Tudo indica que seu caráter lógico-matemático pode ser um grande aliado do desenvolvimento cognitivo dos alunos, principalmente na medida em que ele permite um trabalho que obedece a distintos ritmos de aprendizagem. Desta forma é preciso que os educadores escolham um software adequado a ser utilizado em suas aulas, visando fortalecer e aumentar o conhecimento de seus alunos frente a era do conhecimento.

Diante desse cenário, uma questão se impõe aos professores: como seria possível resgatar e compatibilizar esta mudança de paradigma que se faz presente com o avanço da tecnologia, em uma concepção de ensino-aprendizagem?

Com essa perspectiva em mente, tentando compreender e interpretar estas alterações que se impõem cada vez mais, várias pesquisas estão sendo desenvolvidas, procurando analisar os métodos de trabalho e teorias de ensino, tornando-os compatíveis com as maneiras de gerar e construir o conhecimento, possíveis com os recursos da informática.

Miskulin (1999) realizou um estudo, que consistiu em buscar e investigar as possibilidades metodológicas e pedagógicas da introdução e utilização de computadores (Logo Tridimensional) em ambientes de aprendizagem de Matemática, mais especificamente, de Geometria. Seu trabalho apresentou uma reflexão e uma análise crítica sobre a utilização de computadores no ensino, respondendo ao processo de informatização que se constitui uma exigência para o crescimento e desenvolvimento de toda sociedade em nossos dias. Foi realizado nesta pesquisa um estudo com enfoque qualitativo, no qual foram investigados os processos mentais e computacionais envolvidos nas construções de conceitos geométricos de dois sujeitos pertencentes à 8ª série do ensino fundamental da rede particular de ensino de Campinas, durante doze meses dos anos de 1997/1998, por meio de situações práticas de Resolução de Problemas.

Henriques (1999) pesquisou como a Geometria pode ser ensinada/aprendida com auxílio das novas tecnologias, enfatizando especialmente o ambiente computacional *Cabri-Géomètre II*. Nesse contexto, buscou as possíveis contribuições ou mudanças que essa tecnologia pode trazer quando usada no processo de ensino e aprendizagem da Geometria, tendo em vista as inúmeras dificuldades ou obstáculos colocados para se ministrar tal disciplina nos níveis de ensino fundamental e médio.

Gomes e outros (2002) propuseram uma metodologia de avaliação de software educativo baseado na Teoria dos Campos Conceituais (Vergnaud, 1997). A metodologia proposta compreendeu duas fases: uma análise em forma de tabela e uma série de observações de uso com alunos. As análises mostraram que os softwares educativos exploram apenas uma pequena parte dos campos conceituais. Essas conclusões podem permitir aos professores considerarem, com mais critério, as possibilidades e limitações dos softwares educativos.

Silva (2003) investigou, comparativamente, o desempenho de alunos em relação a conceitos de geometria em situação em que se utiliza ou não a linguagem de programação Logo na sala de aula. Além disso, outra preocupação foi a de investigar se, quando se utiliza esta linguagem na sala de aula, os alunos apresentavam atitudes mais positivas em relação à Matemática, em comparação com as atitudes de outros alunos, com os quais não se tivesse utilizado o Logo.

Marco (2004) investigou as manifestações de pensar matematicamente em processos de resolução de problema, na construção de um jogo na versão computacional. Inter-relacionou essas manifestações em contextos de jogos manipulativos e computacionais para elucidar correlações entre aspectos subjetivos e cognitivos das mesmas. O propósito consistiu em observar como os movimentos de pensamento matemático de resolução de problema se processam, quando alunos do ensino fundamental jogam e criam jogos computacionais, instigando a pesquisadora ao planejamento de atividades que buscariam

devolver, ao ensino de Matemática, situações em que os alunos utilizassem suas emoções, sensações, hesitações, dúvidas e criatividade, isto é, situações que envolvessem os alunos não só do ponto de vista psicológico. Foram selecionados para análise neste trabalho, quatro softwares: Operação Netuno, Matix, Jogo da Velha 3D (manipulativo) e Jogo da Velha 3D (computacional).

Lucchesi e Seidel (2004) apresentaram um relato de experiência ocorrida durante a disciplina do curso de licenciatura em matemática da UFRGS, realizada no Colégio de Aplicação – Projeto Amora, que visava a utilização de diferentes softwares como recursos no ensino-aprendizagem de matemática. O trabalho foi organizado em Oficinas de Softwares, para as quais os alunos foram selecionados por suas próprias escolhas, após breve demonstração de cada programa. Os softwares utilizados foram Cabri, X-Home, Shapari, Flash, Legocad e Imagine, escolhidos por permitirem trabalhar com os conceitos de geometria plana e espacial, aritmética, transformações geométricas, assim como o raciocínio lógico e abstrato. Foram encontrados problemas (dificuldades com o manuseio) com o uso dos recursos de informática e buscaram-se justificativas e soluções dentro das possibilidades que dispunham.

Muitos dos softwares educacionais ainda são a reprodução das páginas do livro didático na tela do computador, obedecendo aos mesmos princípios da linearidade, seqüência, índice e etc. Encontra-se também, em quantidade muito menor, programas produzidos por equipes especializadas, algumas vezes, como resultado de pesquisas educacionais. Cabe destacar nesse caso, o levantamento realizado pelo grupo de pesquisa em Educação Matemática e Tecnologia Informática da UFRGS, sobre softwares educacionais que se caracterizam como ambientes de exploração e expressão, tais como: softwares de geometria (Cabri-Geometry, Cinderela, Régua e Compasso, etc.), softwares de álgebra (WinMat), softwares de funções (Graphequation, Graphmatica, Modellus, WinPlot, etc.) e softwares

recreativos (Polytris, Tangran, Torre de Hanói e outros), disponíveis num site chamado EDUMATEC⁵.

Percebe-se, por meio das pesquisas acima citadas, que a utilização de software educacional na matemática se destaca em relação a geometria. Diversos estudos relatam o ensino de geometria por meio do uso do Logo e do *Cabri-Géomètre*, acompanhando a aprendizagem e mostrando o raciocínio do aluno nas resoluções dos problemas.

No levantamento bibliográfico realizado para esta pesquisa não foram encontrados estudos realizados com os softwares de matemática que são mais facilmente encontrados no mercado e disponíveis nas escolas, isto é, os softwares de exercício-e-prática e os jogos. Esses softwares na maioria das vezes são utilizados de forma incorreta, não havendo benefícios em função da aprendizagem. Portanto, é necessário um novo processo didático que altere significativamente a relação professor-aluno, os meios de avaliação e a estrutura de planejamento de aquisição do conhecimento.

Para Marinho (2002), o uso do computador na escola não será significativo se mudanças nas ações educativas não surgirem. Os professores certamente terão uma função preponderante na propagação dessas ações, assumindo um papel importante de delimitadores dessa prática.

⁵ Edumatec – Educação Matemática e Tecnologia Informática (<http://www2.mat.ufrgs.br/edumatec/index.php>).

2 APRENDIZAGEM DO SISTEMA DE NUMERAÇÃO DECIMAL

Optou-se neste trabalho pela utilização da concepção de aprendizagem de caráter cognitivista. Essa opção se deve ao fato de que a aprendizagem da noção de número e do sistema de numeração envolve processos cognitivos complexos que são pouco explicados pela teoria comportamental. As teorias de base cognitivista procuram explicar como a cognição se processa ou como o indivíduo compreende e dá significados à informação. Neste sentido, a aprendizagem baseia-se na integração e organização internas de idéias pela estrutura cognitiva, ou seja, supõe mudança de conhecimentos e não apenas de comportamento.

Nesta linha de abordagem, buscou-se alguns subsídios em autores como Piaget, Vigotsky e Ausubel, os quais podem, por diferentes razões, ajudar a compreender a questão específica da aprendizagem de sistema de numeração. Piaget pesquisa a construção do conceito de número como um processo de desenvolvimento auto-regulado e de aprendizagem no sentido amplo. Vigotsky mostra o papel da mediação, apontando que ela é um fator importante para se entender a escrita numérica que não se adquire sem a interferência da cultura. Ausubel baseia-se no referencial da aprendizagem significativa, permitindo aliar o

caráter lógico ao das representações ou mediações sociais, quando da construção de um conceito.

Parte-se, neste trabalho, do pressuposto de que as idéias básicas desses autores são importantes para compreender a natureza da aprendizagem do sistema de numeração escrita que é, ao mesmo tempo, fruto das regulações lógicas ou operatórias e das mediações sociais que possibilitam o acesso ao sistema de escrita numérica, originada socialmente.

Ao mesmo tempo, as concepções desses autores estão presentes na espiral da aprendizagem proposta por Valente (2002), que enfatiza que a construção do conhecimento cresce continuamente e não em círculos. Assim, a forma de espiral é a melhor forma de representação desta construção ao invés dos ciclos; por sua vez, são os conflitos e desequilíbrios, provocados em situações do cotidiano, que geram o desenvolvimento da construção do conhecimento.

2.1 O PROCESSO DA APRENDIZAGEM NA ABORDAGEM COGNITIVISTA

Para Piaget e Greco (1975), o conhecimento é construído pelo sujeito por meio das interações entre o sujeito e o objeto. Nessa relação, a adaptação e a organização são aspectos fundamentais. No processo de adaptação, Piaget considera a assimilação e a acomodação como conceitos distintos e complementares. A assimilação, no processo adaptativo, é o processo pelo qual o sujeito lida e incorpora o objeto desconhecido, enquanto a acomodação refere-se à transformação, a partir da incorporação das formas de assimilação. A acomodação ocorre quando, por solicitação do meio, as estruturas antigas são modificadas pela aquisição de novos conhecimentos. A coordenação entre a assimilação e a acomodação na relação sujeito e objeto, resulta de vários estados de desequilíbrios, provocados por conflitos entre o sujeito e o meio. A superação desses estados, durante o processo do

desenvolvimento cognitivo, gera novas formas de organização que culminam nas operações lógicas, inicialmente de caráter concreto e depois formal.

No processo do desenvolvimento cognitivo, de acordo com a teoria da equilíbrio (ponto central da teoria de Piaget), conceitos são originados primeiramente das ações e depois das operações.

De acordo com Piaget (1974, apud RAMOZZI-CHIAROTTINO, 1988), sempre há dois aspectos a serem considerados na ação da criança: a experiência física e a experiência lógico-matemática. A primeira consiste em agir sobre os objetos para conhecimento do mundo físico; por meio desse tipo de experiência as crianças descobrem as propriedades dos objetos e os limites de suas ações sobre esses objetos. A segunda, a experiência lógico-matemática, consiste na abstração dos conhecimentos adquiridos através da coordenação das ações da criança sobre os objetos; nesse caso o conhecimento é abstraído da coordenação das ações e não das propriedades físicas dos objetos.

Pode-se observar a natureza da experiência lógico-matemática quando a criança começa a contar, por exemplo. Ela ordena os objetos em fila ou em círculo e conclui sobre a invariância da quantidade. Isto é algo inserido nos objetos pela ação da criança, pois o número ou a quantidade de objetos que ela descobre não é uma propriedade física desses objetos, mas de uma relação entre duas ações: de reunião e de ordenação.

É por esse fato, diz Piaget, que as ações lógico-matemáticas do sujeito podem, num dado momento, dispensar aplicação aos objetos físicos, interiorizando-se em operações simbolicamente manipuláveis. A partir de um certo nível, existe uma lógica e uma matemática pura às quais a experiência é inútil, porque a capacidade de estabelecer relações devidas ao funcionamento das estruturas mentais inicialmente se aplica a objetos para depois aplicar-se às representações dos objetos e dos acontecimentos (que se situam no espaço e no tempo) e finalmente às relações entre relações (RAMOZZI-CHIAROTTINO, 1988, p.39).

Segundo Piaget (1971), um conceito é a manifestação de uma assimilação por meio dos esquemas, ou seja, das organizações de ações no nível de pensamento, que podem ser transferidas ou generalizadas para situações análogas. Nesse sentido, os conceitos estão sujeitos às possibilidades de assimilação dos esquemas que o sujeito dispõe, em um

determinado momento ou situação. Como tal, dependem, sobretudo, do nível de desenvolvimento das estruturas cognitivas e menos da aprendizagem no sentido estrito do termo.

Piaget e Greco (1975) distinguem dois tipos de aprendizagem. A aprendizagem no sentido amplo, também denominada desenvolvimento, tem sua origem nos processos biológicos fundamentais e refere-se à construção da totalidade das estruturas de conhecimento. O desenvolvimento é espontâneo, no sentido de que não deriva diretamente da experiência, pois resulta da combinação de processos de aprendizagem restrita e processos dedutivos, característicos da equilibração cognitiva. São fatores do desenvolvimento a maturação, a experiência física e lógico-matemática do sujeito com os objetos, a transmissão social e a equilibração. A aprendizagem no sentido estrito é provocada por situações externas e limita-se à solução de um problema específico. Depende da equilibração anterior do sistema, porque, a compreensão de conteúdos supõe a intermediação de uma forma, a qual, por sua vez, é resultante de um processo de construção, ou seja, do desenvolvimento. É nesse sentido que Piaget (1971) advoga que a aprendizagem depende do desenvolvimento.

O desenvolvimento cognitivo da criança (ibid.) se dá em vários estágios: o sensório-motor (de 0 a 2 anos aproximadamente), o pré-operacional (de 2 a 7 anos aproximadamente), o operacional concreto (de 7 a 12 anos) e o operacional formal (de 12 a 16 anos). As idades dos estágios não são fixas, pois dependem de diferentes fatores como: a maturação, experiência, transmissão social e equilibração.

Do período sensório-motor, no qual a adaptação é feita por esquemas de ação motora, para o período pré-operacional, surge a função simbólica, consubstanciada na representação simbólica e no pensamento. O que marca esse período é o surgimento de esquemas representacionais, pelos quais, a criança passa a diferenciar mentalmente os significados dos significantes, sendo capaz de representar no nível de seu pensamento um

objeto que está longe de sua percepção. Os esquemas representativos se baseiam inicialmente na imitação simbólica e, posteriormente, no uso de símbolos e de signos. Apesar da grande evolução da criança quanto ao uso das representações, em especial da linguagem, as coordenações das ações nesse período são ainda incipientes. O pensamento ainda é centrado nas características dos objetos e situações, e as relações que a criança faz são contingentes. Em outras palavras, não há ainda propriamente os conceitos, mas pré-conceitos, no sentido de que o caráter operatório, dado pela abstração dos invariantes lógicos, ainda não está construído.

A formação de conceitos se efetiva de fato, a partir do momento em que o pensamento se torna operatório. Nesse estágio é que aparecem as primeiras operações (concretas), que ainda se baseiam em objetos ou suas representações. Isto ocorre quando o indivíduo consolida as conservações de número, substância, volume e peso; já é capaz de ordenar elementos por seu tamanho (grandeza), incluindo conjuntos, organizando então o mundo de forma lógica ou operatória. As operações lógicas surgem somente quando o pensamento da criança torna-se reversível, ou seja, quando ela é capaz de admitir a possibilidade de se efetuar a operação contrária, ou voltar ao início da operação. Admitindo, por exemplo, que A é igual a B, a criança deve admitir que B é igual a A. Essa ida e volta do pensamento não acontece no período pré-operatório porque não existe seqüência lógica nas ações da criança. Um exemplo seria com o sistema de numeração decimal, quando a criança perceber a reversibilidade, conservação e equivalência entre 134 unidades ou 13 dezenas e 4 unidades.

Após o pensamento operatório, o desenvolvimento da inteligência pode chegar ao nível de pensamento hipotético-dedutivo ou lógico-matemático. O pensamento se torna capaz de realizar cálculos envolvendo probabilidade, libertando-se do concreto e construindo

operações coordenadas em sistemas complexos expressos em proposições verbais, e não somente operações isoladas de classes, números e relações.

Vale ressaltar que, para o autor, somente no nível operatório formal, os conceitos podem se tornar mais complexos, pois os jovens passam a raciocinar sobre hipóteses e não somente sobre objetos. (PIAGET, 1971).

Se, de um lado, os conflitos latentes devidos às indiferenciações são a fonte do progresso, na medida em que as contradições constituem o motor das novas coordenações, ao mesmo tempo essas diferenciações e coordenações operatórias e causais levam, no entanto, a uma dissociação progressiva dos dois planos: o do real, portanto dos conteúdos e dos objetos, e o das operações lógico-matemáticas que, uma vez construídas, se libertam das ações que estão nas suas origens, ultrapassando o real para alcançar o nível das relações hipotético-dedutivas; logo, das ligações diretas e atemporais entre o possível e o necessário (RAMOZZI-CHIARATTINO, 1988, p.45).

Dessa forma, o raciocínio hipotético-dedutivo se caracteriza pela passagem do possível ao necessário por meio de relações entre o possível sem ser por intermédio do real, sendo este o critério do reconhecimento do pensamento formal na adolescência (PIAGET, 1974).

As etapas de construção das estruturas lógicas, conforme proposto na abordagem da psicologia genética, supõem que o objeto de conhecimento se modifica ao longo do desenvolvimento. Dessa forma, segundo Piaget (1971, p.2), “o conhecimento não é uma cópia da realidade... Conhecer é modificar, transformar o objeto, e entender o processo desta transformação, é como uma consequência, compreender a maneira de como o objeto é construído”. O conhecimento tem um aspecto figurativo que é o estágio no qual o sujeito pode descrever o objeto pelo uso da percepção e memória, e um segundo aspecto operativo, que ocorre quando o indivíduo pode agir com o objeto, envolvendo gradativamente o pensamento lógico.

Para Piaget e Greco (1975), a criança constrói sua própria visão da realidade a partir de trocas com a realidade. Embora essa afirmação possa ser verdadeira também para Vygostky (1989a), porque ambos contrapõem-se à aprendizagem como resultado de

associações mecânicas e consideram a importância da ação do sujeito e de sua internalização para aprendizagem, há muitas diferenças entre os pontos de vista desses autores. Pode-se dizer que, no geral, a diferença básica entre eles está no fato de que Vygotsky dá ênfase ao aspecto sócio-cultural como um fator determinante no processo de aprendizagem e Piaget enfatiza o desenvolvimento e sua auto-regulação como fatores determinantes nesse processo.

Vygotsky (1989a), como Piaget, estudou o desenvolvimento humano, mas coloca como princípio explicativo para o mesmo a internalização, ou seja, a reconstrução dos significados exteriores, dados pela cultura, em interiores. Sua teoria sobre o funcionamento psicológico tem como aspecto principal o conceito de mediação, que é entendida como o processo de intervenção de um agente intermediário, de forma que a relação entre o sujeito e o objeto deixa de ser direta. Um dos principais temas de seu estudo foi a formação de conceitos. Ele incorpora na formação do conceito a dimensão sociocultural resultante da influência do meio. A cooperação e o papel do outro na aquisição do conhecimento têm um papel central, ou seja, primeiro deve haver a experiência coletiva para que possa existir a individual. Ele acredita que a criança pode ir além de seu nível de desenvolvimento, quando orientada por um mediador.

Neste sentido, para Vygotsky (1989b), o processo principal que promove o funcionamento psicológico é a mediação. Esta acontece quando, numa relação, aparece a intervenção de um elemento intermediário. Na relação do homem com o mundo consideram-se dois tipos de elementos mediadores: “os instrumentos” e os “signos”. Para Vygotsky (idem), o desenvolvimento cognitivo se dá por meio da internalização (reconstrução interna) de signos e instrumentos; quanto mais o indivíduo utiliza os signos, tanto mais vão se modificando as operações psicológicas que ele é capaz de fazer; da mesma maneira, quanto mais instrumentos ele aprende a manusear, mais se amplia a gama das atividades nas quais pode aplicar suas novas funções psicológicas.

As operações com signos ou linguagem aparecem como resultado de um processo prolongado e complexo, sujeito às leis básicas da evolução psicológica. A atividade de utilização de signos surge de uma operação que, inicialmente, não é uma operação com signos e se transforma nela através de transformações qualitativas, nas quais cada transformação cria condições para o próximo estágio e é condicionada pelo anterior.

O desenvolvimento para Vygotsky (1989b), se dá em espiral, passando por um mesmo ponto a cada nova revolução, enquanto avança para um nível superior, ou seja, a interiorização progressiva de instrumentos mediadores possibilita a reconstrução do significado exterior em significado interior, caracterizando o processo denominado de lei da dupla formação. Em outras palavras, tudo que está na mente humana esteve antes no meio social.

A internalização de formas culturais de comportamento envolve a reconstrução da atividade psicológica tendo como base as operações com signos. Os processos psicológicos, tal como aparecem nos animais, realmente deixam de existir; são incorporados nesse sistema de comportamento e são culturalmente reconstituídos e desenvolvidos para formar uma nova entidade psicológica (VYGOTSKY, 1989b, p. 65).

Para exemplificar, pode-se considerar a aprendizagem de número na criança pequena. Esta operação é possível, nesse estágio, pelo uso de instrumentos externos (os dedos, ou outro material para contagem). Na medida em que essa operação é internalizada, esses elementos externos são progressivamente substituídos por signos internos, ou seja, representações mentais de objetos. No adulto, essa operação é feita através do uso de signos internos que representam os numerais, descontextualizando, se a operação envolve bolinhas ou qualquer outro objeto. A representação do objeto no adulto é substituída por signos culturalmente construídos, como o sistema de numeração arábico, que é o sistema de numeração aceito universalmente.

Segundo Vygotsky (1989b), o que uma criança é capaz de fazer hoje com a ajuda de um adulto, ela o fará amanhã sozinha. Assim, segundo sua teoria, é no aprendizado que

encontramos as principais fontes da formação dos conceitos que levam ao desenvolvimento cognitivo. A formação de conceitos depende, portanto de processos mediadores, como a linguagem e a instrução, os quais possibilitam a transformação do desenvolvimento potencial em desenvolvimento real. A zona de desenvolvimento proximal pode ser definida como “a distância entre o nível de desenvolvimento real, que se costuma determinar através da solução independente de problemas e o nível de desenvolvimento potencial, determinado através da solução de problemas sob a orientação de um adulto ou em colaboração com companheiros” (ibid., p.97).

Um conceito, segundo essa abordagem, deve pressupor o desenvolvimento de várias funções intelectuais como: atenção deliberada, memória lógica, abstração e outras. Ele classificou os conceitos como espontâneos e não espontâneos. Conceitos espontâneos são desenvolvidos pelo próprio sujeito com base em sua realidade, vêm das experiências do cotidiano e se desenvolvem com esforços mentais próprios. Os não espontâneos, chamados de conceitos científicos são os que requerem aprendizagem sistematizada e são normalmente desenvolvidos na escola.

... a concepção da evolução dos conceitos científicos não nega a existência de um processo de desenvolvimento na mente da criança em idade escolar; no entanto, segundo tal concepção esse processo não difere, em nenhum aspecto, do desenvolvimento dos conceitos formados pela criança em sua experiência cotidiana e é inútil considerar dois processos isoladamente (VYGOTSKY, 1989a, p.72).

De acordo com Vygotsky (1989a), os conceitos podem ser classificados como:

- **Pseudoconceitos** – que se restringe a um traço ou algo concreto do objeto como atributo para categorizar o conceito. Ainda não é um conceito verdadeiro porque se limita a traços do objeto, mas é um avanço em relação aos complexos, porque está vinculado à linguagem de maneira aceitável e é inteligível na comunicação. Será a linguagem, com seus significados estáveis e permanentes que apontarão o caminho para que se concretizem as

generalizações infantis e o pseudoconceito está a meio caminho desta trajetória. A semelhança externa entre o pseudoconceito e o conceito real é tão próxima e ele é usado de modo tão contextualizado que se torna muito difícil "desmascarar" esse tipo de complexidade, é um dos maiores obstáculos para a análise genética do pensamento;

- **Conceitos potenciais** - podem ser caracterizados como os conceitos espontâneos da criança, ou do adulto, que são adquiridos a partir da experiência, podendo ser confundidos com um pseudoconceito. No conceito potencial um traço abstraído não se perde com facilidade dos outros traços; este tipo de conceito é definido com base em sua funcionalidade ou descrição do referente. É um tipo de elaboração que tenta ultrapassar o concreto, mas ainda não permite a completa descrição do referente;
- **Conceitos científicos** – são adquiridos a partir da instrução escolar, sendo que a diferença entre este e os conceitos espontâneos consiste na ausência de um sistema. Para Vygotsky (1989a, p.99), “é a diferença psicológica principal que distingue os conceitos espontâneos dos conceitos científicos”. A perfeita interação de ambos é que contribuirá para com os avanços no desenvolvimento.

Vygotsky (1989a) acredita que a transferência do conceito espontâneo para o científico é um caminho de ida e volta, ou seja, as primeiras sistematizações das crianças surgem dos contatos com os conceitos científicos e, então, eles são transferidos para a vida diária, bem como é essencial que a criança forme conceitos espontâneos (adquiridos de sua vida diária) para que ela seja capaz de fazer generalizações.

Um outro referencial teórico que pode ajudar a compreender o processo da aprendizagem escolar de conceitos, e em particular o do sistema de numeração posicional é o da aprendizagem significativa, proposto por Ausubel.

O conceito de aprendizagem significativa se contrapõe, segundo Ausubel (1963, apud MOREIRA, 1997), à aprendizagem mecânica ou automática que ocorre quando a aprendizagem não tem associação com conceitos existentes na estrutura cognitiva do aprendiz, isto é, não há interação entre a nova informação e a que já existe na memória, ocorrendo uma relação não substantiva entre o conhecimento adquirido e a estrutura cognitiva.

Para Ausubel é a estrutura cognitiva que dá sentido aos conceitos que serão aprendidos, isto ocorre, quando os conhecimentos específicos se assimilam aos conceitos gerais. Para que ocorra a aprendizagem, é necessário que a criança estabeleça relações entre a nova informação e as já existentes (MOREIRA,1997).

Os autores Novak e Gowin (1988) resumem a idéia básica da teoria de Ausubel, afirmando que, o fator mais importante da aprendizagem é o que o aluno já sabe. A aprendizagem só ocorre quando conceitos relevantes estão claros e disponíveis na estrutura cognitiva do indivíduo.

A aprendizagem significativa é um processo por meio do qual uma nova informação relaciona-se com um aspecto especificamente relevante da estrutura de conhecimento do indivíduo, ou seja, este processo envolve a interação da nova informação com uma estrutura de conhecimento específica, a qual Ausubel define como conceito subsunçor, ou simplesmente subsunçor, existente na estrutura cognitiva do indivíduo. A aprendizagem significativa ocorre quando a nova informação ancora-se em conceitos ou proposições relevantes, preexistentes na estrutura cognitiva do aprendiz (MOREIRA, 1999, p.153).

Segundo Moreira (1997), Ausubel considera que uma aprendizagem mecânica ou automática pode ser definida quando a aprendizagem não tem associação com conceitos existentes em sua estrutura cognitiva, isto é, não há interação entre a nova informação e a que

já existe na memória, ocorrendo uma relação não substantiva entre o conhecimento adquirido e a estrutura cognitiva.

Pode-se falar em uma aprendizagem significativa com enfoque piagetiano, quando se estabelece uma analogia entre esquema de assimilação e subsunçor. Segundo Moreira (1997), o processo de assimilação piagetiana pode corresponder à estrutura que Ausubel chama de subsunçor, quando uma informação é derivável ou corroborante desta estrutura. Quando um novo subsunçor é construído e passa a subordinar conceitos que permitiram a construção do mesmo, ou quando ele é modificado, enriquecido por significados, pode-se fazer uma comparação a uma “acomodação”, por meio do qual um novo esquema de assimilação é construído ou os significados obtidos resultam da interação da nova informação com a estrutura cognitiva.

Quando a aprendizagem não é suficientemente significativa, isto é, quando não ocorre a acomodação, do ponto de vista ausubeliano, significa que os subsunçores não sofreram modificação, e do piagetiano, que não foram construídos novos esquemas de assimilação.

Pode-se também apresentar um paralelo entre as idéias de Vygotsky e a aprendizagem significativa, quando a aprendizagem significativa visa à aquisição e a construção de significados. Para Ausubel (1963, apud MOREIRA, 1997), durante a aprendizagem significativa, o significado lógico dos materiais de aprendizagem transforma-se em significado psicológico para o indivíduo; analogamente, para Vygotsky, essa transformação é a internalização de instrumentos e signos. Para Vygotsky, a internalização de significados depende da interação social, enquanto para Ausubel, eles são apresentados ao indivíduo em sua forma final, não é necessário descobrir o significado dos signos ou como devem ser utilizados os instrumentos. O indivíduo reconstrói internamente (se apropria) dessas construções via interação social.

Ausubel, Novak e Hanesian (1980) distinguem três tipos de aprendizagem significativa:

- Aprendizagem representacional – envolve a atribuição de significados, é uma aprendizagem nominalista ou representativa, não substantiva de signos ou símbolos isolados para representar coisas.
- Aprendizagem de conceitos – aprendizagem substantiva de conceitos, isto é, de idéias que traduzem regularidades dos objetos e acontecimentos. Traduz-se por símbolos ou signos que implica o conhecimento dos atributos identificativos dos conceitos.
- Aprendizagem proposicional – aprendizagem do significado de proposições, isto é, de idéias expressas por um grupo de palavras combinadas.

De acordo com Ausubel (1963, apud MOREIRA, 1997, p.20), “é no curso da aprendizagem significativa que o significado lógico do material de aprendizagem se transforma em significado psicológico para o sujeito”. Devido a esta afirmação, Moreira (1997) atribui aos subsunçores de Ausubel, os esquemas de ação (assimilação) de Piaget e a internalização de instrumentos e signos de Vygotsky, como os responsáveis pela construção cognitiva.

Para facilitar uma aprendizagem significativa, Ausubel “recomenda o uso de organizadores prévios que sirvam de âncora para a nova aprendizagem e levem ao desenvolvimento de conceitos subsunçores que facilitem a aprendizagem subsequente” (MOREIRA, 1999, p.155). A principal função do organizador prévio é servir de ponte cognitiva entre o que o indivíduo já sabe e o que ele deve saber, para que ocorra um aprendizado de forma significativa.

2.2 A APRENDIZAGEM DO CONCEITO DE NÚMERO, DO SISTEMA DE NUMERAÇÃO E DA ESCRITA NUMÉRICA

O conhecimento lógico-matemático segundo Piaget (1974) é uma construção, e resulta da ação mental da criança sobre o mundo. Este conhecimento não é inerente ao objeto; ele é construído a partir das relações que a criança elabora na sua atividade de pensar o mundo. Contudo, da mesma forma que o conhecimento físico, ele também é construído a partir das ações sobre os objetos.

O conceito de número é um exemplo de conhecimento lógico-matemático. Ele é uma operação mental, e consiste de relações que não podem ser observáveis. O pensamento lógico-matemático consiste em uma construção mental que se deve a diversos níveis de abstração.

O surgimento dos números e da contagem está relacionado às necessidades práticas do homem, como a necessidade de controlar seus pertences. Desde a Antiguidade, a idéia de contagem era intuitiva, as pessoas aprendiam a contar sem mesmo conhecer os números. Os pastores de ovelhas, por exemplo, separavam pedrinhas e as faziam corresponder às ovelhas (para cada pedrinha, uma ovelha). O princípio básico é o de que na contagem de um grupo qualquer de objetos, a correspondência deve ser biunívoca, ou seja, para cada objeto do grupo um elemento do conjunto de números.

Este método de contagem é muito primitivo e, à medida que o comércio e as relações sociais se intensificaram, a contagem foi tornando-se mais sistematizada. Assim, para trocar e comunicar grandes quantidades criou-se um sistema de números, que inicialmente era oral e depois se tornou escrito (símbolos). Cada povo possuía a sua maneira de fazer trocas e contas, e quanto maior fosse a necessidade de operar quantidades, mais aprimorado era o seu sistema de números.

Os sistemas de numeração, portanto, surgiram com o objetivo de prover símbolos e convenções para representar quantidades, de forma a registrar a informação quantitativa e poder processá-la. Com o tempo a representação de quantidades passou a ser feita com algarismos.

Os sistemas de numeração que mais se destacaram na história da humanidade foram: o egípcio, o chinês, o babilônio, o maia, o romano e o indo-arábico (nosso sistema de numeração decimal).

Inicialmente, os egípcios criaram um sistema em que cada dezena era representada por um símbolo diferente e não possuía valor posicional. Usando, por exemplo, os símbolos  para representar uma centena,  para representar uma dezena e | representando uma unidade, teríamos que  representaria 321. Este sistema de numeração era aditivo, o que significa que se deve adicionar as quantidades correspondentes aos símbolos (FREITAS; BITTAR, 2004).

De acordo com esses autores, outro sistema de numeração era o romano, no qual eram usados símbolos (letras) que representavam as quantidades, como por exemplo: I (valendo 1), V (valendo 5), X (valendo 10), C (valendo 100) etc. A regra de posicionamento determinava que as letras que representavam quantidades menores e precediam as que representavam quantidades maiores, seriam somadas (sistema aditivo); se o inverso ocorresse, o menor valor era subtraído do maior e não somado (sistema subtrativo). Assim, a quantidade 128 era representada por CXXVIII = 100 + 10 + 10 + 5 + 1 + 1 + 1 = 128. Por outro lado, a quantidade 94 era representada por XCIV = (-10 + 100) + (-1 + 5) = 94. Além disso, os símbolos podiam ser repetidos no máximo três vezes (sistema repetitivo).

Nesses sistemas, os símbolos tinham um valor intrínseco, independente da posição que ocupavam na representação (sistema numérico não-posicional). Um grande problema desse sistema era a dificuldade de realizar operações com essa representação. É patente a

dificuldade de multiplicar CXXVIII por XCIV! Assim, posteriormente, foram criados sistemas em que a posição dos algarismos no número foi utilizada como recurso para modificar o seu valor.

O sistema de numeração dos Babilônios (ibid.) possuía valor posicional e era um sistema de base sexagesimal, isto é, sessenta unidades de uma determinada ordem, correspondiam a uma unidade de uma ordem superior. Dessa forma, os números de 1 a 59 correspondiam às unidades simples, os agrupamentos de 60 correspondiam à segunda ordem e os múltiplos de 60 aos de terceira ordem e assim por diante. Os símbolos usados pelos babilônios podem ser vistos na figura abaixo:

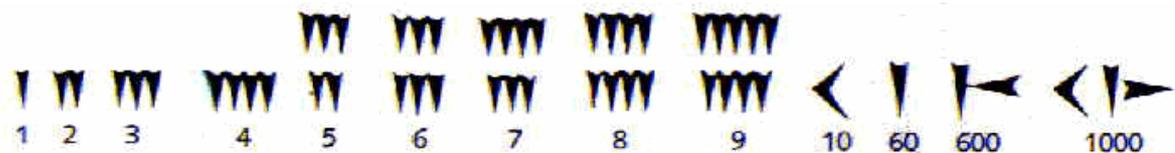


Figura 7 - Numeração cuneiforme utilizada pelos babilônios. Disponível em www.prof2000.pt/users/hjco/numerweb/Pg000130.htm Acesso em: 15 mai. 2006.

Pensa-se que os babilônios sabiam distinguir o número de acordo com o contexto a que se referiam, pois o mesmo símbolo, nesse caso, é usado para representar quantidades diferentes como é o caso do 1 do 60. Este sistema, porém, usava o valor posicional, mas ainda não havia símbolo para representar o zero.

O zero, segundo Freitas e Bittar (2004), apareceu pela primeira vez na numeração dos Maias e era representado por um símbolo em forma de um olho “”. Outros dois símbolos eram utilizados: o ponto “•” e a barra horizontal “—”. O sistema de numeração maia é de base 20 (diz-se que os maias utilizavam os dedos das mãos e dos pés para contar) e os números eram construídos por conjuntos de 1 a 4 pontos e de 1 a 3 barras horizontais, como podemos ver na figura abaixo:

Quantidade	Símbolos
1	•
2	• •
5	—
9	• • • •
10	—
11	• —
15	— — —
16	• — —

Figura 8 - Símbolos utilizados no sistema de numeração maia (FREITAS; BITTAR, 2004, p.50).

A forma de representação dos numerais maias era na vertical e as classes eram separadas por “planos”. Para representar a quantidade 40, por exemplo, eram colocadas duas bolinhas no segundo plano e no primeiro plano era colocado um olho para indicar que aquela classe era vazia, como mostra a figura a seguir:

Quantidade	Símbolos						
26	<table style="border: none;"> <tr> <td style="text-align: center;">•</td> <td>2º plano: 1 x 20 = 20</td> </tr> <tr> <td style="text-align: center;">•</td> <td>1º plano: = 6</td> </tr> <tr> <td colspan="2" style="text-align: right;">= 26</td> </tr> </table>	•	2º plano: 1 x 20 = 20	•	1º plano: = 6	= 26	
•	2º plano: 1 x 20 = 20						
•	1º plano: = 6						
= 26							
40	<table style="border: none;"> <tr> <td style="text-align: center;">• •</td> <td>2º plano: 2 x 20 = 40</td> </tr> <tr> <td style="text-align: center;">◉</td> <td>1º plano: = 0</td> </tr> <tr> <td colspan="2" style="text-align: right;">= 40</td> </tr> </table>	• •	2º plano: 2 x 20 = 40	◉	1º plano: = 0	= 40	
• •	2º plano: 2 x 20 = 40						
◉	1º plano: = 0						
= 40							

Figura 9 - Representação da numeração maia utilizando planos e o zero (ibid, p. 50).

Segundo Freitas e Bittar (2004, p. 44), “em todos os sistemas de numeração da antiguidade, havia os princípios de agrupamento e de troca, mas poucos possuíam o princípio do valor posicional e nem tampouco um símbolo para representar o zero”.

Antigamente existiam tantos sistemas de numeração quanto às linguagens escritas. O Sistema de Numeração Decimal sobressaiu-se sobre os demais, e hoje é o sistema que utilizamos em nosso cotidiano e faz parte da linguagem universal matemática.

Para Freitas e Bittar (2004), o destaque do nosso sistema de numeração consiste na utilização de apenas dez símbolos, incluindo o zero, e pelo princípio de valor relativo ou valor posicional. Outros sistemas de numeração possuíram o valor posicional, mas não se destacaram pelo possível uso inadequado de suas bases, de representar o zero e o valor posicional.

Nosso atual sistema de numeração decimal posicional surgiu na Índia nos primeiros séculos da era Cristã. A opção pela base dez, deve-se puramente ao fator biológico de nossas mãos possuírem dez dedos. Inicialmente não havia um símbolo para representar o zero e quando registravam os números, havia necessidade de deixar a coluna correspondente ao zero vazia, o que causava grande confusão e só permitia conhecer o verdadeiro valor pelo contexto,..., assim 12, podia ser confundido com 120 ou 102, etc. O uso freqüente de registros contendo a coluna vazia fez surgir um símbolo para representar o zero, o que veio facilitar enormemente os cálculos. Pode-se dizer que a invenção do zero democratizou a Aritmética, pois antes dele pouca gente conseguia fazer cálculos, somente os abaquistas, e depois dele houve proliferação de regras para o cálculo escrito. Talvez, por isso, o zero seja considerado a maior descoberta científica da humanidade (FREITAS; BITTAR, 2004, p.52).

Segundo Ponte e Serrazina (2000), quando se conhece a história da invenção dos números pode-se perceber que o homem levou muitos anos nesta construção. Isto mostra que as representações são frutos de um desenvolvimento cultural. O sistema de numeração decimal é uma representação extremamente elaborada, justificando as inúmeras dificuldades dos alunos em sua aprendizagem. Um indicador desta dificuldade é o tempo necessário para essa aprendizagem.

Desde muito cedo, as crianças são inseridas em uma sociedade numeralizada, fazem uso dos números, mas sem a compreensão dos mesmos. É comum a repetição de seqüências numéricas sem o estabelecimento de relações entre quantidades e símbolos. Tal dificuldade aumenta com o uso de números maiores e a necessidade de sua escrita numérica.

Sabe-se que a numeração escrita, tal como a escrita alfabética, existe não só dentro da escola como fora dela e isto faz com que as crianças pensem e construam hipóteses a respeito desse sistema de representação, bem antes delas ingressarem na educação formal.

Aprender a escrita numérica envolve entender o valor posicional do algarismo e a estrutura de base da numeração. No entanto, o sistema de numeração que usamos possui um sistema posicional pouco transparente, porque o valor de cada algarismo depende do seu valor absoluto e da posição que indica o seu valor potencial.

No entanto, mesmo antes de saber as regras do sistema de numeração, quando se trata da variação do valor dos algarismos, é notável que as crianças reconhecem esta variação como um fator relevante; para elas, a posição dos algarismos é um critério de comparação para saber qual número é maior ou menor. Quanto mais algarismos, maiores são os números e quando o número possui a mesma quantidade de algarismos, o 'primeiro número é quem manda', sendo assim, ao se comparar 14 com 41, a criança utiliza como resposta que o 41 é maior, pois o 4 de 41 é maior que o 1 de 14. Estas crianças ainda não têm noção de porque 'o primeiro é quem manda', pois ainda não reconhecem que cada posição corresponde a diferentes potências de base 10, sendo crescente da direita para a esquerda (TEIXEIRA; RODRIGUES, 2005, p. 5).

Lerner e Sadovsky (1996) estudaram essa questão e afirmam que, quando se trata de dois números da mesma quantidade de algarismos, para as crianças, no geral, é o primeiro quem determina qual é o maior (exceto nos que se iniciam com o mesmo algarismo), porque esse algarismo indica por quanto deve ser multiplicada a potência de grau maior que intervém no número. Se os primeiros algarismos fossem iguais, o algarismo posterior é quem determinaria qual número é o maior, e assim, sucessivamente.

O nosso sistema de numeração consiste na base 10, isto é, a cada 10 unidades, reagrupamos estas em unidades do tamanho seguinte, formando as dezenas, centenas, unidades de milhar etc. Para Lerner (1995), muitas crianças não conseguem diferenciar as dezenas das unidades etc., pois elas ainda não compreendem o sistema de base 10 que rege o nosso sistema de numeração. As crianças não entendem que o algarismo colocado no lugar das dezenas deve ser multiplicado por 10 para obter o seu valor, que o algarismo colocado no lugar das centenas deve ser multiplicado por 100, pois as potências de base 10 não aparecem

explicitamente representadas. O único indicador que possuímos para sabermos por qual potência deve-se multiplicar o algarismo, é a posição que ele ocupa em relação aos demais.

Segundo Teixeira et al. (2000), Teixeira e Leão (2004), quando a numeração assume valores acima de 20 torna-se um pouco mais complexa, pois a idéia de combinação (adição) entre dezenas e unidades não está clara na mente dos alunos. E, de acordo com Lerner e Sadovsky (1996), as crianças aprendem primeiramente os “nós”, que são as dezenas, centenas, etc..., exatas e posteriormente aprendem os números posicionados entre estes nós.

2.3 ERROS E DIFICULDADES NA APRENDIZAGEM DO SISTEMA DE NUMERAÇÃO E DA ESCRITA NUMÉRICA

Os professores consideram que a causa dos erros cometidos pelos alunos se deve à falta de conhecimento para a qual preconizam a terapia clássica de repetição da explicação e dos exercícios. O resultado, via de regra, é ineficaz. Em consequência, os professores muitas vezes se tornam descrentes quanto à possibilidade de aprendizagem destes alunos e passam a vê-los como preguiçosos e apáticos, ou como limitados e incapazes de lidar com coisas complexas (CAUZINILLE-MARMÈCHE; WEIL-BARAIS, 1989).

Do ponto de vista de uma abordagem behaviorista⁶, o erro é visto como fracasso, como falta de estímulo e reforço para obter a resposta certa. O erro gera punição e deve ser evitado, como propõe o modelo comportamental, consubstanciado no método da Instrução Programada⁷. Para os professores, o erro não tem função pedagógica, eles desprezam os fatores internos causadores desses erros, levando em conta apenas o reforço dos procedimentos corretos, visando uma aprendizagem por repetição (TEIXEIRA, 1997).

⁶ Abordagem behaviorista – a idéia principal é que a aprendizagem ocorre através de mudanças de comportamento (estímulo-resposta), com base na presença de associação entre estímulo-resposta ou resposta e reforço.

⁷ “A instrução programada é um método de ensino surgido na década de 50 e consiste na organização do material a ser ensinado em segmentos logicamente encadeados, chamados módulos. Os módulos são, então, apresentados ao aprendiz, de forma gradual e seqüencial. Dessa maneira, o estudante pode seguir seu próprio ritmo, retornando a módulos anteriores, quando sente necessidade, ou espiando o conteúdo de módulos futuros” (VALENTE, 1999, p. 52).

Segundo Valente (1993, p.19) “a análise do erro e sua correção constitui uma grande oportunidade para a criança entender o conceito envolvido na resolução do problema em questão”.

Para Piaget (1976, apud TEIXEIRA, 1997), os erros são indicadores dos conflitos cognitivos, ou seja, mudanças nas estruturas cognitivas do sujeito, passagem de um estado equilibrado (teoria da equilibração), para um estado de transição com formas contraditórias de resolver e interpretar uma mesma situação; o conflito é superado quando há uma reorganização e controle das ações por meio de uma regulação interna.

Os erros apontam os níveis de construção do sujeito, revelando na verdade, os esforços de conciliação entre esquemas (INHELDER, SINCLAIR, BOVET, 1977 apud TEIXEIRA; LEÃO, 2004). O erro não é apenas indicador de uma dificuldade, pode ser indicador de respostas generalizadas e não pontuais e principalmente indicador de uma lógica infantil ou “teoria em ação”, buscando a obtenção do êxito (KARMILOFF-SMITH e INHELDER, 1980 apud TEIXEIRA; LEÃO, 2004).

Para Moreno e Sastre (1983, apud TEIXEIRA, 1997) a aprendizagem operatória é o processo pelo qual se aprende por reconstrução, para a qual os erros exercem papel fundamental, pois são intrínsecos ao processo de construção de esquemas. Em síntese, a consciência do erro facilita a reorganização das variáveis em jogo por meio de um sistema interno explicativo.

De acordo com Brousseau (1983), o erro não é somente efeito da ignorância, da incerteza, mas sim efeito de um conhecimento anterior que era adaptado em um contexto, mas que em outro, não se adapta e não resolve o problema. Para o sujeito, mesmo tendo rejeitado o modelo errado, os conhecimentos antigos se tornam resistentes e às vezes voltam a tona, pois em algumas situações ele já foi eficiente.

As recentes abordagens cognitivas sobre o erro, passaram a encará-lo como integrante do processo de aprendizagem. Isto não significa estabelecer uma pedagogia do erro, mas uma pedagogia que assuma a presença de obstáculos na

construção do conhecimento, como parte do processo. Conhecê-los e criar estratégias visando auxiliar os alunos a superá-los, deve ser uma preocupação incluída no planejamento do professor (TEIXEIRA, 1997, p.51).

De acordo com Lerner (1995), uma das fontes de erro na aprendizagem de números é o papel do zero. No sistema de numeração posicional, no caso de números de dois ou mais algarismos significa, ao mesmo tempo, a ausência de elementos e a presença de posição. O zero em si, não tem nenhum valor, mas o valor do zero depende de sua posição, pois quando aparece sozinho ou à esquerda de outros números não vale nada; quando aparece à direita de outros números dá lugar novamente a duas posições diferentes.

Ao se perguntar para as crianças quanto vale o zero, a maioria diz que o “zero não vale nada”, mas ao apresentarmos exemplos a elas de números como 20, 202 e 200, elas começam a entrar em contradição, pois percebem que o zero tem algum valor quando faz parte de uma quantidade, ou seja, o zero não vale nada, porém não pode ser suprimido. Estes zeros representam a ausência de elementos e a presença da posição. Logo, eliminar o zero significa eliminar a posição, alterando a posição de outros algarismos que constituem o número.

Outra dificuldade que as crianças enfrentam (ibid.) é em relação ao significado do “vai um” ou do “pedir emprestado”; elas não sabem porque não se pode colocar dois algarismos na mesma posição e nem que valor possui o 1 que se “eleva,” ou que se pede “emprestado”. As crianças não relacionam o “elevar-se um” e o “pedir emprestado” com o valor posicional; para elas, o um que se eleva ou que se pede emprestado corresponde a uma unidade, e que se não utilizarem este procedimento a conta dá errada.

Outro grande problema para a aprendizagem do sistema de numeração decimal é relativo à noção de agrupamento de base 10. O relacionamento entre este agrupamento e a numeração escrita é uma construção que, em geral, requer um longo período. As crianças, à

medida que se relacionam com diferentes números no seu cotidiano, vão construindo hipóteses a respeito da composição dos mesmos.

Segundo Teixeira et al. (2000), Teixeira e Leão (2004), a oralidade do sistema de numeração em português é uma das grandes dificuldades das crianças durante a aprendizagem do sistema numérico, pois muitas vezes a nomenclatura tem pouco ou nada a ver com a escrita; outra dificuldade ocorre quando os números apresentam indícios de composição aditiva (NUNES; BRYANT, 1997), como ocorre quando dizemos uma dezena mais duas unidades, o doze.

A numeração escrita não é tão simples para as crianças, pois elas não possuem claramente a idéia da combinação entre dezenas e unidades; a maioria utiliza a transposição da numeração falada para a escrita, como ocorre ao escreverem 205 ao invés de 25.

As pesquisas de Mieko Kamii (1980, 1981, 1982) e descritas por Kamii (1986), com o objetivo de identificar o desenvolvimento da capacidade de crianças entre 4 e 9 anos, na formação de grupos de objetos, na representação e interação entre significantes individualmente construídos e significantes socialmente transmitidos, apresentaram resultados que são referentes ao valor posicional. Foram identificados 5 níveis, cuja descrição segue abaixo:

- Nível 1: nesse nível, as crianças compreendem que os rabiscos de números são marcas que estão ligadas a objetos que são encontrados no mundo real.
- Nível 2: as crianças tentam encontrar algum tipo de correspondência entre os rabiscos que fizeram e qualquer coisa em seus papéis que possa ser quantificada.
- Nível 3: para as crianças, os rabiscos de números e particularmente numerais de um só algarismo, podem significar quantidades de objetos representados.

- Nível 4: nesse nível, os numerais de dois algarismos, sistematicamente significam a totalidade de objetos representados.
- Nível 5: cada algarismo que forma um numeral de dois algarismos indica quantidades que são determinadas pelo lugar ou posição na qual aparecem.

As respostas das crianças sugerem que o valor posicional é algo muito difícil para os alunos de 1ª série, e extremamente confuso para a segunda e até mesmo terceira série... eles entendem que o numeral de vários algarismos é formado por algarismos separados (partes escritas) e que o numeral, como um todo, representa o valor cardinal do todo. Porém eles ficam perplexos com a idéia de que as partes do código têm uma relação específica com o todo numericamente quantificado (KAMII, 1986, p.90).

Segundo Kamii (1993), vários outros pesquisadores fizeram seus estudos sobre a compreensão infantil do valor posicional, os quais seguem abaixo:

- Ross (1986): construiu seus estudos a partir do trabalho de Mieko Kamii (1980, 1982). Fez entrevistas individuais em que mostrava 25 palitos às crianças, pedia-lhes que os contassem e, em seguida, que escrevessem o número correspondente. Depois circundava o algarismo da unidade (5) e perguntava a criança qual o significado, esperava a resposta, e em seguida circundava o algarismo da dezena (2), fazendo a mesma pergunta. Ross concluiu o mesmo que Mieko Kamii, ou seja, que a maioria das crianças (até a 4ª série) embora soubessem determinar a quantidade de palitos e escrever o numeral apropriado, a maioria (até a 4ª série), não sabia que o 5 representava cinco palitos e o 2, vinte palitos.
- Estudos de Silvern (s/data): referiam-se ao valor posicional e à adição, envolvendo reagrupamento. A tarefa sobre valor posicional foi similar à realizada por Ross, tendo ele usado 16 fichas. Em relação à adição, pediu a cada criança que resolvesse a operação $37+48$ de cabeça. Ficou claro neste estudo, portanto, que alunos de terceira série sabem resolver somas com os

famosos reagrupamentos de dezenas, e a maior parte deles pensa que o 1 do 16 significa um, ao invés de dez.

- Estudos de C. Kamii (1987): estudo similar ao de Silvern, mas com um grupo socioeconômico diferente. Na tarefa sobre valor posicional, procedeu da mesma maneira que Silvern e utilizou os números 16 e 54; as respostas corretas para o 5 de 54 foram maiores que as do 1 do 16. Provavelmente, isto ocorreu porque algumas crianças refletiram sobre dezenas e unidades enquanto respondiam o 1 do 16, e isso fez com que melhorassem seu desempenho na tarefa com o 5 do 54. Em relação à adição, as operações usadas foram $25+28$ e $39+28$; 84% das crianças da segunda série e todas as da terceira série resolveram corretamente as operações, mas isto não garante que a criança tenha compreendido o significado de valor posicional dos números.
- Estudos de Cauley (1988): difere dos anteriores porque utiliza a subtração, mas revela a dificuldade da criança em compreender o significado do valor posicional. A pesquisadora entrevistou individualmente as crianças sobre o que pensavam e que significados atribuíam ao que tinham escrito na resolução da operação $56-38$. Para resolver corretamente esta operação é necessário “emprestar um” do 5 do 56, pois para subtrair 8 de 6 não é possível, logo, “empresta-se um” do 5 para subtrair 8 de 16. Foi concluído que crianças das séries primárias, geralmente, pensam que o 1 do 16 significa um, pois continuam considerando cada dígito como unidade.

Os estudos de Bednarz e Janvier (1982) consistiram em entrevistas individuais, em que os pesquisadores mostravam para as crianças alguns cartões com unidades, dezenas e centenas já determinadas. Foram mostrados cartões como “4 unidades”, “40 dezenas” e “5 centenas” e pedido para escreverem o número formado; algumas crianças escreveram o

número 4405, isto é, não levaram em conta a parte escrita dos cartões. Outro exemplo foi com o 445, pegavam primeiro as dezenas e depois as unidades, como se elas servissem apenas para determinar a ordem por escrito dos numerais, sendo assim, pegavam “4 dezenas”, “5 unidades” e então procuravam um de “4 centenas” que não existia. Concluíram que, mesmo nas terceiras e quartas séries, as crianças não compreendem valor posicional, e que as centenas causam maiores dificuldades que as dezenas.

Os estudos de Sinclair, Siegrist e Sinclair (1983) sobre notação numérica, em crianças pré-escolares de 4 a 6 anos, e a pesquisa sobre a interpretação dos algarismos, feita por Sinclair e Sinclair (1984), destacaram que crianças desta faixa etária, refletem sobre problemas matemáticos e constroem procedimentos de representação não convencionais na tentativa de solucioná-los, quando estes são de fácil interpretação, fornecendo assim, indicações interessantes sobre a construção progressiva do nosso sistema de numeração escrita (Sinclair, 1990).

Sinclair (1990) solicitou às crianças que tomem nota de coleções de objetos idênticos, com uma cardinalidade variando de 1 a 8, dispostas numa mesa de forma aleatória. Analisando as produções das crianças, distinguiu seis grandes categorias de notação numérica, caracterizadas a seguir:

- Notação 1: representação global da quantidade – produção de grafias isoladas, de linhas compridas ou onduladas, as quais não correspondem à natureza e forma dos objetos e cardinalidade da coleção.
- Notação 2: uma só figura – a criança representa características dos objetos da coleção e não faz referência a cardinalidade do conjunto.
- Notação 3: correspondência termo a termo – correspondência entre o número de objetos e o número de grafias produzidas, apresentando-se em dois tipos de grafismo: icônicos e abstratos (sem nenhuma relação com a forma do objeto).

- Notação 4: aparecimento dos algarismos – semelhante à notação anterior, porém utilizando algarismos.
- Notação 5: o cardinal sozinho – utilização do algarismo sozinho, sem acréscimo de grafias para precisar o objeto.
- Notação 6: cardinal acompanhado do nome dos objetos – algarismo acompanhado de letras, especificando o objeto.

Os resultados obtidos (ibid., 1990), mostram que existe uma relação entre a idade e a utilização dos tipos de notação; os algarismos são empregados, embora crianças tenham usado mais de um tipo de notação, durante a pesquisa. Observa-se, ainda, sujeitos identificando corretamente os numerais escritos e não sendo capazes de empregá-los na tarefa simples, proposta na situação experimental. A autora constatou então, que o conhecimento dos símbolos convencionais pela criança não é suficiente para conduzi-la a se utilizar dessa grafia de maneira apropriada. A autora ressalta que este conhecimento deve ser combinado com elementos cognitivos que permitam a compreensão e a utilização do sistema de numeração escrita.

Para Sinclair, Tiéche – Christinat, Garin (1994) apud Teixeira et al. (2000), as crianças não aprendem a escrita numérica de acordo com o princípio da aritmetização numérica conforme proposto por Piaget e Szeminska (1975), isto é, elas não aprendem primeiro os números pequenos (dezenas), para depois entenderem os números progressivamente maiores; para essas autoras, as crianças constroem seus conhecimentos por meio da transcrição da numeração oral para a escrita e na construção de hipóteses tais como a hipótese aditiva e a importância do algarismo da esquerda.

Teixeira e Leão (2004), em um estudo com adultos pouco escolarizados, afirmam que a aprendizagem escolar da numeração escrita baseia-se na composição aditiva do número, enfatizando a contagem por agrupamentos; e, para que ocorra uma escrita correta

(convencional), o aluno tem que relacionar o valor que o algarismo assume em um número com os números que ele já conhece e utiliza no cotidiano.

Lerner e Sadovsky (1996) verificaram a escrita numérica por meio de uma situação experimental centrada na comparação de números e na produção desses. Primeiramente, as autoras pediram às crianças que comparassem os números existentes nas cartas de baralho, e essa comparação baseava-se exclusivamente na escrita numérica. Em um segundo momento, foi pedido às crianças que pensassem e escrevessem um número muito alto; começava-se então uma discussão na qual, as próprias crianças opinavam na escrita do colega e decidiam quem tinha escrito o número maior.

A escrita convencional dos números não segue a ordem da série numérica: as crianças manipulam em primeiro lugar a escrita dos ‘nós’ – quer dizer, das dezenas, centenas, unidades de mil..., exatas – e só depois elaboram a escrita dos números que se posicionam nos intervalos entre estes nós (LERNER; SADOVSKY, 1996, p.87).

As crianças relacionam a escrita numérica com a numeração falada e seus conhecimentos da escrita convencional dos nós, isto é, “elas misturam os símbolos que conhecem, colocando-os de maneira tal que se correspondam como a ordenação dos termos na numeração falada” (ibid, 1996, p.92).

2.4 TEORIAS DE APRENDIZAGEM E A ESPIRAL DE CONSTRUÇÃO DO CONHECIMENTO DE VALENTE

Como já foi dito no início do capítulo, a teoria comportamental não explica os processos cognitivos complexos necessários na aprendizagem da noção de número e do sistema de numeração decimal, portanto, para que ocorra a aprendizagem, não bastam as mudanças no comportamento, e sim no conhecimento, dados pela integração e organização interna das idéias pela estrutura cognitiva.

Algumas teorias cognitivistas ajudam na compreensão dos conceitos de valor posicional e da escrita numérica, de maneira que para Piaget, o conceito de número se

desenvolve por um processo de auto-regulação, que resulta das regulações operatórias, expressas quando a criança começa a contar e utilizar relações de reunião, ordenação e conservação de grandezas, ou lógicas, isto é, quando a criança passa a pensar de forma reversível e começa a fazer relações para resolver uma operação, como por exemplo quando ela percebe a equivalência entre 1 dezena e 10 unidades, o significado da base 10 ou quando ela compreende o caráter polinomial da escrita numérica

Por outro lado, Vygotsky colabora no entendimento da aprendizagem da escrita numérica que ocorre por meio da interação com o meio, ou seja, pela mediação. As crianças quando começam a contar, inicialmente utilizam objetos externos (dedos), para depois substituí-los por signos internos que representam os numerais. Além disso, a escrita numérica representa um sistema de números criado por uma cultura, a qual é incorporada pela criança ao longo do desenvolvimento a partir de situações específicas.

Pode-se observar que as idéias das teorias de aprendizagem descritas, por serem de base construtivista, podem ser identificadas na proposta de Valente (2002), quando ele apresenta a espiral descrição-execução-reflexão-depuração-descrição, como a forma ideal de interação aprendiz-computador. Esta interação é mediada por uma linguagem de programação que descreve o raciocínio do aluno para o computador, e este executa essa descrição, retornando uma solução do problema, fazendo com que o aprendiz reflita sobre a resposta apresentada e posteriormente depure esta solução em relação a sua idéia inicial.

As teorias existentes na espiral de Valente (idem) servem para ajudar a explicar os níveis de interação e as atividades desse esquema de aprendizagem. Quando se faz o uso do computador por um grupo de crianças, pode-se observar os processos descritos por Vygotsky (interação com o meio social; mediação, formação de conceitos), tanto quanto os apontados pela abordagem piagetiana, ou seja, na interação aprendiz-computador destacam-se a necessidade de reflexões e abstrações, o emprego de esquemas de assimilação, a criação de

novos esquemas e o papel dos conflitos ou situações problema para a construção do conhecimento. A colaboração dessas teorias de aprendizagem podem ser reconhecidas no esquema proposto por Valente (1993), apresentado na figura abaixo:

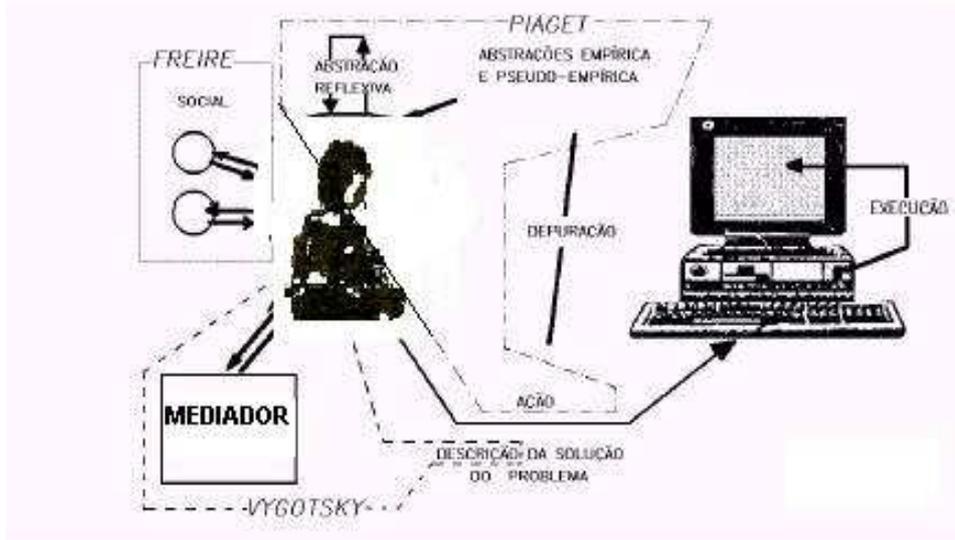


Figura 10 - Interação aprendiz-computador na situação de construção do conhecimento (VALENTE, 1993).

Ausubel, por sua vez, se preocupa com a aprendizagem de conceitos científicos na escola, une em sua teoria da aprendizagem significativa o caráter lógico (Piaget) ao das representações (mediações sociais de Vygotsky), na construção dos conceitos.

A aprendizagem significativa do sistema de numeração decimal supõe que a criança tenha claramente em sua estrutura cognitiva algumas idéias substantivas como: o valor posicional; compreensão do sistema de numeração de base 10; entendimento de unidades, dezenas, centenas, agrupados em ordens; o papel do zero (sozinho ou quando constitui um ou mais algarismos que formam um número); compreensão de que “elevar-se um” está relacionado com a base decimal (10) do nosso sistema de numeração.

Para que a aprendizagem desses conceitos aconteça, o processo de ensino-aprendizagem deve ser baseado numa relação entre o que o aluno já sabe e os objetivos da

escola. A aprendizagem deve ocorrer de maneira significativa e o professor deve interferir para que isto aconteça, pois o aluno não pode sozinho conseguir o aprendizado. A mediação de outras pessoas e instrumentos (computador) é fundamental para o desenvolvimento do pensamento do aluno, cabendo ao professor, no caso da escola, a escolha e o uso adequado dos instrumentos a serem utilizados na construção do conhecimento.

3 OBJETIVOS E METODOLOGIA

No contexto escolar de aprendizagem matemática, os alunos apresentam, no geral, muitas dificuldades na aprendizagem e aplicabilidade da mesma, gerando altos índices de retenção. Mas como mudar esta situação? Em que medida é possível a integração de softwares educacionais ao ensino-aprendizagem da matemática, como um recurso que possa colaborar para a compreensão dos alunos?

É preciso dar respostas em relação aos benefícios que a utilização de softwares educacionais traz ao ensino-aprendizagem dessa disciplina. Como analisar estes softwares? Quais parâmetros de análise utilizar? Os professores são capacitados para a escolha e utilização desses softwares? Quais os limites para o uso desses recursos ou até que ponto eles podem colaborar com a tarefa de ensinar do professor?

3.1 OBJETIVO GERAL

O presente estudo teve por objetivo analisar os pressupostos pedagógicos de um software de ensino de matemática com atividades específicas de 1ª a 4ª séries, disponível para

a rede municipal de ensino (“Estação Saber”), a fim de verificar a viabilidade e influência do mesmo para a aprendizagem do sistema de numeração decimal.

3.2 OBJETIVOS ESPECÍFICOS

Mais especificamente, os objetivos foram:

- usar o software “Estação Saber” nas atividades de ensino de matemática em parceria com o professor da 3ª série do ensino fundamental;
- comparar os resultados entre os grupos controle e experimental, relativos à aprendizagem do sistema de numeração;
- identificar e analisar os tipos de erros mais freqüentes apresentados pelas crianças, nos dois grupos.

3.3 METODOLOGIA

Primeiramente, foi feito um levantamento dos softwares de matemática existentes no mercado e quais eram os pressupostos pedagógicos que estavam presentes nesses softwares.

Diversos softwares foram encontrados, sendo a maioria do tipo ensino assistido por computador como exercício-e-prática ou jogo, isto é, exercícios para reforçarem a aprendizagem ou atividades que desafiavam os alunos, mas que apenas exigiam a memorização de informações e não a construção do conhecimento. Exemplos desses softwares são: Supergênios-Numeramigos; Navegando com as quatro operações; Calculando; Adoro Matemática; Tabuada no Tabuleiro; Tabuada – Positivo; Supermercado: usando a matemática na prática; Matematrix; Calculando Matemática; Operação Netuno; A Montanha do Tesouro; Estação Saber; e outros. Todos estes softwares podem ser considerados instrucionistas e se apresentam na forma tradicional de ensino.

Uma nova proposta de aprendizagem foi encontrada na linguagem Logo (MegaLogo) que, por meio da geometria da tartaruga, proporciona a construção do conhecimento ao aluno. Algumas escolas Municipais de Campo Grande possuem o Logo, mas não foi encontrada nenhuma que fizesse o seu uso.

Optou-se neste estudo por um delineamento quase-experimental, envolvendo um “grupo controle” (turma convencional) e um “grupo experimental” (turma do software). Para comparar os resultados quantitativos da avaliação da aprendizagem dos alunos dos dois grupos, foi utilizado o teste estatístico qui-quadrado χ^2 .

O teste χ^2 é adequado para analisar situações em que o pesquisador está interessado no número de indivíduos, objetos e respostas às quais procura-se comprovar a hipótese de que as respostas das categorias (pode ser duas ou mais), difiram ou não realmente em suas frequências.

De acordo com Siegel (1977, p. 47), “a técnica usada é do tipo de prova de aderência, no sentido de que pode ser empregada para comprovar se existe diferença significativa entre o número observado de indivíduos, ou de respostas, em determinada categoria, e o respectivo número esperado, baseado na hipótese de nulidade”.

“Um experimento é uma pesquisa, onde se manipulam uma ou mais variáveis independentes e os sujeitos são designados aleatoriamente a grupos experimentais” (KERLINGER, 1979).

Um estudo em que é dispensada a formação aleatória dos grupos é denominado estudo quase-experimental. De acordo com Laville e Dione (1999), a razão disso é que nem sempre o ambiente em que se realizará a pesquisa poderá ser alterado ou formado pelo pesquisador, como é o caso de pesquisas realizadas em escolas preservando, na maioria das vezes, as salas de aulas já existentes.

A pesquisa foi desenvolvida em duas turmas da 3ª série do ensino fundamental de uma escola da Rede Pública Municipal de Campo Grande – MS, com base em dois procedimentos: turma do software, que utilizou o software e turma convencional que usou o método convencional (livro didático, giz, lousa).

Na sala que se denominou turma do software, primeiramente aplicou-se um pré-teste sobre sistema de numeração decimal; seguido de 6 aulas de 50 minutos cada, com atividades sobre números no software e, posteriormente, foi aplicado o pós-teste. Dos 30 alunos que pertenciam a esta turma, somente 17 alunos foram sujeitos da pesquisa, pois, alguns alunos se ausentaram no dia da aplicação do pré-teste.

Na turma convencional, primeiramente aplicou-se o pré-teste; seguidamente, foram trabalhados em 5 aulas de 60 minutos, exercícios sobre números do livro didático como o de costume do professor, e posteriormente aplicou-se o pós-teste. Os 30 alunos que pertenciam a esta turma participaram de todas as atividades, mas 17 alunos foram escolhidos aleatoriamente, para formar um grupo de sujeitos com o mesmo número de integrantes da turma do software.

3.4 O PRÉ-TESTE E O PÓS-TESTE

O pré-teste e o pós-teste foram constituídos de 10 questões idênticas, por meio das quais se procurou identificar conceitos relevantes sobre sistema de numeração, como: o valor absoluto e relativo do número; composição e decomposição de números e o significado do “vai um” na adição. As questões de 1 a 5 eram convencionais, como as encontradas no livro didático e as de 6 a 10 tinham um caráter mais operatório com exigência de maior compreensão. Para cada uma das questões foram registrados acertos, erros e ausência de respostas, para posterior comparação entre os grupos.

Além disso, foram registrados e categorizados os tipos de erros produzidos, tendo em vista verificar a existência de relações entre a produção de erros nos dois grupos pesquisados.

A questão 1 tinha por objetivo identificar dois fatores: a composição numérica dos números, isto é, a escrita dos números por meio de algarismos; e sua leitura/escrita consistida da escrita por extenso de como o número é lido.

A questão 2 baseava-se na identificação de três fatores: a decomposição numérica por meio da colocação dos algarismos em suas respectivas ordens; a escrita por extenso do algarismo e sua ordem correspondente; e a equivalência dos algarismos em unidades, isto é, se a criança sabia escrever o algarismo em sua determinada ordem e fazer a equivalência até a ordem das unidades.

A questão 3 visava a ordenação de seqüências numéricas. Foram apresentadas 4 seqüências de números, todos fora de ordem: as duas primeiras tinham que ser ordenadas em ordem crescente e as duas últimas, em ordem decrescente.

A questão 4 identificava a relação de maior que ($>$), menor que ($<$) e de igualdade ($=$) entre dois números.

A questão 5 analisava 2 fatores: a decomposição numérica por meio da relação do algarismo com sua classe correspondente e a nomenclatura do número por meio da escrita por extenso de como o número é lido.

A resolução de duas operações de soma e a identificação do significado do “vai um”, foram o objetivo da questão 6.

A composição numérica por meio dos algarismos e as ordens correspondentes que foram apresentadas, foram identificadas na questão 7.

A questão 8 consistia em responder a quantidade de dezenas existentes em cada número.

O objetivo da questão 9 era analisar se as crianças sabiam identificar a quantidade de bolinhas que correspondiam ao algarismo 2 do número 12 e se sabiam identificar a quantidade de bolinhas que correspondiam ao algarismo 1 do número 12.

A questão 10 objetivava, por meio de cartões predefinidos, identificar a decomposição numérica dos números apresentados.

3.5 O SOFTWARE “ESTAÇÃO SABER”

O Software Estação Saber é o software distribuído na Rede Pública Municipal de Ensino de Campo Grande-MS e foi desenvolvido para as séries iniciais do ensino fundamental. O software consiste em quatro CD-ROM, cada um específico de uma série, apresentando diversas disciplinas (português, geografia, história, ciências, matemática etc.) e suas atividades correlatas.

Foram trabalhadas com as crianças atividades da área de matemática como: o “Jogo do Ábaco” que está inserido no CD-ROM da 1ª série, “Colocando em Ordem” e “Barquinho matemático”, inseridos no CD-ROM da 2ª série.

O “Estação Saber” foi escolhido por várias razões: é o único software distribuído pela Rede Pública Municipal, portanto, acessível aos professores; por estar na forma tradicional (instrucionista) em que os computadores têm sido utilizados na educação (VALENTE, 1999) e sobretudo por haver por parte do professor, motivação para aprender a utilizá-lo.

Enfatizando as justificativas acima e considerando a pouca disponibilidade de horários que a escola permitiu que a pesquisa fosse desenvolvida, o estudo limitou-se ao uso do software somente como um recurso de reforço, a fim de verificar se o mesmo traria benefícios na aprendizagem das crianças. Devido à falta de tempo não foi possível preparar o

professor para um uso correto do software e nem fazer com que ele trabalhasse os erros com as crianças, para a realização completa da espiral da aprendizagem de Valente (2002).

Em se tratando dos aspectos pedagógicos (VALENTE, 1993, 1999), o Estação Saber é um software baseado no ensino assistido por computador e classificado como um software de exercício-e-prática, apresentando atividades que exigem apenas o fazer, o memorizar informação. Em geral, é utilizado para a fixação da aprendizagem e não propriamente para ensinar conceitos. Os erros e acertos são identificados mecanicamente, mas o software não detecta a origem do erro e o porque o aluno está errando; cabe ao professor fazer esta identificação.

O Estação Saber também pode ser classificado como jogo, pois o software em alguns momentos estimula o aluno a querer vencer o jogo e a realizar certos desafios; mas as características relevantes são do tipo de exercício-e-prática, nada além de atividades de reforço e memorização.

Considerou-se que as características de jogo (desafio e motivação) presentes no software são muito simplistas e primitivas, frente à estimulação, competição e realização da espiral descrição-execução-reflexão-depuração-descrição, que um verdadeiro jogo pode proporcionar. Por estas justificativas preferiu-se classificar o software somente como do tipo exercício-e-prática.

Com o uso do Estação Saber, a espiral da aprendizagem (VALENTE, 2002) só ocorrerá se o professor identificar e conscientizar o aluno sobre o seu erro, desta forma, o aluno poderá mudar os seus conceitos e tentar uma nova solução para o problema, tornando-se um processo de crescimento contínuo do conhecimento.

Em relação aos aspectos técnicos e estéticos, o software apresenta-se adequado, possuindo imagem, animações e sons; as informações são claras e objetivas; os comandos são claros; a tela é de fácil entendimento, atendendo às necessidades dos alunos.

3.5.1 O jogo do Ábaco

Na tela inicial, é pedido ao usuário que digite o seu nome e escolha um nível do exercício para representar os números por meio das seguintes opções: unidades, dezenas, centenas, unidades de milhar e monte o seu número, que consiste em um espaço aberto para o professor ou aluno escrever o número que deseja utilizar para fazer o exercício.

Depois de escolhido o nível, as peças que estão no armário (apresentado na tela do software) devem ser movidas, clicando e arrastando-as para os pinos de cores correspondentes, conforme o número sorteado.

Em seguida, deve ser clicado o botão CORRIGIR. Se a resposta estiver correta, o botão PRÓXIMO deve ser clicado para um novo número ser sorteado ou os botões SOMA e SUBTRAÇÃO para representar operações, ou em NÍVEIS para o nível ser mudado.

Se a resposta estiver errada, o mesmo número deve ser representado novamente.

Para iniciar um novo exercício, N (Novo Jogo) deve ser clicado.

Quando desejar sair do exercício, clique no X (Sair). Nesse momento, os registros são transformados em um relatório com acertos, erros e o tempo de duração do mesmo.

3.5.2 Colocando em Ordem

O exercício consiste em fazer os peixinhos acertarem as bolhas que estão flutuando em cima do rio, conforme a ordem crescente ou decrescente, escolhida pelo aluno.

Na tela inicial, é pedido ao usuário que digite seu nome e clique em jogar. Em seguida, deve ser escolhida uma modalidade do exercício, isto é, ordem crescente ou decrescente e novamente o botão jogar deve ser clicado.

Para os peixinhos se movimentarem, devem ser utilizadas as setas bidirecionais e para as bolhas serem lançadas utiliza-se a barra de espaço. Cada uma das bolhas que estão

flutuando possui um número e devem ser estouradas de acordo com a modalidade escolhida, isto é, de acordo com a ordem crescente ou decrescente.

Se a resposta estiver CERTA, isto é, se o número da bolha estourada estiver de acordo com a modalidade escolhida, a bolha permanece estourada e o número passa a fazer parte da seqüência determinada.

Se a resposta estiver ERRADA, isto é, se o número da bolha estourada não estiver de acordo com a modalidade escolhida, a bolha volta a flutuar e novamente deve ser escolhida uma bolha para ser estourada.

Conforme o aluno vai acertando a seqüência de números correspondente à modalidade escolhida, o mesmo vai mudando de nível, podendo chegar até o nível 5. A cada nível aumenta o grau de dificuldade na formação da seqüência de números, de acordo com a modalidade escolhida.

Se desejar iniciar um novo jogo, deve ser clicado o botão REINICIAR.

Para que um relatório com os registros dos níveis e números de acertos e erros seja gerado, deve ser clicado o botão R (Relatório).

Para sair do jogo, deve ser clicado o botão SAIR.

3.5.3 Barquinho matemático

O exercício consiste em levar os bloquinhos no barquinho para o outro lado da lagoa, de acordo com a ordem crescente ou decrescente determinada.

Na tela inicial é pedido ao aluno que digite seu nome e clique em jogar. Em seguida, deve ser escolhida uma modalidade de exercício, isto é, ordem crescente ou decrescente e novamente o botão jogar deve ser clicado.

Para o barquinho ser movimentado, utiliza-se as setas bidirecionais; para selecionar o bloquinho a ser transportado, clica-se e arrasta-se um bloquinho para dentro do

barquinho. Cada bloquinho possui um número, e deve-se carregá-los para o outro lado da lagoa de acordo com a modalidade escolhida, isto é, de acordo com a ordem crescente ou decrescente.

Se a resposta estiver CERTA, isto é, se o número do bloquinho a ser transportado estiver de acordo com a modalidade escolhida, o bloquinho é levado ao outro lado da lagoa.

Se a resposta estiver ERRADA, isto é, se o número do bloquinho a ser transportado não estiver de acordo com a modalidade escolhida, o bloquinho é afundado na lagoa e novamente escolhe-se um bloquinho para ser transportado ao outro lado da lagoa.

Conforme o usuário vai acertando a seqüência de números correspondente à modalidade escolhida, ele vai mudando de nível podendo chegar até o nível 5. A cada nível aumenta o grau de dificuldade na formação da seqüência de números, de acordo com a modalidade escolhida.

Se desejar iniciar um novo jogo, deve clicar o botão REINICIAR.

Para que um relatório com os registros dos níveis e o número de acertos e erros seja gerado, clica-se no botão R (Relatório).

Quando desejar sair do jogo, deve ser clicado o botão SAIR.

3.6 ORGANIZAÇÃO DAS AULAS UTILIZANDO O SOFTWARE

Partiu-se do princípio que os alunos tinham um prévio conhecimento do sistema de numeração decimal, já estudado nas séries anteriores.

Após as crianças da turma do software terem feito o pré-teste (escrito), as mesmas tiveram seis aulas, com 50 minutos cada uma, na sala de informática, utilizando o software “Estação Saber”. O uso do software foi feito especificamente com os exercícios de matemática relacionados com o sistema de numeração decimal. Posteriormente, foi aplicado o pós-teste.

As crianças foram divididas em duplas, tendo cuidado para que os mesmos pares permanecessem até o final das atividades com o software. Cada dupla utilizava um computador.

A sala de informática possuía 25 computadores dispostos em 3 fileiras, um ao lado do outro; todos equipados com multimídia, mas nem todos estavam em condições de funcionamento. Alguns computadores não possuíam memória suficiente para suportar o software, tornando o seu uso lento e até mesmo chegando a travar.

3.6.1 25/04/05 – 1ª aula – Jogo do Ábaco

Previamente, a professora responsável pela sala de informática já havia providenciado a instalação do software e sua abertura na tela inicial para as crianças iniciarem as atividades. As mesmas foram recebidas na sala de informática e alocadas duas a duas em cada computador.

Em seguida, a professora responsável pela turma (formada em pedagogia), passou todas as instruções da atividade para as crianças. Iniciou dizendo que a atividade consistia no “Jogo do Ábaco”, por meio do qual devia se colocar as peças do armário em cada pino de cor correspondente, de acordo com o número sorteado. Também ensinou os comandos a serem utilizados no jogo e determinou que as crianças escolhessem o nível das “dezenas” para darem início ao exercício. Notou-se que a professora utilizava o método instrucionista ao determinar que os alunos escolhessem as dezenas, ao invés, de deixar que elas explorassem o software de acordo com o próprio interesse.

Escolhendo o nível das dezenas, a professora tinha como objetivo trabalhar e enfatizar os conceitos de unidades e dezenas por meio da decomposição numérica.

Enquanto as crianças desenvolviam o exercício, a pesquisadora e a professora responsável pela turma auxiliavam os alunos no manuseio do computador. Percebeu-se que a

maioria das duplas não possuía dificuldades com o manuseio do computador e com a decomposição dos números.

Ao final da aula, enquanto as crianças retornavam à sala de aula com a professora responsável pela turma, a pesquisadora registrava os resultados apresentados no relatório gerado pelo software sobre quantidade de acertos, quantidade de erros, os números mais errados e o tempo de jogo. Nenhum trabalho foi feito pela professora com os erros apresentados pelos alunos, passando os mesmos a serem irrelevantes e desconsiderados durante a aprendizagem.

3.6.2 26/04/05 – 2ª aula – Jogo do Ábaco

Como na aula anterior, as crianças foram alocadas duas a duas (mantendo a dupla da aula anterior) em cada computador, no qual o software estava preparado para que as crianças pudessem dar início à atividade.

Novamente, as crianças trabalhariam com o “Jogo do Ábaco”. A professora passou as instruções da atividade e reforçou os comandos a serem utilizados no exercício.

Foi determinado às duplas que escolhessem o nível das “centenas”, por meio do qual, a professora (instrucionista) objetivava trabalhar os conceitos de unidades, dezenas e centenas, utilizando a decomposição numérica.

Enquanto as crianças desenvolviam o exercício, a pesquisadora e a professora responsável pela turma auxiliavam os alunos no manuseio do computador. Novamente a maioria das duplas não apresentou dificuldades com o manuseio do software e com o conteúdo.

Ao final da atividade, como na aula anterior, a pesquisadora anotou os resultados apresentados no relatório gerado pelo software.

3.6.3 02/05/05 – 3ª aula – Jogo do Ábaco

Na 3ª aula também foi utilizado o “Jogo do Ábaco” e foram seguidos os mesmos procedimentos das aulas anteriores.

Foi determinado às duplas que escolhessem o nível das “unidades de milhar”, por meio do qual a professora objetivava trabalhar os conceitos de unidades, dezenas, centenas e unidades de milhar, utilizando a decomposição numérica. Notou-se que a professora mais uma vez utilizou o método instrucionista com os alunos, determinando como o exercício deveria ser realizado.

As observações e anotações sobre os resultados apresentados no relatório gerado pelo software se deram pela pesquisadora, como nas aulas anteriores. Constatou-se que algumas duplas apresentaram dificuldades com o conceito de unidades de milhar.

3.6.4 09/05/05 – 4ª aula – Jogo do Ábaco

Seguindo-se os mesmos procedimentos das aulas anteriores, as duplas foram alocadas cada uma em um computador, o software encontrava-se de forma a dar início à atividade e novamente utilizou-se o “Jogo do Ábaco”.

Foi dito às duplas que escolhessem o nível “monte o seu número”, por meio do qual a professora pretendia trabalhar os conceitos de unidades, dezenas, centenas e unidades de milhar, utilizando a decomposição numérica de números especificados pela mesma.

Os números escolhidos pela professora foram: 015, 4050, 104, 1501, 88, 3021, 9009, 0009, 8085, 2000.

Durante o desenvolvimento do exercício, a professora responsável pela turma e a pesquisadora auxiliaram no manuseio do software como de costume, em seguida, anotaram os resultados apresentados no relatório gerado pelo software ao final da atividade. Novamente alguns alunos apresentaram dificuldades com a unidade de milhar e com o zero.

3.6.5 10/05/05 – 5ª aula – Colocando em Ordem

Previamente, a professora responsável pela sala de informática já havia providenciado a instalação e abertura dos softwares. As crianças foram, como sempre, alocadas duas a duas (mesmas duplas) em cada computador.

Em seguida, a professora responsável pela turma, passou todas as instruções da atividade para as crianças. Explicou que a atividade consistia em um exercício chamado “Colocando em Ordem”, por meio do qual, os peixinhos deviam lançar tiros para estourarem as bolhas que estavam flutuando de acordo com a ordem crescente ou decrescente determinada. Também ensinou os comandos a serem utilizados no jogo e determinou que as crianças escolhessem a modalidade “crescente” para darem início ao exercício. Percebeu-se que o método instrucionista continuou predominando no decorrer das atividades, pois, a professora determinava o que os alunos deveriam realizar.

Escolhendo a modalidade “crescente”, a professora tinha como objetivo trabalhar e enfatizar os conceitos de ordenação numérica crescente, isto é, se as crianças sabiam colocar uma seqüência numérica do menor para o maior número, qual número vem antes, qual vem depois e os conceitos de sucessor e antecessor.

Enquanto as crianças desenvolviam o exercício, a pesquisadora e a professora responsável pela turma auxiliavam os alunos no manuseio do computador. Ao final da aula, enquanto as crianças retornavam à sala de aula com a professora responsável pela turma, a pesquisadora anotava os resultados apresentados pelo relatório gerado pelo software sobre quantidade de acertos e erros por nível e o tempo de jogo. A maior parte das duplas não teve dificuldades com os comandos do software ou com a ordenação crescente dos números.

3.6.6 16/05/05 – 6ª aula – Barquinho matemático

O software foi encontrado na tela inicial, pronto para as crianças iniciarem as atividades, sendo as mesmas duplas alocadas por computador.

Em seguida, a professora responsável pela turma, passou todas as instruções da atividade para as crianças. Apresentou a atividade, mostrando que consistia em um exercício chamado “Barquinho matemático”, por meio do qual, os bloquinhos eram transportados pelo barquinho para o outro lado da lagoa, de acordo com a ordem crescente ou decrescente determinada. Mostrou os comandos a serem utilizados no jogo e pediu que as crianças escolhessem a modalidade “decrescente” para darem início ao exercício.

Escolhendo a modalidade “decrescente”, a professora (instrucionista) tinha como objetivo trabalhar e enfatizar os conceitos de ordenação numérica decrescente, verificando se as crianças sabiam colocar uma seqüência numérica do maior para o menor número, qual número vem antes, qual vem depois e os conceitos de sucessores e antecessores.

Enquanto as crianças desenvolviam o exercício, a pesquisadora e a professora responsável pela turma auxiliavam os alunos no manuseio do computador. Muitas duplas se desentendiam na escolha dos números em ordem decrescente, pois, discordavam na escolha de qual número era maior que o outro.

Ao final da aula, enquanto as crianças retornavam à sala de aula com a professora responsável pela turma, a pesquisadora anotava os dados do relatório gerado pelo software.

3.7 ORGANIZAÇÃO DAS AULAS UTILIZANDO O MÉTODO CONVENCIONAL

Seguiu-se o mesmo princípio da turma do software, de que os alunos tinham um prévio conhecimento do sistema de numeração decimal, já estudado na 1ª e 2ª séries.

Após as crianças da turma convencional terem feito o pré-teste, esta turma teve cinco aulas de 60 minutos cada, na própria sala de aula, utilizando exercícios de matemática

baseados em livros didáticos, relacionados com o sistema de numeração decimal, conforme o uso corrente feito pela professora da classe. Posteriormente, foi aplicado o pós-teste.

3.7.1 26/04/05 – 1ª aula – Composição numérica

Inicialmente, a professora⁸ perguntou aos alunos e escreveu no quadro-negro a equivalência dos números em unidades como: Quanto vale...?

1 unidade = 1 unidade de dezena

1 dezena = 10 unidades

1 centena = 100 unidades

1 unid. de milhar = 1000 unidades

Por ser um conteúdo já visto pelas crianças na 1ª, 2ª e 3ª séries, a professora não explicou o conteúdo e, em seguida, deu início à atividade abaixo. Pediu aos alunos que escrevessem qual número era formado em cada item e, se tivessem dúvidas, levantassem a mão que ela iria até a carteira explicar o exercício.

Atividade 1 – Escreva os números:

a) Cento e setenta e um =

b) 7 centenas + 3 dezenas + 9 unidades =

c) $400 + 30 + 7 =$

d) 1 unid. milhar + 0 cent. + 5 dez. + 8 unid. =

e) 20 dezenas =

f) $900 + 5 =$

A professora simplesmente recolheu a atividade para correção, mas não fez nenhuma devolutiva a respeito dos erros aos alunos.

⁸ Não é a mesma professora da turma do software, mas também é pedagoga.

3.7.2 28/04/05 – 2ª aula – Decomposição numérica

Na 2ª aula, a professora entregou uma folha com a atividade e pediu às crianças que resolvessem a questão, dando a instrução de que cada algarismo devia ficar em uma casinha, como no exemplo.

Atividade 2 - Preencha o quadro de valores.

	Unid. De Milhar	Centenas	Dezenas	Unidades
3856	3	8	5	6
307				
5004				
020				
123				
999				
1320				
005				
037				
1000				
600				
48				

Foram dados às crianças 30 minutos para tentarem fazer sozinhas. Em seguida, a professora chamava algumas crianças aleatoriamente para colocarem a resposta no quadro-negro. Se a resposta estivesse errada, chamava outra criança, até chegar à resposta correta.

Notou-se que, quando a criança errava, a professora ao invés de trabalhar o erro com o aluno, chamava outra criança. Desta forma, a professora enfatizava o modelo do instrucionismo, não levando os erros em consideração. As crianças continuavam com o conhecimento errado ou incompleto.

3.7.3 03/05/05 – 3ª aula – Decomposição Numérica

A 3ª aula também foi sobre decomposição numérica. Inicialmente a professora passou o exercício no quadro-negro e pediu às crianças que copiassem em seus cadernos.

Atividade 3 – Decomponha os números abaixo:

Ex. 3563 – 3 unidades + 6 dezenas + 5 centenas + 3 unidades de milhar

- | | | | |
|----------|--------|--------|-------|
| a)234 – | b)104 | c)300 | d)088 |
| e)3021 – | f)5009 | g)4050 | |
| h)0007 – | i)1111 | j)2000 | |

Enquanto os alunos desenvolviam a atividade, a professora ficou andando pela sala e observando quem estava com dificuldade de resolução. Foram dados 30 minutos para as crianças realizarem a atividade. Posteriormente, a professora chamou alguns alunos que estavam com dificuldade para resolver o exercício no quadro-negro. Desta forma, a mesma corrigia e explicava para toda sala qual era a resposta correta e enfatizava os erros para que as crianças não os repetissem.

3.7.4 05/05/05 – 4ª aula – Ordem crescente

A professora (instrucionista) iniciou a aula, questionando as crianças sobre como era colocar os números em ordem crescente. Ouviu a opinião de vários alunos e concluiu dizendo que por em ordem crescente era ordenar os números do menor para o maior. Em seguida, entregou uma folha com a atividade e pediu às crianças que ordenassem os números na ordem certa (do menor para o maior). As crianças tiveram 40 minutos para resolver a questão.

Atividade 4 - Coloque os números em ordem crescente:

54 – 109 – 92 – 112 - 17 _____

50 – 242 – 94 – 227 – 254 – 374 – 335 – 163 _____

6 – 102 – 139 – 412 – 578 – 595 – 346 – 251 – 127 _____

689 – 258 – 231 – 149 – 55 – 90 – 555 – 799 – 172 _____

302 – 485 – 493 – 364 – 405 – 283 – 649 – 94 – 660 _____

Posteriormente, a professora foi ao quadro-negro e fez a correção pedindo aos alunos que ditassem para ela, a ordem correta.

3.7.5 10/05/05 – 5ª aula – Ordem decrescente

A 5ª aula seguiu os mesmos procedimentos da aula anterior. A professora frisou bem que ordem decrescente era colocar os números do maior para o menor. Pediu aos alunos, que quem quisesse resolver o exercício no quadro negro, levantasse a mão. A professora escolheu algumas crianças e após colocarem suas respostas no quadro-negro, a mesma fez a correção, salientando e explicando os erros.

Atividade 5 - Coloque os números em ordem decrescente:

180 – 161 – 162 – 10 – 73 – 48 – 15 – 193 – 197 _____

317 – 58 – 262 – 299 – 396 – 376 – 177 – 302 – 155 _____

157 – 68 – 2 – 365 – 479 – 191 – 185 – 578 – 322 _____

344 – 496 – 756 – 445 – 203 – 579 – 387 – 23 – 764 _____

989 – 6 – 207 – 510 – 400 – 109 – 127 – 921 – 872 _____

Ambas as professoras (turma do software e convencional) não tiveram acesso aos pré-testes dos alunos, portanto não conheciam suas dificuldades e erros. Este fato foi proposital, afim de que as professoras não alterassem suas práticas em sala de aula e ensinassem conforme os seus costumes. Partiu-se do pressuposto de que, se as professoras

tivessem acesso ao pré-teste, poderiam trabalhar especificamente questões idênticas para que os alunos apresentassem bons resultados.

Os resultados obtidos na pesquisa foram analisados em duas partes: primeiramente, foi feita uma análise do número de acertos das crianças no pré e pós-testes de ambas as turmas, objetivando fazer uma comparação a fim de verificar se o software contribuiu ou não na compreensão desses alunos. Em seguida, foi feita uma análise dos tipos de erros produzidos pelas crianças nas duas turmas, para verificar a origem e grau de dificuldade dos mesmos.

4 RESULTADOS

Neste capítulo serão apresentados os resultados numéricos obtidos na aplicação do pré-teste e do pós-teste relativos ao sistema de numeração decimal. Os resultados serão discutidos em três partes: na primeira, os resultados obtidos na turma que utilizou o software; na segunda, os resultados obtidos na turma convencional e, na terceira, a comparação dos resultados dos desempenhos dos alunos nas duas turmas.

4.1 PARTE 1 – RESULTADOS DA TURMA QUE UTILIZOU O SOFTWARE

Os resultados obtidos na **questão 1** (ver Apêndice A) foram categorizados em dois aspectos: relativos aos algarismos e à leitura/escrita, conforme mostra a tabela 1. O aspecto algarismo diz respeito à composição numérica, por meio da qual verificou-se a compreensão dos alunos ao compor o número com algarismos; o outro aspecto refere-se à nomenclatura dos números, verificada por meio da escrita por extenso do número e sua leitura.

Tabela 1- Frequência de respostas da turma do software à questão 1, no pré-teste e pós-teste.

Questão 1 - Turma do software																																
Correção	Pré-Teste												Pós-Teste																			
	Algarismos						Total	Leitura/Escrita						Total Geral	Total Geral %	Algarismos			Total	Leitura/Escrita			Total	Total Geral	Total Geral %							
	A	B	C	D	E	F		A	B	C	D	E	F			A	B	C		D	E	F										
Certo	12	10	7	13	13	12	67	13	11	8	9	8	4	53	120	58,82	15	12	8	10	13	7	65	14	13	7	5	7	3	49	114	55,88
Errado	2	4	7	1	1	2	17	1	3	6	2	1	6	19	36	17,65	1	3	7	3	0	6	20	1	1	6	2	0	4	14	34	16,67
Branco	3	3	3	3	3	3	18	3	3	3	6	8	7	30	48	23,53	1	2	2	4	4	4	17	2	3	4	10	10	10	39	56	27,45

Nos resultados do pré-teste em relação ao pós-teste, notou-se uma diminuição dos acertos de 120 (58,82%) para 114 (55,88%), sendo que os acertos em relação à composição numérica (algarismos) diminuíram de 67 (65,69%) para 65 (63,72%) e os acertos em relação à leitura/escrita dos números diminuíram de 53 (51,96%) para 49 (48,04%).

No pré-teste as crianças apresentaram maiores dificuldades com a composição numérica (algarismos) dos números 234 e 1501 (itens b e c) e no pós-teste com os números 1501 e 3600 (itens c e f). Isto provavelmente significa uma maior dificuldade que os alunos têm com a classe das unidades de milhar. A confirmação poderia ter ocorrido se a professora tivesse analisado os erros.

Em relação à leitura/escrita dos algarismos, no pré-teste as crianças apresentaram maiores dificuldades com os números 1501, 09 e 3600 (itens c, e, f) e no pós-teste com os números 1501, 980, 09 e 3600 (itens c, d, e, f). Repetiu-se, portanto a dificuldade com a nomenclatura da classe das unidades de milhar.

A **questão 2** (ver Apêndice A) procurava identificar o problema da decomposição numérica. Seus resultados foram identificados analisando os algarismos em ordem, isto é, se as crianças decompuseram os algarismos de acordo com a ordem correspondente. Foi avaliada também a escrita por extenso das ordens correspondentes e a equivalência dos algarismos em unidades, isto é, se elas sabiam escrever o algarismo em sua determinada ordem e fazer a

equivalência até a ordem das unidades. Os números utilizados neste exercício foram o 104 e o 3070.

Tabela 2 - Frequência de respostas da turma do software à questão 2, no pré-teste e pós-teste.

Questão 2 - Turma do software																				
Criação	Pré-Teste										Pós-Teste									
	104			Total	3070			Total	Total Geral	Total %	104			Total	3070			Total	Total Geral	Total %
	Algarismo em ordem	Escrita	Equivalência em unidades		Algarismo em ordem	Escrita	Equivalência em unidades				Algarismo em ordem	Escrita	Equivalência em unidades							
Certo	13	14	1	28	13	14	1	28	56	54,90	13	15	1	29	13	15	0	28	57	55,88
Erado	1	0	2	3	1	0	2	3	6	5,88	4	1	1	6	3	2	1	6	12	11,76
Baixo	3	3	14	20	3	3	14	20	40	32,22	0	1	15	16	1	0	16	17	33	32,35

A tabela 2 mostra que no pós-teste houve um aumento mínimo de acertos em relação ao pré-teste, de 56 (54,90%) para 57 (55,88%). O número 104 teve um acerto a mais no pós-teste em relação ao pré-teste, sendo os valores 28 (54,90%) e 29 (56,86%), respectivamente. Este acerto foi verificado na escrita das ordens que, no pré-teste apresentou 14 (82,35%) acertos e no pós-teste 15 (88,23%).

O número 3070 apresentou os mesmos acertos 28 (54,90%) no pré-teste e no pós-teste, nessa turma. A única alteração ocorrida é que no pré-teste houve 14 (82,35%) acertos na escrita das ordens e 1 (5,88%) acerto na equivalência das unidades; no pós-teste foram 15 (88,23%) acertos na escrita das ordens e nenhum acerto na equivalência das unidades, permanecendo igual os acertos dos algarismos em ordem, ou seja, 13 (25,49%) acertos em ambos os testes.

Notou-se nessa questão que a maioria das crianças soube decompor os números, isto é, elas colocaram os algarismos de acordo com a ordem correspondente, souberam realizar a escrita por extenso das ordens, embora não soubessem trabalhar com a equivalência dos números. Elas não reconheceram, por exemplo, que 1 unidade de milhar é igual a 10 centenas que é igual a 100 dezenas que, por conseguinte, é igual a 1000 unidades; e, percebeu-se que a equivalência não foi trabalhada em nenhum dos exercícios do software.

Os resultados da **questão 3** (Apêndice A) foram identificados, levando-se em conta a ordenação de seqüências numéricas, tanto na ordem crescente como decrescente. Foram apresentadas quatro seqüências numéricas fora de ordem, sendo que as duas primeiras deveriam ser ordenadas de forma crescente e as duas últimas de forma decrescente.

Tabela 3 - Frequência de respostas da turma do software à questão 3, no pré-teste e pós-teste.

Questão 3 - Turma do software													
Correção	Pré - Teste						Pós - Teste						
	A (Crescente)	B (Crescente)	C (Decrescente)	D (Decrescente)	Total	Total %	A (Crescente)	B (Crescente)	C (Decrescente)	D (Decrescente)	Total	Total %	
Certo	10	5	5	5	25	36,76	9	6	7	6	28	41,18	
Meio Certo	2	5	1	1	9	13,24	0	3	1	0	4	5,88	
Errado	5	7	11	11	34	50,00	7	7	8	10	32	47,06	
Branco	0	0	0	0	0	0,00	1	1	1	1	4	5,88	

Nesse caso (tabela 3) houve um aumento no número de acertos no pós-teste em relação ao pré-teste, de 25 (36,76%) para 28 (41,18%). Notou-se que no pós-teste todos os itens (exceto o item A), tiveram maior número de acertos que no pré-teste. Desta forma pode-se justificar que o software ajudou as crianças na aprendizagem de ordem crescente e decrescente, embora a porcentagem de acertos seja muito baixa.

Na **questão 4** (ver Apêndice A), os resultados esperados representavam a relação de maior que (>), menor que (<), e igualdade (=), entre dois números.

Tabela 4 - Frequência de respostas da turma do software à questão 4, no pré-teste e pós-teste.

Questão 4 - Turma do software																	
Correção	Pré - Teste								Pós - Teste								
	A	B	C	D	E	F	Total	Total %	A	B	C	D	E	F	Total	Total %	
Certo	12	13	8	10	1	10	54	52,94	13	12	10	10	3	11	59	57,84	
Errado	4	3	8	6	14	6	41	40,20	3	4	6	6	13	5	37	36,27	
Branco	1	1	1	1	2	1	7	6,86	1	1	1	1	1	1	6	5,88	

A tabela 4 permite observar que o pós-teste apresentou melhores resultados que o pré-teste, havendo um aumento de acertos de 54 (52,94%) para 59 (57,84%). O item que apresentou maiores dificuldades foi o E (923 ____0923), pelo qual percebeu-se que as crianças não identificaram a relação de igualdade entre os números.

Nesse caso a maioria das crianças soube identificar a relação existente entre os números apresentados, mas elas tiveram muitas dificuldades na utilização dos sinais, com isto, levantou-se a hipótese de que os erros foram devidos ao não domínio do significado dos sinais para essas relações. Mesmo com o aumento dos acertos, notou-se que as crianças não atingiram o nível ideal de compreensão, isto é, o domínio do valor posicional.

Os resultados obtidos na **questão 5** (Apêndice A) foram analisados segundo dois aspectos: a decomposição numérica, por meio da qual verificou-se a compreensão das crianças em escrever cada algarismo em sua classe correspondente; e a nomenclatura dos números, por meio da qual verificou-se a escrita por extenso do número e sua leitura, aspecto esse denominado de leitura/escrita dos números.

Tabela 5 - Freqüência de respostas da turma do software à questão 5, no pré-teste e pós-teste.

Questão 5 - Turma do software																												
Correção	Pré - Teste							Pós-Teste																				
	Decomposição					Total	Leitura/Escrita					Total Geral	Total Geral %	Decomposição					Total	Leitura/Escrita					Total Geral	Total Geral %		
	A	B	C	D	E		A	B	C	D	E			A	B	C	D	E		A	B	C	D	E				
Certo	16	16	16	16	15	79	16	8	5	7	13	49	128	75,29	15	16	17	17	17	82	14	8	6	8	15	51	133	78,24
Errado	1	1	1	1	1	5	1	9	12	10	3	35	40	23,53	2	1	0	0	0	3	3	9	11	9	1	33	36	21,18
Branco	0	0	0	0	1	1	0	0	0	0	1	1	2	1,18	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	1	1	0,59

Nos resultados do pós-teste em relação ao pré-teste, notou-se como mostra a tabela 5, um pequeno aumento dos acertos, ou seja, de 128 (75,29%) para 133 (78,24%), sendo que os acertos em relação à decomposição numérica aumentaram de 79 (92,94%) para

82 (96,47%) e os acertos em relação à leitura/escrita dos números aumentaram de 49 (57,65%) para 51 (60%).

As crianças não tiveram muitas dificuldades com a decomposição dos números em ambos os testes, o que é comprovado por meio dos quase 100% de acertos. A maior dificuldade que as crianças apresentaram foi em relação à leitura/escrita dos números. Tanto no pré-teste quanto no pós-teste, os números que apresentaram maiores dificuldades foram 307, 2700, 9009 (itens B, C e D). Mais uma vez apresentou-se com destaque a dificuldade com a nomenclatura da classe das unidades de milhar e dos números que contém zeros.

Os resultados da **questão 6** (Apêndice A) foram obtidos por meio da resolução de duas operações de adição, nas quais foi perguntado às crianças o significado do “vai um”.

Tabela 6a - Frequência de respostas da turma do software à questão 6a, no pré-teste e pós-teste.

Questão 6 - Turma do software								
Correção	Pré - Teste				Pós - Teste			
	29 + 27	507 + 303	Total	Total %	29 + 27	507 + 303	Total	Total %
Certo	15	11	26	76,47	15	11	26	76,47
Errado	2	6	8	23,53	2	6	8	23,53

Conforme se verifica na tabela 6a, ambos os testes apresentaram os mesmos resultados, sendo 26 (76,47%) o número de acertos encontrados. Percebeu-se que mesmo com o grande número de acertos, as crianças apresentaram maiores dificuldades com a resolução da operação que envolvia a classe das centenas e que era formada por números que possuíam o zero como um de seus algarismos.

Tabela 6b - Frequência de respostas da turma do software à questão 6b, no pré-teste e pós-teste.

Questão 6b - Turma do software						
Correção	Pré - Teste			Pós - Teste		
	"vai um "	Total	Total %	"vai um "	Total	Total %
Certo	1	1	5,88	3	3	17,65
Errado	16	16	94,12	9	9	52,94
Branco	0	0	0,00	5	5	29,41

Em relação ao significado do “vai um”, o número de acertos aumentou no pós-teste em relação ao pré-teste, de 1 (5,88%) para 3 (17,65%). Como essa diferença é muito pequena, pode-se concluir que as crianças não souberam o que significa o “vai um” nas operações.

As respostas tidas como certas sobre o significado do vai um foram: “porque o um é dezena, por isso não pode ficar na casinha da unidade”; “o um significa dez de dezena e tem que ficar na casa da dezena”; “ele tem que ir na casa das dezenas”; “por que um número grande não pode ficar na unidade e o um tem que ir pra dezena”.

A **questão 7** (Apêndice A), apresentou os resultados obtidos com a composição numérica. Foram dados alguns algarismos e suas ordens e pedido para que as crianças escrevessem quais números poderiam ser formados.

Tabela 7 - Freqüência de respostas da turma do software à questão 7, no pré-teste e pós-teste.

Questão 7 - Turma do software													
Correção	Pré - Teste						Pós - Teste						
	5d 9u	4u 1c 6d	18d 5u	0u 12d	Total	Total %	5d 9u	4u 1c 6d	18d 5u	0u 12d	Total	Total %	
Certo	14	1	13	1	29	42,65	11	2	11	2	26	38,24	
Errado	2	15	3	14	34	50,00	6	15	6	15	42	61,76	
Branco	1	1	1	2	5	7,35	0	0	0	0	0	0,00	

A tabela 7 mostra que houve uma diminuição no número de acertos no pós-teste em relação ao pré-teste de 29 (42,65%) para 26 (38,24%). Todos os itens apresentaram diminuição de acertos no pós-teste. Em ambos os testes, os itens que apresentaram maiores dificuldades foram os que possuíam os algarismos e suas ordens apresentados fora de ordem, tais como: 4u1c6d e 0u12d. A maioria das crianças não soube fazer a composição dos números.

Os resultados obtidos na **questão 8** (Apêndice A) foram identificados baseados nas quantidades de dezenas que formavam os números 803, 70, 330 e 06.

Tabela 8 - Freqüência de respostas da turma do software à questão 8, no pré-teste e pós-teste.

Questão 8 - Turma do software												
Correção	Pré - Teste						Pós - Teste					
	803	70	330	06	Total	Total %	803	70	330	06	Total	Total %
Certo	1	12	0	11	24	35,29	1	9	1	8	19	27,94
Errado	13	3	14	3	33	48,53	12	5	14	7	38	55,88
Branco	3	2	3	3	11	16,18	4	3	2	2	11	16,18

O número de acertos encontrados foi muito baixo, como se observa na tabela 8. Houve uma diminuição de acertos no pós-teste em relação ao pré-teste de 24 (35,29%) para 19 (27,94%), sendo que os números 803 e 330 foram os que apresentaram maiores dificuldades. No pré-teste o número 330 não teve nenhum acerto e no pós-teste teve somente 1 (5,88%); o número 803 teve apenas 1 (5,88%) acerto em ambos os testes. A hipótese explicativa para tais dificuldades é a de que as crianças utilizaram como resposta, não a quantidade de dezenas que formava os números, mas o algarismo que representava a ordem das dezenas.

A **questão 9** (Apêndice A) teve seus resultados identificados analisando se as crianças souberam identificar a quantidade de bolinhas que correspondiam ao algarismo 2 do número 12; e se souberam identificar a quantidade de bolinhas que correspondiam ao algarismo 1 do número 12.

Tabela 9 - Freqüência de respostas da turma do software à questão 9, no pré-teste e pós-teste.

Questão 9 - Turma do software									
Correção	Pré - Teste				Pós - Teste				
	2 do 12	1 do 12	Total	Total %	2 do 12	1 do 12	Total	Total %	
Certo	16	7	23	67,65	11	3	14	41,18	
Errado	1	10	11	32,35	5	13	18	52,94	
Branco	0	0	0	0,00	1	1	2	5,88	

Pode-se observar na tabela 9 que o pós-teste apresentou uma diminuição de acertos em relação ao pré-teste de 23 (67,65%) para 14 (41,18%). Percebeu-se que o item relacionado à identificação da quantidade de bolinhas correspondentes ao algarismo 2 do 12, teve um grande número de acertos nos dois testes, mas o item relacionado à identificação da quantidade de bolinhas correspondentes ao algarismo 1 do número 12, teve uma diminuição de acertos no pós-teste em relação ao pré-teste de 7 (41,18%) para 3 (17,65%). Com isto, levantou-se a hipótese de que as crianças não souberam identificar que o algarismo 1 do número 12 correspondia a uma dezena, isto é, a 10 bolinhas ao invés de 1 bolinha.

Os resultados da **questão 10** (Apêndice A) foram obtidos por meio da decomposição dos números, que foi identificada através de cartões pré-definidos.

Tabela 10 - Frequência de respostas da turma do software à questão 10, no pré-teste e pós-teste.

Questão 10 - Turma do software												
Correção	Pré - Teste						Pós - Teste					
	63	445	301	10	Total	Total %	63	445	301	10	Total	Total %
Certo	12	2	7	9	30	44,12	6	2	6	6	20	29,41
Errado	3	10	6	5	24	35,29	4	9	4	4	21	30,88
Branco	2	5	4	3	14	20,59	7	6	7	7	27	39,71

Os dados da tabela 10 mostram que ocorreu uma diminuição de acertos no pós-teste em relação ao pré-teste de 30 (44,12%) para 20 (29,41%), sendo que, no pré-teste os números que apresentaram maiores dificuldades para as crianças foram 445 e 301; no pós-teste todos os números apresentaram dificuldades, mas o que mais se destacou foi o 445. Como não havia o cartão correspondente a 4 centenas, as crianças não conseguiram decompor o número 445, pois elas não fizeram a relação entre 40 dezenas e 4 centenas.

Em síntese, constatou-se no geral que as questões de 1 a 5 (convencionais), apresentaram melhores resultados e as questões de 6 a 10 (operatórias), tiveram piores resultados após o uso do software.

4.2 PARTE 2 – TURMA CONVENCIONAL

Os resultados obtidos na **questão 1** foram categorizados em dois aspectos: algarismos e leitura/escrita. O aspecto algarismo diz respeito à composição numérica e o outro aspecto refere-se à nomenclatura dos números.

Tabela 11 - Frequência de respostas da turma convencional à questão 1, no pré-teste e pós-teste.

Questão 1 - Turma Convencional																																
Correção	Pré-Teste												Pós-Teste																			
	Algarismos						Total	Leitura/Escrita						Total	Total Geral	Total Geral %	Algarismos						Total	Leitura/Escrita						Total	Total Geral	Total Geral %
	A	B	C	D	E	F		A	B	C	D	E	F				A	B	C	D	E	F		A	B	C	D	E	F			
Certo	17	11	9	8	11	7	63	17	13	9	5	9	2	55	118	57,84	15	10	7	9	12	8	61	16	12	10	6	12	5	61	122	59,80
Errado	0	5	8	6	2	5	26	0	4	8	7	3	10	32	58	28,43	1	5	8	6	3	7	30	0	3	4	7	1	8	23	53	25,98
Branco	0	1	0	3	4	5	13	0	0	0	5	5	5	15	28	13,73	1	2	2	2	2	2	11	1	2	3	4	4	4	18	29	14,22

Nos resultados do pós-teste em relação ao pré-teste, conforme aponta a tabela 11, notou-se um aumento dos acertos de 118 (57,84%) para 122 (59,80%), sendo que os acertos em relação à composição numérica (algarismos) diminuíram de 63 (61,76%) para 61 (59,80%) e os acertos em relação à leitura/escrita dos números aumentaram de 55 (53,92%) para 61 (59,80%).

Tanto no pré-teste como no pós-teste, as crianças apresentaram maiores dificuldades com a composição numérica (algarismos) dos números 1501, 980 e 3600 (itens c, d, f). Isto provavelmente significa uma maior dificuldade que os alunos têm com a classe das unidades de milhar.

Em relação à leitura/escrita dos algarismos, em ambos os testes, as crianças apresentaram maiores dificuldades com os números 980 e 3600 (itens d, f). Repetiu-se, portanto, a dificuldade com a nomenclatura da classe das unidades de milhar e a dificuldade da nomenclatura de números que possuem o zero como um de seus algarismos.

A **questão 2** teve como enfoque o problema da decomposição numérica. Seus resultados foram identificados, analisando os algoritmos em ordem, a escrita por extenso das ordens correspondentes e a equivalência dos algoritmos em unidades. Os números utilizados neste exercício foram o 104 e o 3070.

Tabela 12 - Frequência de respostas da turma convencional à questão 2, no pré-teste e pós-teste.

Questão 2- Turma Convencional																				
Questão	Pré-Teste										Pós-Teste									
	104			Total	3070			Total	Total Geral	Total %	104			Total	3070			Total	Total Geral	Total %
	Algoritmo em ordem	Escrita	Equivalência em unidades		Algoritmo em ordem	Escrita	Equivalência em unidades				Algoritmo em ordem	Escrita	Equivalência em unidades		Algoritmo em ordem	Escrita	Equivalência em unidades			
	Certo	12	13	13	38	12	12	4	28	66	64,71	14	14	5	33	13	12	4	29	62
Errado	2	2	2	6	2	3	3	8	14	13,73	2	2	2	6	3	4	3	10	16	15,09
Bom	3	2	2	7	3	2	10	15	22	21,57	1	1	10	12	1	1	10	12	24	23,53

Pela tabela 12 percebe-se que no pós-teste houve uma diminuição de acertos em relação ao pré-teste, sendo de 66 (64,71%) para 62 (60,78%). O número 104 apresentou uma diminuição de acertos no pós-teste em relação ao pré-teste de 38 (74,50%) para 33 (64,70%). Essa diminuição de acertos ocorreu em relação à equivalência das unidades que, no pré-teste apresentou-se com 13 (76,47%) e no pós-teste com 5 (29,41%) de acertos.

O número 3070 teve apenas um acerto a mais no pós-teste em relação ao pré-teste, com frequências de 28 (54,90%) e 29 (56,86%), respectivamente. Esse acerto ocorreu no item algoritmo em ordem (decomposição), que no pré-teste apresentou 12 (70,59%) acertos e no pós-teste 13 (76,47%) acertos. Houve também uma grande dificuldade com a equivalência das unidades em ambos os testes, sendo 4 (23,53%) o número de acertos.

Notou-se nesta questão que a maioria das crianças soube decompor os números, isto é, colocar os algoritmos de acordo com a ordem correspondente, fazendo a escrita por extenso das ordens corretamente, mas não souberam trabalhar com a equivalência dos números, como já visto anteriormente com a turma do software.

Os resultados da **questão 3** foram identificados levando-se em conta a ordenação de seqüências numéricas tanto na ordem crescente como decrescente. Foram apresentadas quatro seqüências numéricas, fora de ordem, sendo que, as duas primeiras as crianças deveriam ordenar em ordem crescente e as duas últimas em ordem decrescente.

Tabela 13 - Frequência de respostas da turma convencional à questão 3, no pré-teste e pós-teste.

Questão 3 - Turma Convencional													
Correção	Pré - Teste						Pós - Teste						
	A (Crescente)	B (Crescente)	C (Decrescente)	D (Decrescente)	Total	Total Geral %	A (Crescente)	B (Crescente)	C (Decrescente)	D (Decrescente)	Total	Total Geral %	
Certo	12	7	4	3	26	38,24	11	6	5	3	25	36,76	
Méio Certo	0	2	0	1	3	4,41	0	3	0	2	5	7,35	
Errado	1	3	8	8	20	29,41	3	4	8	8	23	33,82	
Branco	4	5	5	5	19	27,94	3	4	4	4	15	22,06	

Como se observa na tabela 13, houve uma diminuição insignificante no número de acertos do pré-teste em relação ao pós-teste de 26 (38,24%) para 25 (36,76%). Notou-se que a porcentagem de acertos foi muito baixa, sendo que nos itens B, C e D menos da metade dos alunos soube colocar as seqüências em ordem.

Na **questão 4**, os resultados obtidos representaram a relação de maior que (>), menor que (<), e igualdade entre dois números.

Tabela 14 - Frequência de respostas da turma convencional à questão 4, no pré-teste e pós-teste.

Questão 4 - Turma Convencional																	
Correção	Pré - Teste								Pós - Teste								
	A	B	C	D	E	F	Total	Total %	A	B	C	D	E	F	Total	Total %	
Certo	11	9	12	10	9	9	60	58,82	11	9	10	7	10	8	55	53,92	
Errado	4	6	3	5	6	6	30	29,41	5	7	6	9	6	8	41	40,20	
Branco	2	2	2	2	2	2	12	11,76	1	1	1	1	1	1	6	5,88	

A tabela 14 mostra que o pós-teste apresentou piores resultados que o pré-teste, havendo uma diminuição de acertos de 60 (58,82%) para 55 (53,92%). No pré-teste todos os

itens apresentaram um considerável número de acertos, mas no pós-teste os itens D (4800__4080) e F (4909__4990) apresentaram maiores dificuldades, provocadas provavelmente, pela posição que o algarismo zero ocupa na composição dos números.

Notou-se que a maioria das crianças soube identificar a relação existente entre os números apresentados, mas tiveram muitas dificuldades na utilização dos sinais. A partir desse fato, levantou-se a hipótese de que elas identificaram se um número é maior, menor ou igual ao outro, mas não reconheceram os sinais que representavam essas relações.

Na **questão 5** foram analisados dois aspectos: a compreensão das crianças em escrever cada algarismo em sua classe correspondente, e a escrita por extenso do número e sua leitura.

Tabela 15 - Frequência de respostas da turma convencional à questão 5, no pré-teste e pós-teste.

Questão 5 - Turma Convencional																												
Correção	Pré - Teste										Pós-Teste																	
	Decomposição					Total	Leitura/Escrita					Total Geral	Total Geral %	Decomposição					Total	Total Geral	Total Geral %							
	A	B	C	D	E		A	B	C	D	E			A	B	C	D	E										
Certo	17	16	16	16	17	82	11	6	7	10	12	46	128	75,29	17	16	16	16	16	81	13	7	8	7	10	45	126	74,12
Errado	0	1	1	1	0	3	6	11	10	7	4	38	41	24,12	0	1	1	1	1	4	2	8	7	8	5	30	34	20,00
Branco	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	1	1	0,59	0	0	0	0	0	0	2	2	2	2	2	10	10	5,88

Nos resultados do pré-teste em relação ao pós-teste, conforme aponta a tabela 15, houve uma diminuição dos acertos de 128 (75,29%) para 126 (74,12%), sendo que os acertos de decomposição numérica diminuíram de 82 (96,47%) para 81 (95,29%) e os acertos de leitura/escrita dos números diminuíram de 46 (54,12%) para 45 (52,94%).

Observou-se que as crianças tiveram facilidade com a decomposição dos números em ambos os testes com quase 100% de acertos. A maior dificuldade que as crianças apresentaram foi em relação à leitura/escrita dos números. Tanto no pré-teste quanto no pós-teste os números com maiores dificuldades foram 307, 2700, 9009 (itens B, C e D). Mais uma

vez apresentou-se com destaque a dificuldade com a nomenclatura da classe das unidades de milhar e escrita dos números com o zero como um de seus algarismos.

Os resultados da **questão 6** foram obtidos por meio da resolução de duas operações de soma. Também foi perguntado às crianças o significado do “vai um” nas operações resolvidas.

Tabela 16a - Frequência de respostas da turma convencional à questão 6a, no pré-teste e pós-teste.

Questão 6 - Turma Convencional								
Correção	Pré - Teste				Pós - Teste			
	29 + 27	507 + 303	Total	Total %	29 + 27	507 + 303	Total	Total %
Certo	8	8	16	47,06	8	9	17	50,00
Errado	7	7	14	41,18	8	7	15	44,12
Branco	2	2	4	11,76	1	1	2	5,88

Pela tabela 16a, verifica-se que o pós-teste apresentou o aumento de 1 acerto em relação ao pré-teste, de 16 (47,06) para 17 (50%). Isto significa que apenas metade das crianças souber resolver as operações. As duas operações apresentaram o mesmo grau de dificuldade em ambos os testes.

Tabela 16b - Frequência de respostas da turma convencional à questão 6b, no pré-teste e pós-teste.

Questão 6b - Turma Convencional						
Correção	Pré - Teste			Pós - Teste		
	"vai um"	Total	Total %	"vai um"	Total	Total %
Certo	0	0	0,00	2	2	11,76
Errado	5	5	29,41	5	5	29,41
Branco	12	12	70,59	10	10	58,82

A tabela 16b mostra que, em relação ao significado do “vai um”, o número de acertos aumentou no pós-teste em relação ao pré-teste de nenhum para 2 (11,76%). Mesmo assim, essas taxas foram muito baixas, o que leva à conclusão de que as crianças não souberam o que significa o “vai um” nas operações. As duas respostas corretas foram: “vai

um porque tem que somar com a dezena” e “ele não pode ficar aqui de baixo porque ele tem que ir para a dezena”.

A **questão 7** apresentou resultados obtidos com a composição numérica. Foram dados alguns algarismos e suas ordens e pedido para que as crianças escrevessem quais números poderiam ser formados.

Tabela 17 - Frequência de respostas da turma convencional à questão 7, no pré-teste e pós-teste..

Questão 7 - Turma Convencional													
Correção	Pré - Teste						Pós - Teste						
	5d 9u	4u 1c 6d	18d 5u	0u 12d	Total	Total %	5d 9u	4u 1c 6d	18d 5u	0u 12d	Total	Total %	
Certo	9	2	8	1	20	29,41	14	2	14	2	32	47,06	
Errado	8	15	9	16	48	70,59	2	14	2	14	32	47,06	
Branco	0	0	0	0	0	0,00	1	1	1	1	4	5,88	

Houve um aumento no número de acertos no pós-teste em relação ao pré-teste de 20 (29,41%) para 32 (47,06%), segundo a tabela 17. Todos os itens apresentaram aumento de acertos no pós-teste. Em ambos os testes, os itens com maiores dificuldades foram os que possuíam os algarismos e suas ordens apresentados fora de ordem, tais como: 4u1c6d e 0u12d. Notou-se que a maioria das crianças não soube fazer a composição dos números.

Os resultados obtidos na **questão 8** foram identificados baseados nas quantidades de dezenas que formavam os números 803, 70, 330 e 06.

Tabela 18 - Frequência de respostas da turma convencional à questão 8, no pré-teste e pós-teste.

Questão 8 - Turma Convencional													
Correção	Pré - Teste						Pós - Teste						
	803	70	330	06	Total	Total %	803	70	330	06	Total	Total %	
Certo	1	8	1	7	17	25,00	5	5	3	4	17	25,00	
Errado	11	3	10	3	27	39,71	5	5	7	6	23	33,82	
Branco	5	6	6	7	24	35,29	7	7	7	7	28	41,18	

Na tabela 18 mostra que o número de acertos encontrados nesta questão foi muito baixo. Ambos os testes apresentaram o mesmo número de acertos 17 (25%). Notou-se que bem menos que a metade de alunos soube dizer quantas dezenas tinham os números. Para eles o algarismo que representava a ordem das dezenas era a quantidade de dezenas correspondentes aos números. No pré-teste os números que apresentaram maiores dificuldades foram 803 e 330; no pós-teste os itens que apresentaram maiores dificuldades foram 330 e 06.

A **questão 9** teve seus resultados identificados analisando se as crianças sabiam a quantidade de bolinhas que correspondia ao algarismo 2 do número 12; bem como se sabiam identificar a quantidade de bolinhas que correspondiam ao algarismo 1 do número 12.

Tabela 19 - Freqüência de respostas da turma convencional à questão 9, no pré-teste e pós-teste.

Questão 9 - Turma Convencional								
Correção	Pré - Teste				Pós - Teste			
	2 do 12	1 do 12	Total	Total %	2 do 12	1 do 12	Total	Total %
Certo	12	11	23	67,65	16	6	22	64,71
Errado	1	3	4	11,76	1	11	12	35,29
Branco	4	3	7	20,59	0	0	0	0,00

Verifica-se na tabela 19 que o pós-teste apresentou uma diminuição de acertos em relação ao pré-teste de 23 (67,65%) para 22 (64,71%). Percebeu-se que o item relacionado à identificação da quantidade de bolinhas correspondentes ao algarismo 2 do 12, teve um grande número de acertos nos dois testes. No entanto o item relacionado à identificação da quantidade de bolinhas correspondentes ao algarismo 1 do número 12, teve uma diminuição de acertos no pós-teste em relação ao pré-teste de 11 (64,71%) para 6 (35,29%). Nesse sentido pode-se levantar a hipótese de que as crianças não souberam identificar que o algarismo 1 do número 12, correspondia a uma dezena, isto é, 10 bolinhas ao invés de 1 bolinha.

Os resultados da **questão 10** foram obtidos por meio da decomposição dos números, identificada em cartões pré-definidos.

Tabela 20 - Frequência de respostas da turma convencional à questão 10, no pré-teste e pós-teste.

Questão 10 - Turma Convencional												
Correção	Pré - Teste						Pós - Teste					
	63	445	301	10	Total	Total %	63	445	301	10	Total	Total %
Certo	8	3	8	7	26	38,24	7	2	9	10	28	41,18
Errado	6	11	5	6	28	41,18	7	11	3	2	23	33,82
Branco	3	3	4	4	14	20,59	3	4	5	5	17	25,00

Como mostra a tabela 20, ocorreu um aumento de acertos no pós-teste em relação ao pré-teste de 26 (38,24%) para 28 (41,18%). No pré-teste os números que apresentaram maiores dificuldades para as crianças foram 445 e 10; no pós-teste esses números foram o 63 e 445. Notou-se que em ambos os testes o número 445 quase não obteve acertos porque como não havia o cartão correspondente a 4 centenas, as crianças não conseguiram decompor o número 445, pois elas não sabiam a relação de que 40 dezenas é igual a 4 centenas.

Em síntese percebeu-se que na turma convencional ocorreu o inverso em relação à turma do software, isto é, as questões de 1 a 5 (convencionais) apresentaram piores resultados e as de 6 a 10 (operatórias), que tiveram melhores resultados após as atividades trabalhadas em sala de aula pela professora, embora as dificuldades gerais sejam semelhantes.

4.3 PARTE 3 – COMPARAÇÃO DOS RESULTADOS DOS DESEMPENHOS DOS ALUNOS NAS DUAS TURMAS

Será apresentada aqui uma comparação dos resultados dos desempenhos dos alunos obtidos no pré-teste e pós-teste das turmas do software e convencional. Logo abaixo, encontra-se a tabela 21 com a quantidade de acertos e seus percentuais e uma comparação dos resultados em cada questão.

Os resultados basearam-se no número de acertos em cada questão, sendo desconsiderados os erros e as questões deixadas em branco, já que essas últimas não podem ser consideradas simplesmente como erros.

Tabela 21 - Comparação das frequências de respostas da turma do software e convencional, no pré-teste e no pós-teste

Comparação do número de acertos entre a turma do software e convencional									
Questões	Turma do software				Turma Convencional				
	Pré-Teste		Pós - Teste		Pré-Teste		Pós-Teste		
	Qtde de acertos	%	Qtde de acertos	%	Qtde de acertos	%	Qtde de acertos	%	
1	120	58,82	114	55,88	118	57,84	122	59,80	
2	56	54,90	57	55,88	66	64,71	62	60,78	
3	25	36,76	28	41,18	26	38,24	25	36,76	
4	54	52,94	59	57,84	60	58,82	55	53,92	
5	128	75,29	133	78,24	128	75,29	126	74,12	
6	26	76,47	26	76,47	16	47,06	17	50,00	
6b	1	5,88	3	17,65	0	0,00	2	11,76	
7	29	42,65	26	38,24	20	29,41	32	47,06	
8	24	35,29	19	27,94	17	25,00	17	25,00	
9	23	67,65	14	41,18	23	67,65	22	64,71	
10	30	44,12	20	29,41	26	38,24	28	41,18	

Analisando a trajetória da turma do software, percebeu-se que após o uso do software houve uma pequena melhora de resultados nas questões convencionais (1 a 5) e uma diminuição de acertos nas questões operatórias (6 a 10). As questões 3 e 4, relativas à ordenação, apresentaram uma melhora considerável, ocorrendo um aumento de 25 (36,76%) para 28 (41,18%) e de 54 (52,94%) para 59 (57,84%), respectivamente. Isto se justifica, provavelmente pelo fato do software envolver o conceito de ordem crescente e decrescente nas atividades “Colocando em Ordem” e “Barquinho Matemático”. A questão 6b que envolvia o significado do “vai um” também apresentou um aumento nos acertos de 1 (5,88%) para 3 (17,65%), mas a maioria das crianças continuou sem saber que o “elevar-se um” está relacionado com a base decimal do sistema de numeração decimal. Uma queda acentuada no número de acertos ocorreu na questão 9, de correspondência numérica, com uma diminuição de 23 (67,65%) para 14 (41,18%); e no exercício 10, de composição/decomposição com uma

alteração de 30 (44,12%) para 20 (29,41%). Constatou-se que o uso do software não abrangeu diretamente tais conceitos e não colaborou para o melhor desenvolvimento e compreensão das crianças.

A turma convencional apresentou um maior número de acertos nas questões operatórias (6 a 10), sendo que as questões 6b e 7 foram as que se destacaram. Na questão 6b nenhuma criança soube o significado do “vai um” e após a realização das atividades propostas pela professora em sala de aula, ocorreu um pequeno avanço na compreensão de “elevar-se um” por 2 (11,76%) crianças. A composição numérica foi apresentada pela questão 7 e registrou-se um considerável aumento no número dos acertos de 20 (29,41%) para 32 (47,06%), com uma suposta justificativa de que a professora soube trabalhar de uma maneira significativa o conceito de classes e valor posicional.

Comparando-se ambas as turmas, observou-se que no pré-teste (antes do uso do software e atividades em sala pela professora convencional), a turma do software apresentou-se melhor que a turma convencional, com um maior número de acertos em algumas questões, com destaque para as questões 6, 7 e 8 (decomposição, composição e decomposição). A turma convencional apresentou um aumento significativo em relação a turma do software na questão 2 (decomposição). Nas questões 5 (decomposição) e 9 (correspondência), as duas turmas apresentaram-se equiparadas, com o mesmo número de acertos.

Após o uso do software pela turma do software e a realização de atividades em sala de aula pela turma convencional, o pós-teste revelou que a turma do software apresentou uma pequena vantagem em relação à turma convencional, apresentando maior número de acertos nas questões 3,4,5,6, 6b e 8. Uma diferença perceptível apresentou-se na questão 6b (decomposição), com 26 (76,47%) acertos na turma do software e 17 (50%) na turma convencional. Uma grande disparidade no número de acertos foi encontrada nas questões 7, 9

e 10 (composição, correspondência e composição/decomposição), na qual a turma convencional apresentou-se melhor.

Mesmo existindo disparidades no número de acertos entre a turma do software e convencional, o teste estatístico do qui-quadrado comprovou que essas diferenças não são consideradas significativas.

4.4 COMPARAÇÃO DOS RESULTADOS ;TESTE QUI-QUADRADO χ^2

Como já foi apresentado, no teste do qui-quadrado procura-se comprovar a hipótese de que as respostas das categorias diferem ou não realmente, comparando suas frequências.

Utilizou-se o teste χ^2 com o intuito de verificar se as frequências de acertos obtidas em cada questão, de ambas as turmas, apresentaram diferenças significativas ou não, pois em muitas delas, os valores das frequências são muito próximos.

As frequências obtidas foram submetidas ao teste em que se estabeleceu um nível de significância $p = 0,05$. Se $p > 0,05$, não há diferença significativa entre as frequências podendo ser consideradas iguais e se $p < 0,05$, há diferença significativa entre as frequências.

As frequências obtidas no pré-teste e no pós-teste da turma do software e submetidas ao teste obtiveram um $\chi^2 = 16,093$ e um $p = 0,0970$. Considerou-se que não houve diferenças significativas nas frequências, portanto os resultados de ambos os testes podem ser considerados praticamente iguais.

Na turma convencional obteve-se um $\chi^2 = 16,003$ e um $p = 0,0996$ ao submeter-se ao teste as frequências do pré-teste e do pós-teste. Considerou-se, portanto, que não houve diferenças significativas entre o pré-teste e o pós-teste dessa turma.

Para comparar as frequências obtidas no pré-teste de ambas as turmas, submeteu-se as frequências do pré-teste de ambas as turmas ao teste e obteve-se um $\chi^2 = 16,437$ e um $p = 0,0878$. Concluiu-se também que não houve diferenças significativas entre o pré-teste de ambas as turmas.

O pós-teste de ambas as turmas também não apresentou diferenças significativas entre as frequências submetidas ao teste, ao qual apresentou um $\chi^2 = 15,795$ e um $p = 0,1056$.

4.5 OS “ERROS”

As respostas que não satisfizeram aos critérios que embasam o sistema de numeração decimal e a escrita numérica foram assinaladas como erros, para facilitar o mapeamento dos problemas encontrados, embora se saiba que o erro é na realidade uma manifestação dos processos cognitivos envolvidos na compreensão dos conceitos, em diferentes níveis.

Para um exame mais acurado das respostas dos alunos às questões do pré-teste e pós-teste frente ao ensino do sistema de numeração, realizados nas duas turmas, os erros produzidos foram categorizados e quantificados em 6 classes, conforme seus tipos, semelhanças e causalidades, as quais são apresentadas a seguir:

- Classe I = denominada “erros de composição”, pois agrupa erros que envolviam composição numérica de unidades, ordens e também a escrita numérica. Esses erros apareceram nas questões 1 e 7.
- Classe II = “erros de decomposição”, referente aos erros de decomposição de ordens, escrita numérica e equivalência de unidades. Esses erros apareceram nas questões 2, 5, 6 e 8.

- Classe III = “erros de correspondência”, englobam erros de correspondência de ordens com quantidades. Esses erros foram identificados na questão 9.
- Classe IV = “erros de natureza mista”, mostra os erros que envolviam composição e decomposição de ordens. Esses erros apareceram na questão 10.
- Classe V = “erros de ordenação”, relativa aos erros de ordenação de números (crescente e decrescente) e utilização dos sinais de ordenação ($>$, $<$ e $=$). Esses erros apareceram nas questões 3 e 4.
- Classe VI = “Erros periféricos”, são o conjunto de erros que demonstraram falta de atenção, repetição de enunciados e respostas em branco. Esses tipos de erros apareceram em diversas questões.

Após as classes de erros terem sido descritas, pôde-se descrever os erros identificados no pré-teste e no pós-teste de ambas as turmas.

4.5.1 Os “erros” na turma do software

Foram encontrados 607 erros cometidos na turma do software. Na classe I, dos erros que envolviam a composição numérica, apareceram 116 erros; na classe II, dos erros relacionados à decomposição numérica, houve 245 erros; na classe III, relacionada aos erros de correspondência de ordens com quantidades, registraram-se 26 erros; na classe IV, dos erros de composição/decomposição numérica, 37 erros; na classe V, dos erros de ordenação numérica, 137 erros e na classe VI, que constatou dos erros considerados periféricos, houve 46 erros.

Segue abaixo a tabela 22, que apresenta mais detalhadamente os resultados obtidos na identificação dos tipos de erros cometidos pela turma do software.

I – Erros de Composição

No pré-teste os alunos cometeram um total de 55 erros, sendo 25 erros na questão 1, que pedia aos alunos que escrevessem os números e como eles eram lidos. Os tipos de erros que mais se destacaram nessa questão foram: composição correta do algarismo e leitura/escrita errados com 8 erros; composição errada do algarismo e leitura/escrita errada com 10 erros. Percebeu-se que a maioria dos alunos não soube fazer a composição e nem escrever o número como ele é lido corretamente.

Os outros 30 erros foram encontrados na questão 7, que consistia em escrever o número. Os alunos apresentaram dificuldades na composição dos números, sendo que o tipo de erro que mais se destacou foi a composição desprezando o valor posicional com 22 erros. Provavelmente para estes alunos a composição consistiu no alinhamento dos números, não importando a sua posição.

No pós-teste foram encontrados mais erros do que no pré-teste, sendo um total de 61 erros. Na questão 1, houve 23 erros, sendo que o tipo de erro que mais apareceu também foi o da composição errada do algarismo e leitura/escrita errada, com 11 erros. Constatou-se novamente, que a maioria dos alunos não soube compor e nem escrever corretamente como o número é lido.

Na questão 7 foram encontrados mais erros do que no pré-teste, sendo 38 os erros cometidos. A maioria dos erros encontrada foi dos tipos: composição desprezando o valor posicional com 22 erros e composição pela soma dos algarismos com 14 erros.

II – Erros de Decomposição

A maioria dos erros encontrados tanto no pré-teste como no pós-teste estavam relacionados com a decomposição numérica.

No pré-teste foram encontrados 119 erros, sendo 34 erros na questão 2, que pedia para escrever o número, escrever como era lido e sua equivalência em unidades; 34 erros na questão 5, que consistia no preenchimento do quadro de valor lugar e que se escrevesse como o número era lido; 6 erros na questão 6a, que pedia aos alunos que resolvessem as operações com “vai um”; 16 erros na questão 6b, que consistia no significado do “vai um” e 29 erros na questão 8, que pedia quantas dezenas tinham os números.

Na questão 2, o tipo de erro que mais se destacou foi em relação à equivalência em branco, com 28 erros. Provavelmente isto ocorreu porque os alunos não tiveram noção de equivalência, isto é, não souberam resolver ou nem tentaram resolver a questão.

Na questão 5, foram encontrados 32 erros relacionados com a decomposição correta do algarismo e leitura/escrita errados. Notou-se que os alunos souberam decompor os números corretamente no quadro do valor lugar, mas não souberam fazer a leitura/escrita do número.

Em relação à questão 6a, foram encontrados poucos erros, concluindo – se que uma minoria de alunos não soube resolver operações com “vai um”. Mas, levando-se em conta os erros encontrados, a grande dificuldade está na soma do “vai um” na classe errada (soma-se o “vai um” na unidade e não na dezena), com 5 erros.

Falando-se de operações com “vai um”, a questão 6b consistia no significado do “vai um”. Constatou-se que os alunos não souberam o que significa o “vai um”, sendo que a maioria apresentou respostas periféricas como justificativa, isto é, respostas do tipo: “tem que colocar o um lá em cima senão dá errado”. Foram encontrados 12 erros nesta categoria.

Na questão 8, os tipos de erros que mais se destacaram foram a decomposição baseada no algarismo da dezena, com 12 erros, nos quais para os alunos, a quantidade de dezenas existentes em um número correspondia ao algarismo da dezena; e a decomposição aleatória com 13 erros, sendo que aparecia qualquer número como resposta.

O pós-teste com 123 erros, apresentou mais erros que o pré-teste, sendo 42 erros na questão 2, que pedia para escrever o número, escrever como era lido e sua equivalência em unidades; 32 erros na questão 5, que consistia no preenchimento do quadro de valor lugar e que se escrevesse como o número era lido; 7 erros na questão 6a, que pedia aos alunos que resolvessem as operações com “vai um”; 10 erros na questão 6b, que consistia no significado do “vai um” e 32 erros na questão 8, que perguntava quantas dezenas tinham os números.

Na questão 2, os alunos tiveram algumas dificuldades com a decomposição do algarismo e com a leitura/escrita do número, mas o tipo de erro que mais se destacou foi o mesmo do pré-teste, a equivalência em branco com 31 erros. Percebeu-se que os alunos não sabem a equivalência de unidades.

Na questão 5, foram encontrados 30 erros na categoria decomposição correta do algarismo e leitura/escrita errados. Os alunos souberam decompor os números no quadro de valores, mas continuaram não sabendo escrever o número corretamente.

A questão 6a que se baseou nas operações com “vai um”, apresentou um tipo de erro que não apareceu no pré-teste, que é colocar o “vai um” junto com a classe anterior, isto é, colocar 2 algarismos juntos na mesma classe. Esta categoria se destacou com 3 erros, juntamente com a categoria em que o aluno não sabe resolver operações com “vai um”, também com 3 erros.

A questão 6b apresentou 5 erros do tipo respostas periféricas, isto é, respostas que não corresponderam ao significado do “vai um” e 5 erros do tipo respostas semi-operatórias, por meio do qual percebeu-se que os alunos começaram a ter uma noção do significado do “vai um”.

Na questão 8, os tipos de erros que mais se destacaram foram a decomposição baseada no algarismo da dezena, com 13 erros, nos quais para os alunos, a quantidade de

dezenas existentes em um número correspondia ao algarismo da dezena; e a decomposição aleatória com 11 erros, sendo que aparecia qualquer número como resposta.

III – Erros de Correspondência

Os erros relacionados à correspondência de ordens com quantidades foram encontrados na questão 9. O pré-teste apresentou melhores resultados do que o pós-teste, sendo que ocorreram 10 erros no pré-teste e 16 erros no pós-teste.

No pré-teste foram encontrados 2 erros em que os alunos pintaram quantidades aleatórias de bolinhas como sendo a representação do 1 do 12; e 8 erros em que os mesmos pintaram uma bolinha como sendo correspondente ao 1 do 12. Percebeu-se que os alunos não levaram em conta o valor posicional, que não souberam fazer a relação parte-todo e consideraram o valor absoluto do número. Esses alunos não tiveram a percepção de que o 1 do 12 vale 10 unidades. A maioria das crianças pintou duas bolinhas como sendo correspondente ao 2 do 12 e uma bolinha como sendo correspondente ao 1 do 12, sobrando no caso 9 bolinhas, que para elas não tiveram importância alguma.

No pós-teste também apareceram os mesmos tipos de erros que no pré-teste, sendo 8 erros que envolviam a pintura de quantidades aleatórias de bolinhas como sendo correspondente ao 1 do 12 e 8 erros em que os alunos pintaram uma bolinha como sendo correspondente ao 1 do 12. Notou-se que, mesmo após a utilização do software, os alunos continuaram sem entender que o 1 do 12 vale 10 unidades, e deixaram de lado o valor posicional.

IV – Erros de natureza mista

O pré-teste apresentou piores resultados em relação ao pós-teste, sendo que foram identificados 24 erros no pré-teste e 13 erros no pós-teste.

No pré-teste o tipo de erro que mais apareceu foi a composição/decomposição desprezando o valor posicional, com 17 erros, isto é, os alunos formaram os números sem levar em consideração a classe a que pertenciam, simplesmente alinharam os números. Outro tipo de erro que apareceu foi a composição/decomposição aleatória, com 7 erros.

O pós-teste apresentou somente um tipo de erro que foi o da composição/decomposição desprezando o valor posicional, com 13 erros. Os alunos continuaram alinhando os números e desprezaram a classe ao qual o número pertencia.

V – Erros de Ordenação

No pré-teste foram encontrados 76 erros, sendo que 35 erros ocorreram na questão 3 e 41 erros que ocorreram na questão 4.

A questão 3, consistia na ordenação crescente ou decrescente de uma seqüência numérica, notou-se que a maioria dos alunos não soube ordenar os números corretamente, isto se justificou por meio da categoria que se destacou apresentando 22 erros. Outros tipos de erros que ocorreram foram a ordenação em parte dos números, com 9 erros; e a ordenação correta dos números com a confusão da nomenclatura crescente/decrescente, com 4 erros.

A questão 4 consistiu na ordenação de números por meio da utilização dos sinais de comparação $>$, $<$ e $=$. Foram encontrados 41 erros em que os alunos confundiram os sinais.

O pós-teste apresentou 61 erros, sendo 24 na questão 3 e 37 erros encontrados na questão 4.

Na questão 3 o tipo de erro que mais se destacou com 16 erros foi a não ordenação dos números. Também ocorreram outros tipos de erros como a ordenação correta dos números com a confusão da nomenclatura crescente/decrescente, com 4 erros; e a ordenação em parte dos números também com 4 erros.

Na questão 4 foram constatados 37 erros em que os alunos confundem os sinais de comparação $>$, $<$, $=$. Notou-se que eles souberam ordenar os números (sabiam se era igual, maior ou menor), mas eles colocavam os sinais trocados.

VI – Erros Periféricos

Nesta categoria foram agrupados os erros provocados por falta de atenção, a cópia dos enunciados ou exemplo e os itens deixados em branco.

No pré-teste ocorreram 16 erros, encontrados nas questões 1, 3, 6a, 7 e 8. Na questão 1 encontrou-se 1 erro por falta de atenção; na questão 3 foram identificados 8 erros em que o aluno copiou o enunciado ou o exemplo; na questão 6a também foram encontrados 2 erros por falta de atenção; na questão 7 apareceu 1 erro de cópia do enunciado ou exemplo e na questão 8 foram registrados 4 erros com respostas em branco.

Foram encontrados 30 erros no pós-teste, distribuídos entre as questões 3, 5, 6a, 6b, 7, 8 e 10. Na questão 3 apareceram 12 erros em que os alunos copiaram o enunciado ou o exemplo; na questão 5 ocorreu 1 erro por falta de atenção; na questão 6a também ocorreu 1 erro por falta de atenção; na questão 6b encontrou-se 5 respostas em branco; na questão 7 identificou-se 1 erro de cópia de enunciado ou exemplo; na questão 8 foram registrados 6 erros em que o aluno copiou o enunciado ou exemplo e na questão 10 também foram encontrados 4 erros de cópia de enunciado ou exemplo.

4.5.2 “Erros” cometidos pela turma convencional

Foram encontrados 593 erros cometidos pela turma do software, os quais foram distribuídos baseados nas 6 classes apresentadas anteriormente. A classe I, que consistia em erros que envolviam a composição numérica, apresentou 155 erros; a classe II, que exibia erros relacionados à decomposição numérica, apresentou 219 erros; a classe III, que estava

relacionada aos erros de correspondência de ordens com quantidades, apresentou 14 erros; a classe IV consistiu em erros de composição/decomposição numérica, apresentou 49 erros; a classe V, que registrou erros de ordenação numérica, apresentou 118 erros e a classe VI, que constatou os erros considerados periféricos, apresentou 38 erros.

Segue abaixo a tabela 23, que apresenta mais detalhadamente os resultados obtidos na identificação dos tipos de erros cometidos pela turma convencional.

I – Erros de Composição

No pré-teste os alunos cometeram um total de 87 erros, sendo 39 erros na questão 1, que pedia aos alunos que escrevessem os números e como eles eram lidos. Os tipos de erros que mais se destacaram nesta questão foram: composição correta do algarismo e leitura/escrita errados com 11 erros; composição errada do algarismo e leitura/escrita errada com 13 erros. Percebeu-se que a maioria dos alunos não soube compor os números e nem escrever o número como ele é lido corretamente.

Os outros 48 erros foram encontrados na questão 7, que consistia em escrever o número. Os alunos apresentaram dificuldades na composição dos números, sendo que os tipos de erros que mais se destacaram foram a composição desprezando o valor posicional com 15 erros, isto provavelmente ocorreu porque para estes alunos a composição consistiu no alinhamento dos números, não importando a sua posição; e a composição pela soma dos algarismos com 26 erros, uma hipótese é de que para esses alunos a composição consiste em somar os números para formar um número maior.

No pós-teste foram encontrados menos erros do que no pré-teste, sendo um total de 68. Na questão 1, foram encontrados 36, sendo que o tipo que mais apareceu também foi o da composição errada do algarismo e leitura/escrita errada, com 13 erros. Constatou-se novamente, que a maioria dos alunos não soube compor e nem escrever corretamente como o número é lido.

Na questão 7 foram encontrados menos erros do que no pré-teste, sendo que foram cometidos um total de 32. Os que mais se destacaram foram dos tipos: composição desprezando o valor posicional e composição pela soma dos algarismos com 18 e 12 erros, respectivamente.

II – Erros de Decomposição

A maioria dos erros encontrados tanto no pré-teste como no pós-teste estavam relacionados com a decomposição numérica.

No pré-teste foram encontrados 112 erros, sendo 30 erros na questão 2, que pedia para escrever o número, escrever como era lido e sua equivalência em unidades; 38 erros na questão 5, que consistia no preenchimento do quadro de valor lugar e que se escrevesse como o número era lido; 12 erros na questão 6a, que pedia aos alunos que resolvessem as operações com “vai um”; 5 erros na questão 6b, que consistia no significado do “vai um” e 27 erros na questão 8, que se perguntava quantas dezenas tinham os números.

Na questão 2, o tipo de erro que mais se destacou foi em relação à equivalência em branco, com 20 erros. Provavelmente isto ocorreu porque os alunos não tiveram noção de equivalência, isto é, não souberam resolver ou nem tentaram resolver a questão.

Na questão 5, foram encontrados 35 erros relacionados com a decomposição correta do algarismo e leitura/escrita errados. Notou-se que os alunos souberam decompor os números corretamente no quadro do valor lugar, mas não souberam fazer a leitura/escrita do número.

Na questão 6a, levando-se em conta os erros encontrados, a grande dificuldade é que grande parte dos alunos não soube resolver operações com “vai um” e apresentaram 11 erros.

Falando-se de operações com “vai um”, a questão 6b consistia no significado do “vai um”. Constatou-se que os alunos não souberam o que significa o “vai um”, sendo que a maioria apresentou respostas semi-operatórias como justificativa, isto é, respostas do tipo: “tem que somar o um com o vizinho”. Foram encontrados 4 erros nesta categoria.

Na questão 8, o tipo de erro que mais se destacou foi a decomposição baseada no algarismo da dezena, com 18 erros, nos quais para os alunos, a quantidade de dezenas existentes em um número correspondia ao algarismo da dezena.

O pós-teste com 105 erros, apresentou menos erros que o pré-teste, sendo 32 erros na questão 2, que pedia para escrever o número, escrever como era lido e sua equivalência em unidades; 31 erros na questão 5, que consistia no preenchimento do quadro de valor lugar e que se escrevesse como o número era lido; 14 erros na questão 6a, que pedia aos alunos que resolvessem as operações com “vai um”; 5 erros na questão 6b, que consistia no significado do “vai um” e 23 erros na questão 8, que se perguntava quantas dezenas tinham os números.

Na questão 2, os alunos tiveram algumas dificuldades com a decomposição do algarismo e com a leitura/escrita do número, mas o tipo de erro que mais se destacou foi o mesmo do pré-teste, a equivalência em branco com 20 erros. Percebeu-se que os alunos continuaram a não saber a equivalência de unidades.

Na questão 5, foram encontrados 30 erros na categoria decomposição correta do algarismo e leitura/escrita errados. Os alunos souberam decompor os números no quadro de valores, mas continuaram não sabendo escrever o número corretamente.

A questão 6a que se baseou nas operações com “vai um”, apresentou um tipo de erro que não apareceu no pré-teste, que é colocar o “vai um” junto com a classe anterior, isto é, colocar 2 algarismos juntos na mesma classe. Esta categoria se apresentou com 3 erros. O tipo de erro que se destacou foi a não resolução das operações com o “vai um”, com 8 erros. Também foram encontrados 4 erros do tipo soma o “vai um” na classe errada. Percebeu-se que os alunos possuíam dúvidas e faziam muitas confusões com as operações com “vai um”.

A questão 6b apresentou 3 erros do tipo respostas periféricas, isto é, respostas que não corresponderam ao significado do “vai um” e 2 erros do tipo respostas semi-operatórias,

por meio do qual percebeu-se que os alunos começaram a ter uma noção do significado do “vai um”.

Na questão 8, os tipos de erros que mais se destacaram foram a decomposição baseada no algarismo da unidade, com 11 erros, nos quais para os alunos, a quantidade de dezenas existentes em um número correspondia ao algarismo da unidade; a decomposição baseada no algarismo da dezena, com 6 erros, nos quais as respostas dadas a quantidade de dezenas existentes em um número era o algarismo da dezena e a decomposição aleatória com 6 erros, sendo que aparecia qualquer número como resposta.

III – Erros de Correspondência

Os erros relacionados à correspondência de ordens com quantidades foram encontrados na questão 9. O pré-teste apresentou melhores resultados do que o pós-teste, sendo que ocorreram 3 erros no pré-teste e 11 erros no pós-teste.

No pré-teste foi encontrado 1 erro em que o aluno pintou quantidades aleatórias de bolinhas como sendo a representação do 1 do 12; e 2 erros em que os mesmos pintaram uma bolinha como sendo correspondente ao 1 do 12. Percebeu-se que os alunos não levaram em conta o valor posicional, que eles não souberam fazer a relação parte-todo, que eles consideraram o valor absoluto do número. Esses alunos não tiveram a percepção de que o 1 do 12 vale 10 unidades. A maioria das crianças pintou duas bolinhas como sendo correspondente ao 2 do 12 e uma bolinha como sendo correspondente ao 1 do 12, sobrando no caso 9 bolinhas, que para elas não tiveram importância alguma.

No pós-teste também apareceram os mesmos tipos de erros que no pré-teste, sendo 1 erro que envolvia a pintura de quantidades aleatórias de bolinhas como sendo correspondente ao 1 do 12 e 10 erros em que os alunos pintaram uma bolinha como sendo correspondente ao 1 do 12. Notou-se que mesmo após os exercícios em sala de aula, os alunos

continuaram sem entender que o 1 do 12 vale 10 unidades, e deixaram de lado o valor posicional.

IV – Erros de Natureza Mista

O pré-teste apresentou piores resultados em relação ao pós-teste, sendo que foram identificados 28 erros no pré-teste e 21 erros no pós-teste.

No pré-teste o tipo de erro que mais apareceu foi a composição/decomposição desprezando o valor posicional, com 26 erros, isto é, os alunos formaram os números sem levar em consideração a classe a que pertenciam, simplesmente alinharam os números. Outro tipo de erro que apareceu foi a composição/decomposição aleatória, com 2 erros.

No pós-teste o tipo de erro que se destacou foi o da composição/decomposição desprezando o valor posicional, com 19 erros. Os alunos continuaram alinhando os números e abominaram a classe ao qual o número pertencia. Também foram encontrados 2 erros de composição/decomposição aleatória.

V – Erros de Ordenação

No pré-teste foram encontrados 49 erros, sendo 19 erros que ocorreram na questão 3 e 30 erros que ocorreram na questão 4.

Na questão 3 que consistia na ordenação crescente ou decrescente de uma seqüência numérica, notou-se que alguns dos alunos não souberam ordenar os números corretamente, isto se justificou por meio de 7 erros encontrados. Outros tipos de erros que ocorreram foram a ordenação em parte dos números, com 2 erros; e a ordenação correta dos números com a confusão da nomenclatura crescente/decrescente, com 10 erros, foi a que mais se destacou.

A questão 4 consistiu na ordenação de números por meio da utilização dos sinais de comparação $>$, $<$ e $=$. Foram encontrados 30 erros em que os alunos confundiram os sinais.

O pós-teste apresentou 69 erros, sendo 28 encontrados na questão 3 e 41 erros encontrados na questão 4.

Na questão 3 o tipo de erro que mais se destacou com 19 erros foi a não ordenação dos números. Também ocorreram outros tipos de erros como a ordenação correta dos números com a confusão da nomenclatura crescente/decrescente, com 5 erros; e a ordenação em parte dos números também com 4 erros.

Na questão 4 foram constatados 41 erros em que os alunos confundiam os sinais de comparação $>$, $<$, $=$. Notou-se que eles souberam ordenar os números (sabiam se era igual, maior ou menor), mas eles colocavam os sinais trocados.

VI – Erros Periféricos

Nesta categoria foram agrupados os erros provocados por falta de atenção, a cópia dos enunciados ou exemplo e os itens deixados em branco.

No pré-teste ocorreram 21 erros, encontrados nas questões 1, 3, 6a e 6b. Na questão 1 encontraram-se 3 erros de cópia de enunciado ou exemplo; na questão 3 foram identificados 4 erros em que o aluno também copiou o enunciado ou o exemplo; na questão 6a foram encontrados 2 erros por falta de atenção e na questão 6b foram encontrados 12 erros com respostas em branco.

Foram encontrados 17 erros no pós-teste, distribuídos entre as questões 1, 6a, 6b e 10. Na questão 1 apareceram 4 erros em que os alunos copiaram o enunciado ou o exemplo; na questão 6a também ocorreu 1 erro por falta de atenção; na questão 6b encontraram-se 10 respostas em branco e na questão 10 foram encontrados 2 erros por falta de atenção.

4.5.3 Comparação entre os erros cometidos pela turma do software e pela turma convencional

Os dados coletados e categorizados permitem apresentar uma comparação dos resultados dos erros cometidos pelos alunos no pré-teste e pós-teste das turmas do software e convencional. A seguir, encontra-se uma tabela com a quantidade de erros e uma comparação dos resultados em cada classe de tipos de erros.

Tabela 24 - Comparação dos erros cometidos no pré-teste e pós-teste das turmas do software e convencional.

		Turma do software			Turma Convencional		
		Pré-Teste	Pós-Teste	Total	Pré-Teste	Pós-Teste	Total
I	Composição correta do algarismo e leitura/escrita errada	14	2	16	11	6	17
	Composição errada do algarismo e leitura/escrita correta	2	2	4	6	5	11
	Composição errada do algarismo e leitura/escrita errada	10	11	21	13	13	26
	Composição errada do algarismo e leitura/escrita em branco	5	7	12	4	8	12
	Composição do algarismo em branco e leitura/escrita errada	0	1	1	5	4	9
	Composição desprezando o valor posicional (alinhamento dos nºs)	22	22	44	15	18	33
	Composição pela soma dos algarismos	2	14	16	26	12	38
	Composição aleatória	0	2	2	3	1	4
	Composição com excesso de zeros	0	0	0	4	1	5
	Total I	55	61	116	87	68	155
II	Decomposição correta do algarismo e leitura/escrita errada	32	32	64	36	29	65
	Decomposição errada do algarismo e leitura/escrita correta	4	6	10	0	2	2
	Decomposição errada do algarismo e leitura/escrita errada	0	3	3	7	7	14
	Equivalência errada	4	2	6	5	5	10
	Equivalência em branco	28	31	59	20	20	40
	Soma o vai um na classe errada	5	1	6	1	4	5
	Não sabe resolver operações com vai um	1	3	4	11	8	19
	Coloca o vai um junto com a classe anterior (2 algarismos juntos na mesma classe)	0	3	3	0	2	2
	Respostas periféricas	12	5	17	1	3	4
	Respostas semi-operatórias	4	5	9	4	2	6
	Decomposição baseada no algarismo da unidade	1	7	8	7	11	18
	Decomposição baseada no algarismo da dezena	12	13	25	18	6	24
	Decomposição baseada no algarismo da centena	3	1	4	0	0	0
Decomposição aleatória	13	11	24	2	6	8	
Total II	119	123	242	112	105	217	
III	Pintou uma bolinha como sendo correspondente ao 1 do 12	8	8	16	2	10	12
	Pintou quantidades aleatórias de bolinhas	2	8	10	1	1	2
	Total III	10	16	26	3	11	14
IV	Composição/Decomposição desprezando o valor posicional (alinhamento dos nºs)	17	13	30	26	19	45
	Composição/Decomposição aleatória	7	0	7	2	2	4
	Total IV	24	13	37	28	21	49
V	Não ordena os números	22	16	38	7	19	26
	Ordena em parte os números	9	4	13	2	4	6
	Ordena os números mas confunde a nomenclatura crescente/decrescente	4	4	8	10	5	15
	Confunde os sinais	41	37	78	30	41	71
	Total V	76	61	137	49	69	118
VI	Erro por falta de atenção	3	2	5	2	3	5
	Respostas em branco	4	5	9	12	10	22
	Copia o enunciado ou o exemplo	9	23	32	7	4	11
	Total VI	16	30	46	21	17	38
Total Geral		300	304	604	300	291	591

Constatou-se que após o uso do software ocorreu uma pequena diferença para pior nos resultados da turma do software, de 300 para 304 erros. Somente as classes de erros de natureza mista e de ordenação apresentaram uma diminuição dos erros, de 24 para 13 e de 76 para 61, respectivamente. Esta melhora provavelmente ocorreu devido ao software ter trabalhado em suas atividades a ordenação numérica.

Na classe de composição numérica, a categoria que mais se destacou foi a da composição desprezando o valor posicional (alinhamento dos n^{os}) com 44 erros; na de decomposição foram as de decomposição correta do algarismo e leitura/escrita errada com 64 erros e a equivalência numérica em branco com 59; na classe de correspondência foi a categoria pintou uma bolinha como sendo correspondente ao 1 do 12 com 16 erros; na de natureza mista foi a composição/decomposição desprezando o valor posicional (alinhamento dos n^{os}) com 30 erros; na ordenação numérica foram as categorias não ordena com 38 e confunde os sinais com 78 erros; e na classe dos erros periféricos a categoria copia o enunciado ou o exemplo com 32 erros.

Na turma convencional, após as atividades propostas pela professora em sala de aula, houve uma diminuição no número de erros de 300 para 291. A maioria das classes apresentou uma melhora nos resultados, isto é, diminuição dos erros, com exceção das classes de correspondência numérica e ordenação, com um aumento de 3 para 11 e de 49 para 69 erros, respectivamente. Houve uma diminuição significativa nos erros de composição (de 87 para 68) e decomposição numérica (112 para 105), isto talvez se justifique pelo fato da professora ter dado ênfase em atividades relacionadas a esses conteúdos.

As categorias que mais se destacaram em suas respectivas classes foram a composição pela soma dos algarismos com 38 erros na classe da composição numérica; decomposição correta e leitura/escrita errada com 65 e equivalência em branco com 40 erros referentes a decomposição; pintou uma bolinha como sendo correspondente ao 1 do 12 com

12 erros na classe de correspondência; a composição/decomposição desprezando o valor posicional (alinhamento dos n^os) com 45 erros na classe de natureza mista; não ordena os números com 26 e confunde os sinais com 71 erros relacionados a ordenação; e respostas em branco com 22 erros na classe de erros periféricos.

Comparando-se ambas as turmas e levando-se em consideração o total de erros apresentados, a turma do software apresentou mais erros do que a turma convencional, 604 e 591, respectivamente. As duas turmas apresentaram 300 erros no pré-teste. No pós-teste, a turma do software teve uma pequena piora e apresentou 304 erros; a turma convencional, ao contrário, teve uma melhora e efetuou 291 erros.

Analisando as classes de erros das duas turmas, a turma convencional apresentou mais erros somente nas classes de composição e natureza mista, nas restantes, destacou-se a turma do software.

Os erros cometidos por ambas as turmas, nas classes II, III, IV e V são do mesmo tipo: decomposição correta e leitura/escrita errada; equivalência em branco; pintou uma bolinha correspondente ao 1 do 12; composição/decomposição desprezando o valor posicional; não ordenação e confunde sinais. Na turma do software o maior número de erros de composição numérica foi do tipo composição desprezando o valor posicional (alinhamento dos n^os), e na turma convencional a composição pela soma dos algarismos. Os erros periféricos também não foram os mesmos nas duas turmas, sendo que na turma do software a maioria foi do tipo copia o enunciado ou o exemplo e na turma convencional as respostas em branco.

5 ANÁLISE DOS RESULTADOS

No contexto em que foi desenvolvido este trabalho, frente à realidade que a Rede Municipal de Ensino oferece, constatou-se estatisticamente (teste do qui-quadrado), que não houve diferenças significativas nos resultados gerais obtidos entre a turma do software e convencional, na aprendizagem do sistema de numeração decimal. No entanto, o exame dos resultados por questão e dos tipos de erros produzidos possibilita realizar uma análise mais detalhada da natureza das dificuldades encontradas pelos alunos pesquisados na aprendizagem do sistema de numeração e da escrita numérica, bem como do uso do software com esta finalidade. Nesse sentido, priorizaram-se para discussão e análise esses dois eixos de questões.

5.1 AS DIFICULDADES ENCONTRADAS NA APRENDIZAGEM DO SISTEMA DE NUMERAÇÃO

As dificuldades na aprendizagem desse conteúdo foram constatadas, tanto na turma do software, quanto na turma convencional, o que mostra que alguns princípios desse

conteúdo escolar podem ter a natureza de obstáculo epistemológico ou didático, conforme caracterizado por Brousseau (1983).

As dificuldades encontradas nas questões, que não satisfizeram aos conceitos relevantes ao sistema de numeração decimal e sua escrita, foram neste estudo consideradas como erros, no sentido de que não levaram em conta, ou apenas parcialmente, os critérios lógicos, propriedades ou aspectos substantivos do sistema de numeração posicional de base 10, apontados por Lerner e Sadovsky (1996), quais sejam: o caráter polinomial dos números, ou seja, os algarismos de um número representam as potências de dez correspondentes a esses algarismos (ex: $612 = 6 \times 10^2 + 1 \times 10^1 + 2 \times 10^0$); em consequência, os algarismos variam de acordo com a posição no número, implicando diferenciar valor absoluto do algarismo e valor relativo do mesmo. Ao lado desses critérios de caráter lógico, estão aqueles referentes ao código lingüístico pelo qual estabeleceu-se um sistema de nome dos números, expresso diferentemente na forma oral e escrita.

Nesta pesquisa os erros que mais se destacaram foram referentes ao valor posicional dos números; leitura e escrita numérica; papel do zero; e significado do “vai um”.

Os erros relacionados ao valor posicional dos números apareceram quando as crianças compuseram os números por meio do alinhamento dos algarismos sem levar em consideração a posição que ele ocupava, ex. $200+30+4 = 200304$ e pela soma dos algarismos desprezando-se o valor posicional, como é o caso de $5d + 9u = 14$; na ordenação dos números para saberem qual é maior ou menor; quando as crianças responderam que a quantidade de dezenas existentes em um número, era o algarismo que representava aquela posição; quando o 1 do 12 valia uma unidade; e quando não souberam a equivalência de unidades, como foi o caso da representação do 445 pelas cartas do baralho e outros.

Todos esses erros são consequências das deficiências e dificuldades da aprendizagem do sistema de numeração decimal. Sabe-se que desde pequenas as crianças

consideram a posição dos algarismos em um número como fator de comparação para saber qual número é maior ou menor, usando o critério de quanto mais algarismos, maiores são os números, e se forem do mesmo tamanho, o primeiro algarismo é quem manda. Mas esta é uma primeira aproximação do critério definidor do conceito, pois na verdade, as crianças demoram um certo tempo para compreender que o valor de cada algarismo depende do seu valor absoluto e da posição que indica o seu valor potencial (LERNER, 1995).

O fato das crianças terem alinhado ou somado os algarismos para compor um número, deixou claro que para elas não houve diferença entre dezenas e unidades e etc., ou seja, elas não souberam que a cada reagrupamento de 10 unidades, o mesmo se transforma em unidades de tamanhos diferentes, dando origem às ordens das unidades, dezenas, centenas e assim por diante. De fato, ainda não compreenderam que o nosso sistema de numeração é de base 10, e que cada posição corresponde a diferentes potências dessa base que cresce da direita para a esquerda. Em resumo, para essas crianças a formação de um número consiste no agrupamento dos algarismos, mas a posição e o valor que o algarismo ocupa em sua formação são desprezíveis.

Grande parte dos alunos não soube ordenar os números corretamente de acordo com a ordem crescente ou decrescente. Como também mostraram os trabalhos de Lerner (1995), Lerner e Sadovsky (1996), Teixeira et al. (2000) e outros, as crianças na maioria das vezes, não identificavam qual número era menor ou maior e qual vinha primeiro ou após o outro. Para essas crianças, quanto mais algarismos, maiores eram os números e quando o número possuía a mesma quantidade de algarismos, o primeiro número é quem determinava qual era o maior, e se os primeiros algarismos fossem iguais, o algarismo posterior é quem decidia.

Houve também os alunos que responderam que a quantidade de dezenas existentes em cada número era o algarismo que representava a classe das dezenas; em alguns casos essa

resposta até coincidia com a correta como o número 70. Este tipo de resposta foi constante na maioria das vezes, devido às crianças terem sido ensinadas dessa forma, quando aprenderam a decomposição numérica por meio do quadro valor-lugar ou do ábaco. Esses dois instrumentos fizeram com que as crianças compreendessem a relação entre o algarismo e a classe que ele representava, isto é, a diferenciação entre unidades, dezenas e etc., mas não a equivalência de unidades existentes entre uma classe e outra.

Também ficou claro que as crianças que identificaram o 1 do 12 como correspondente a uma unidade, não tiveram noção numérica parte-todo; não conseguiram diferenciar as dezenas das unidades, pois elas ainda não compreenderam o sistema de base 10 que rege o sistema de numeração decimal. Elas não entenderam que o algarismo colocado no lugar das dezenas deve ser multiplicado por 10 para obter o seu valor correspondente. Essas dificuldades confirmam os estudos de Ross (1986, apud KAMII, 1993). Há aqui também a influência de outra variável que é o caráter polissêmico do código lingüístico, ou seja, o mesmo número um pode significar uma unidade ou uma dezena, fato que é assimilado pela criança, inicialmente de forma indiferenciada (TEIXEIRA et al., 2000).

Notou-se também o desprezo do valor posicional na representação do número 445 com as cartas do baralho disponíveis. Não existia a carta 4 centenas, mas havia a de 40 dezenas, mas as crianças não compreenderam a relação da equivalência entre unidades, não identificaram que na ausência de uma das cartas, a outra era equivalente, confirmando os resultados apresentados por Bednarz e Janvier (1982).

Outra dificuldade foi em relação à leitura/escrita do número. As crianças não conseguiram fazer relação com o agrupamento de base 10, elas não tiveram claramente a idéia de associação entre unidades, dezenas e centenas e a maioria fez a transposição da numeração falada para a escrita como é o caso do trinta e sete = 307. Outros fatores que dificultam muito a escrita numérica, é que a nomenclatura em português, tem pouco ou nada a ver com o

número, ou quando os números apresentam indícios de composição aditiva, por exemplo, o quatorze = $10+4$ (NUNES; BRYANT, 1997).

O papel do zero também é outro fator de resistência para os alunos. Eles não conseguiram compreender que o zero ao mesmo tempo representa a ausência de elementos e a presença de posição (LERNER, 1995). A maioria das crianças continuou achando que o zero não valia nada, independente da posição que ele ocupava, o que também interferiu na leitura/escrita dos números. Quando o zero aparecia à esquerda dos números elas acabavam errando, pois o zero à esquerda não valia nada e para elas o número passava a ser maior, pois possuía um algarismo a mais como foi o caso de 923 e 0923.

Notou-se também, que as crianças erraram muito os sinais de relação $<$, $>$ e $=$. Muitas vezes elas até sabiam a relação entre os números, isto é, se um era maior, menor ou igual ao outro, mas não souberam utilizar os sinais, pois muitos nunca tinham trabalhado com sinais e os desconheciam. Isso mostra que além das questões lógicas ou operatórias, uma das dificuldades da aprendizagem em matemática advém da apropriação de uma linguagem que lhe é específica, de caráter formal e muito distante da linguagem natural como mostra Gómez-Granell (1997).

Também foram encontrados muitos erros em relação ao significado do “vai um”. Ficou nítido que os alunos resolveram com facilidade as operações com o “elevar-se um”, mas eles não souberam o que isso significa. Essas crianças não souberam porquê não se pode colocar dois algarismos numa mesma posição e nem que valor possuía o “um” que se elevou e não relacionaram o “vai um” com o valor posicional, para elas o um que se elevou correspondia a uma unidade. Esses dados apontam o mesmo que os estudos de Cauley (1988, apud KAMII, 1993) sobre o significado do “empresta um”.

Constatou-se por meio dos resultados apresentados e por estudos como os de Lerner (1995), Lerner e Sadovsky (1996), Kamii (1986), Sinclair, Siegrist e Sinclair (1983),

Sinclair e Sinclair (1984), Sinclair (1990) e outros, que as crianças apresentam muitas dificuldades na aprendizagem da noção de número e do sistema de numeração decimal, pois esses conceitos envolvem processos cognitivos complexos que geram mudanças de conhecimento, isto é, a integração e organização interna de novas idéias pela estrutura cognitiva.

As teorias de Piaget, Vygotsky e Ausubel ajudam na compreensão do sistema de numeração escrita, que é ao mesmo tempo produto das regulações operatórias ou lógicas e das mediações sociais, que facilitam o processo de aquisição da escrita numérica e de seus significados.

Para Piaget (1971, 1974) a construção do conceito de número é um processo de desenvolvimento auto-regulado e de aprendizagem no sentido amplo. Pode-se observar suas características quando a criança começa a contar e passa a estabelecer relações de integração, ordenação, conservação dos números e grandezas, de uma forma lógica ou operatória. O ápice dessas operações é quando a criança passa a pensar de uma maneira reversível e a fazer relações operatórias com a numeração, ou seja, estabelecendo compensações por composição e decomposição como forma de realizar diferentes transformações com números.

A mediação, ressaltada por Vygotsky (1989a, 1989b) também é evidente como fator para se entender a aquisição da escrita numérica. Quando a criança começa a ter a noção de número e passa a internalizar as operações, isto é, ela passa a deixar de lado os objetos externos usados na contagem e substituí-los pelos signos que são as representações mentais desses objetos, no caso dos números. Ao mesmo tempo a escrita numérica como um sistema de números criado culturalmente, é incorporada gradativamente pela criança.

Em síntese, a aprendizagem significativa da escrita numérica, segundo as idéias de Ausubel, Novak e Hanesian (1980) supõem tanto a compreensão dos aspectos lógicos ou

substantivos do sistema de numeração, como a aquisição da linguagem utilizada pra expressar esse sistema.

Como se pode observar, a aprendizagem do sistema de numeração é bastante complexa e envolve o domínio de vários aspectos. Para que ocorra uma aprendizagem significativa de tais aspectos, é preciso encontrar formas de mediação que possam contemplá-los. No caso deste trabalho, utilizou-se um software educacional, e discutiu-se os resultados obtidos a partir dessa ferramenta de mediação para a aprendizagem desse conteúdo, bem como a análise de seus limites e possibilidades.

5.2 OS PROBLEMAS RELATIVOS AO USO DO SOFTWARE PARA O ENSINO-APRENDIZAGEM DO SISTEMA DE NUMERAÇÃO

As idéias das teorias de aprendizagem descritas encontram-se implícitas no modelo de Valente (2002), quando ele apresenta a espiral descrição-execução-reflexão-depuração-descrição, como a forma ideal de interação aprendiz-computador.

Pode-se estabelecer uma relação entre a organização e a adaptação (assimilação e acomodação) de Piaget com a espiral de Valente, em que, os reflexos, esquemas e combinações mentais (organização) estão presentes nas fases de descrição e reflexão; a assimilação se assemelha à fase de reflexão e a acomodação à depuração, que é quando uma estrutura antiga é modificada pela aquisição de novos conhecimentos.

Vygotsky defende a idéia da mediação, e afirma que a criança para se desenvolver melhor necessita da presença de um mediador que possa interferir em sua reflexão. Comparando a teoria de Vygotsky à espiral de Valente, pode-se dizer que a internalização equivale à idéia de depuração.

Para Ausubel, a aprendizagem só ocorre quando conceitos relevantes estão claros e disponíveis na estrutura cognitiva do indivíduo, isto é, quando o significado lógico dos

conceitos é transformado em significado psicológico. Analogamente, esse conceito é equivalente à internalização de instrumentos e signos de Vygotsky e à depuração proposta por Valente.

Pode-se ainda dizer que os subsunçores de Ausubel correspondem aos esquemas de ação (assimilação) de Piaget e à fase de reflexão da espiral de Valente. E quando ocorre a modificação de um subsunçor de Ausubel, ocorre a acomodação de Piaget e a depuração de Valente.

Para a aprendizagem ser significativa, o processo de ensino-aprendizagem deve ser baseado numa relação entre o que o aluno já sabe e os objetivos da escola. Para que isso ocorra, o professor deve intervir (mediar), pois o aluno não pode sozinho conseguir o aprendizado. A mediação de outras pessoas e instrumentos (computador) é fundamental no desenvolvimento do aluno, e no caso desse estudo, o software “Estação Saber” e as professoras deveriam ter sido os mediadores a serem utilizados na construção dos conceitos da noção de número e do valor posicional.

Mas como seria uma mediação ideal? Será que o uso do computador pode ser feito de qualquer maneira? Será que o seu uso trará resultados positivos? Qual o papel do professor? Como escolher o software mais adequado?

Refletindo sobre essas indagações, considera-se que na escolha de um software, deve-se levar em conta suas características técnicas e pedagógicas, pois são fatores determinantes numa ferramenta de ensino-aprendizagem. Do ponto de vista construcionista, ao se analisar um software, deve-se considerar seus aspectos formais, verificando se ele está ajudando a criança a desenvolver a sua lógica, a raciocinar de forma clara, objetiva, coerente, criativa, bem como os aspectos em relação a conteúdo, ou seja, se a temática do software tem um significado relacionado com a realidade de vida da criança.

No estudo realizado, percebeu-se que o método pedagógico adotado pela professora da turma convencional, como o uso do “Estação Saber” pela professora da turma do software, seguiram os princípios do instrucionismo, ou seja, o que predomina é a transmissão de informação ao aluno, não se importando como é que ele aprende, e sim se aprendeu ou não. Os erros cometidos não são considerados como elemento de reflexão, passando, portanto, despercebida a função dos mesmos para aprendizagem, sendo relevantes somente as respostas corretas. Notou-se que a professora da turma do software não identificou os aspectos formais citados anteriormente, isto é, ela não teve a preocupação em verificar se os alunos estavam realmente assimilando o conteúdo, muito provavelmente porque não possuía conhecimento para tal investigação.

O software usado neste trabalho é do tipo exercício-e-prática, ou seja, consiste em exercícios propostos referentes a um assunto já estudado (sistema de numeração decimal). Mesmo sendo direcionado a uma linha mais tradicional (instrucionista), foi utilizado com o intuito de consolidar a aprendizagem e para trabalhar com crianças que estivessem com algum problema cognitivo ou mesmo de insegurança. Este tipo de software oferece oportunidade de exercitar um certo conteúdo, permitindo que a criança possa aplicar a novas situações alguns princípios aprendidos.

A professora da turma do software apresentou características do paradigma instrucionista quando, ao explicar os comandos do software aos alunos e ao conduzir a aula, determinava o que o aluno devia fazer; que classe (unidade, dezena, etc.) devia escolher; não deixando que os alunos explorassem o software conforme seus interesses.

Seguindo os mesmos princípios, a professora da turma convencional determinava as atividades a serem realizadas pelos alunos, foi ela que manteve o controle da construção do conhecimento do aluno, isto é, ela controlava os passos do aluno, orientava e identificava seus

erros, mas, nem sempre fazia a correção até que o aluno compreendesse e construísse o seu conhecimento.

Diante do contexto acima citado, justifica-se o fato de que, no geral, a turma do software e a turma convencional não terem apresentado diferenças significativas de desempenho na aprendizagem do sistema de numeração decimal. Ficou claro que a forma de aprendizagem envolvida no software é da mesma natureza que a utilizada pela professora da turma convencional, ou seja, tradicional ou instrucionista. Mesmo que uma das turmas tenha utilizado o computador como um recurso a mais, percebeu-se que a forma de ensinar foi limitada, deixando a desejar em alguns aspectos como: desenvolvimento e acompanhamento do raciocínio do aluno; criatividade; identificação e solução dos erros; etc.

Como já foi dito, embora estatisticamente não tenha havido diferença significativa entre as duas turmas, não significa que elas apresentaram exatamente os mesmos erros ou resultados positivos.

Analisando os resultados finais por meio da comparação de ambas as turmas, percebeu-se que a turma que utilizou o software apresentou melhores resultados que a turma convencional, nas questões 3 e 4 que eram de ordenação; 5, 6 e 8 de decomposição e 6b relacionada ao significado do “vai um”. A maioria desses acertos ocorreu nas questões relacionadas ao conteúdo das três atividades usadas no software como: o “Jogo do Ábaco” que trabalhou a decomposição numérica; os jogos “Colocando em Ordem” e “Barquinho Matemático” que exercitaram a ordenação dos números. Mesmo o software possuindo um pressuposto pedagógico instrucionista, tradicional, no qual ele é o transmissor de conhecimento ao aluno por meio de exercícios de fixação, reforço e repetição que requerem apenas a memorização, de alguma forma, ele conseguiu fazer com que os alunos apresentassem uma melhora dos resultados nessas questões. Esse fato pode apontar que esse tipo de atividade pode ser interessante, quando se trata de fixar conceitos aprendidos.

As questões relativas à ordenação numérica apresentaram resultados positivos, pois o software trabalhou diretamente esse conceito em duas de suas atividades. A questão 5 de decomposição numérica também apresentou uma diminuição dos erros; essa questão consistia em um quadro valor-lugar, que por sua vez, é similar ao “Jogo do Ábaco”, no entanto, essa atividade não colaborou com a leitura/escrita dos números. Acredita-se que também houve melhoras nos resultados da questão que envolvia o conceito do “vai um”, pois o software reforçou a decomposição numérica por meio do “Jogo do Ábaco”, o que influenciou indiretamente na compreensão dos alunos sobre o significado do “elevar-se um”. Algumas crianças passaram a entender que o número que se eleva está relacionado com a base 10 do sistema de numeração decimal, portanto, deve ser multiplicado pelo valor da posição que ele representa.

Notou-se também, que independentemente do uso ou não do software, as questões operatórias foram as que os alunos tiveram maiores dificuldades de entendimento, pois, exigiam um nível mais elevado de raciocínio e por não serem do tipo que eles estão acostumados a resolver. De fato, em ambas as turmas, o ensino foi feito tendo por base atividades convencionais.

Um dos motivos que podem explicar as razões pelas quais o uso do software não provocou alterações positivas nos resultados das outras questões pode ter sido o fato do conteúdo abrangido no software não satisfazer a resolução dessas questões, isto é, as questões requeriam conceitos mais complexos que o software não trabalhou. Isso também foi notório nos resultados de algumas questões da turma convencional, pois as atividades trabalhadas em sala pela professora também não exploraram a fundo o conceito de sistema de numeração decimal, a ponto dos alunos terem compreendido aspectos fundamentais necessários para a compreensão desse conceito.

Diante do cenário apresentado acima, pode-se afirmar que o software “Estação Saber” contribuiu em parte para melhora dos resultados de algumas questões. Apesar de ser um software que possui limitações, o seu uso reforçou os conteúdos envolvidos em algumas questões. Apoiada nessa discussão surgiu a hipótese de que outra das possíveis causas de não haver diferenças significativas no desempenho de ambas as turmas é a formação do professor da turma do software. Esta professora não teve formação alguma para fazer um uso mais complexo do computador em sala de aula. Ela simplesmente se interessou, pois acreditava que o software era um recurso a mais na sua prática, mas ela não soube utilizar o computador de uma maneira correta, não explorou suas potencialidades.

De fato, não houve uma mudança na didática da professora, ou seja, o uso do software foi apenas associado à prática de ensino já existente, o aluno recebia os comandos do jogo e realizava as atividades sem ter um objetivo especificado, estruturado por um processo que visasse a compreensão do aluno. Portanto, não basta simplesmente usar as tecnologias para produzir aprendizagens mais significativas. É necessário um novo processo didático que altere significativamente a relação professor-aluno, os meios de avaliação e a estrutura de atividades voltadas para a construção de certo conteúdo ou conceito como mostra Valente (1999), Prado e Valente (2003), Belloni (2001), Oliveira (2003) e outros.

Ficou claro que a professora não possuía um domínio amplo do conteúdo de sistema de numeração decimal, limitando-se às questões do software e do livro didático. A profissional temia que com o software ela perdesse o controle da aula, que os alunos fizessem alguma pergunta que ela não soubesse responder, ainda mais lhe faltando formação pedagógica e técnica. Percebeu-se que a professora fez o melhor que pode, frente às suas possibilidades e conhecimento.

É interessante ressaltar que as crianças não tiveram dificuldades com a interface do software e que a professora ensinou os comandos corretamente, mas a interação com o

software não passou disso. Os alunos resolveram os exercícios, mas a professora não teve como identificar o raciocínio dos alunos, o porquê eles estavam acertando ou errando; os próprios alunos não percebiam seus erros. Caberia à professora criar situações reais para que o aluno pudesse compreender e construir o conhecimento, para posteriormente voltarem ao software e solucionar os seus erros, dessa forma realizariam todas as fases da espiral descrição-execução-reflexão-depuração-descrição proposta por Valente (2002).

Chegou-se à conclusão de que uma aula pode ser boa ou ruim, independentemente do uso ou não de uma tecnologia. Isto significa que a qualidade está na didática e no conteúdo que deve ser bem planejado e disponibilizado de modo que seja possível a aquisição de conhecimento pelo aluno. Em síntese, o uso do computador no ensino da matemática só poderá contribuir para uma aprendizagem significativa, se for integrado a uma nova proposta didática mais reflexiva e investigativa (PRADO; VALENTE, 2003).

6 CONSIDERAÇÕES FINAIS

Falar atualmente em educação, sobretudo no Brasil, significa referir-se às mudanças que ela tem exigido. Constata-se nas salas de aulas que o sistema tradicional de ensino já está defasado e que é necessária uma mudança. Uma questão que todo professor que pretende entrar numa sala de aula deve considerar é: "Como o aluno aprende?" Refletir sobre esta questão é de extrema importância, já que leva a um questionamento sobre como ocorre a construção do conhecimento.

Refletindo sobre essa questão, quando se fala em métodos de ensino, a pesquisadora deste estudo referiu-se às técnicas, atividades que o professor utiliza na sua prática pedagógica, e, ao falar em pressupostos pedagógicos, pensou-se nas diferentes formas que existem de explicar como o ser humano aprende. Isso é fundamental, já que o professor deve conhecer qual o paradigma que ele acredita ser o mais verdadeiro para realizar uma prática coerente com o modelo que ele acredita ser melhor.

Pôde-se constatar que a prática dos professores pesquisados está basicamente apoiada no instrucionismo, e como tal, influenciou e ainda continua influenciando a prática educacional da maioria dos professores.

Também é notório que ensinar o sistema de numeração decimal para as crianças, tem sido uma tarefa difícil. A aprendizagem do conceito de números e valor posicional requer que a criança realize processos cognitivos complexos, isto é, que ela compreenda e dê significados às diferentes situações nas quais os números são usados.

As teorias de Piaget, Vygotsky e Ausubel serviram como suporte para a compreensão da aprendizagem da numeração escrita, que envolve ao mesmo tempo, as mediações sociais e as regulações lógico-operatórias. Diversos tipos de erros foram encontrados e categorizados de acordo com suas características, tipo e origem. Análises têm sido feitas para se descobrir a origem desses obstáculos, concluindo que eles não estão apenas na Matemática em si, mas em como o conceito vem sendo ensinado, passando-se a imagem de que tais conceitos são meras abstrações, enfatizando-se seus aspectos formais, numa total disparidade da realidade e de seu significado, tanto para quem aprende como para quem ensina. Isto ficou claro nos resultados das questões convencionais e operatórias, mostrando que as crianças tiveram maiores dificuldades na resolução das questões operatórias, que exigiam um pensamento mais elaborado e complexo, os quais as crianças não estão acostumadas a realizar, muito provavelmente porque não são solicitadas a fazê-lo regularmente na escola.

Os resultados apontados neste trabalho levantam claramente quanto é crucial se pensar em processos de mediação mais apropriados e quanto essa questão é complexa. Embora os resultados não tenham sido tão positivos, é possível pensar que o uso de softwares educacionais pode representar uma tentativa de proporcionar uma aprendizagem significativa à criança.

As questões apresentadas neste trabalho em relação ao uso do software educacional no ensino do sistema de numeração decimal revelaram-se muito importantes para promover a reflexão do professor ou do especialista em educação, sobre suas concepções pedagógicas e sobre os diversos aspectos envolvidos na utilização de uma nova tecnologia em sala de aula. Dentre estes aspectos, cita-se a adequação para se trabalhar no computador com atividades que envolvam a realidade do aluno, mas que, além disso, incorporem uma nova atitude diante do uso dessas novas tecnologias. Estas passam a ter, não apenas o caráter de ferramentas que possam servir a profissionais da computação, mas também uma forma de inserção dinâmica nos processos de ensino-aprendizagem objetivados pela educação escolar.

A utilização de softwares educacionais, na escola, possibilita ao professor conhecer o raciocínio de seu aluno, isto é, seu processo cognitivo na formação de idéias e conceitos. Este conhecimento melhora a ação do professor, de maneira que ele poderá compreender melhor seus alunos. Compreendendo-os, poderá planejar atividades mais adequadas para o processo de aprendizagem deles. Isso só é possível se o uso não for simplista, isto é, se o professor souber usufruir os recursos do software, tiver o domínio do conteúdo e, principalmente, se fizer com que seus alunos consigam contextualizar o conceito que estiverem construindo pela mediação do software.

O uso do computador no ensino-aprendizagem da matemática, levando-se em consideração sua utilização de uma maneira correta, pode realmente contribuir para a aprendizagem do aluno, despertando sua habilidade de pensar matematicamente, de forma a tomar decisões baseando-se no entrelaçamento dos conceitos matemáticos e o mundo real.

Observou-se na prática, grandes dificuldades com a aplicabilidade das novas tecnologias na escola. Uma das principais dificuldades, como foi comprovada nesse estudo, encontra-se no despreparo dos professores, tornando-se fundamental uma formação docente que possa acompanhar qualitativamente esta evolução.

No início, o uso da informática estava voltado para diversas áreas, menos para a educação. Atualmente, pode-se constatar que o uso da informática no contexto escolar não é mais uma utopia ou uma panacéia, e sim uma realidade.

Apesar de ser uma tecnologia inovadora, portanto identificada com a modernidade, a inserção do computador na escola provoca algumas reações e expectativas nas pessoas envolvidas na escola. Valente (1993), abordando essa questão, aponta três tipos de reações:

- Indiferença - revela o desinteresse ou apatia de certas pessoas em relação à introdução de uma nova tecnologia na sociedade; em geral, elas deixam o acontecimento ocorrer e posteriormente se definem.
- Ceticismo - os argumentos mais comuns são: que a educação pública é muito pobre e que faltam recursos financeiros, físicos e humanos nas escolas; que os professores são mal pagos; que a máquina pode causar uma relação fria entre alunos, professores e direção; que a comunidade escolar (direção, pais e professores) tem uma resistência à introdução da informática na educação, oriunda da falta de vivência com essa nova ferramenta, e o fato de que o computador tomaria o lugar do professor.
- Otimismo - as razões mais comuns são: o modismo, isto é, se os outros países ou outras escolas aderiram essa nova tecnologia, então nós também devemos utilizar, lembrando que esse uso não deve ser mera cópia dos outros e sim efetuado com senso crítico; o computador como algo que fará parte da nossa vida, portanto a escola deve inserir no currículo escolar uma disciplina que ensine sobre computadores; o computador como meio didático é visto como mais um artefato como a TV, o retroprojetor e outros, desconhecendo a potencialidade de seus recursos de aprendizagem; e o computador como

motivador da curiosidade do aluno; nesta visão, a escola não deve sofrer mudanças pedagógicas, ela deve continuar como está, o computador, por si só, encarrega-se de motivar os alunos, mas sem alterar o que acontece em sala de aula.

Diante dessas posições irrealistas, é preciso pensar de forma crítica sobre a questão. Agora a questão não é mais se deve ou não, usar os computadores em sala de aula, e sim como ele deve ser utilizado. Dessa forma, surge a necessidade de um novo profissional, capaz de utilizar esta poderosa ferramenta, tanto no que se refere à sua utilização tecnológica como pedagógica.

Ao longo da história da informática na educação, percebeu-se que houve momentos de ênfase no aspecto pedagógico e outros que deram maior importância para as questões técnicas. O que se pode afirmar é que, para uma formação qualificada dos professores, esses dois aspectos não podem ser separados. A tecnologia e a pedagogia devem caminhar juntas, promovendo assim a formação de um profissional capaz de trabalhar nessas áreas, introduzindo o computador nos processos de ensino-aprendizagem, como uma ferramenta eficiente para desenvolver seus métodos e práticas pedagógicas. Portanto, sem o uso correto da ferramenta é impossível criar soluções pedagógicas inovadoras e vice-versa; sem o pedagógico, as ferramentas disponíveis são desperdiçadas.

O computador na escola é um equipamento da informática que serve de suporte ao professor, como uma ferramenta a mais de trabalho em sua sala de aula. Dessa forma, o computador deve ser explorado pelo professor em sua potencialidade e capacidade, tornando possível executar, simular, praticar ou vivenciar situações fundamentais à compreensão de um conceito. Assim, o aluno considerado construtor do seu conhecimento, mediado pela ação do professor, utiliza o computador como ferramenta que permita realizar a espiral descrição-execução-reflexão-depuração-descrição.

O papel do professor é atuar junto aos alunos, entender e realizar reflexões sobre como acontece o processo de construção de conhecimento destes. Acredita-se que essa questão vai ser consolidada à medida que o professor passe a tirar melhor proveito do seu trabalho e conseqüentemente do aprendizado dos alunos.

"O que se deseja salientar aqui é que a presença de novas tecnologias de ensino na sala de aula coloca o professor diante de um processo de reflexão, de redimensionamento em termos de sua função e papel sociais, e que muitas vezes, esse profissional se acha sozinho com essas complexas e sofridas reflexões (...), criticado, com aspereza por vezes, por pesquisadores e estudiosos de educação e comunicação, mas sem que esses mesmos acadêmicos ofereçam alternativas, pistas que orientem e sustentem formas de operacionalização, de construção desse novo papel de professor que integre e utilize de maneira otimizada os recursos tecnológicos disponíveis" (Rosado, 1998, p.229).

Pesquisas mostram que os projetos de informática na Educação no Brasil não são tão recentes, mas ainda não se conseguiu atingir bons resultados, como pode ser visto na pesquisa realizada por Silva e Lima (2006) sobre a natureza do curso de capacitação oferecido aos futuros professores-instrutores das salas de informática da rede municipal de ensino de Campo Grande-MS. Os resultados mostraram que as diretrizes do curso de formação pautam-se no uso do computador como um importante aliado no processo de ensino-aprendizagem, mas os temas abordados durante a realização da capacitação são totalmente técnicos, não permitindo que os professores-instrutores consigam fazer a reflexão sobre esse uso.

A ausência de sucesso nos resultados também é apresentada no estudo feito por Gregio (2005), em que se investigou o uso das TICs e a formação inicial e continuada de professores da rede pública estadual de ensino de Campo Grande-MS. Os resultados apontaram que os professores se sentiam despreparados para usar o computador, mesmo assim, utilizavam os aplicativos do Office para ensinar conteúdos curriculares, realidade que não é defendida por especialistas da área e que confirma que os usos das TICs na educação não estão ocorrendo de forma adequada.

Frente a essa realidade, é urgente repensar os processos de formação de professores para o uso das tecnologias. Sugere-se que a formação do professor permita que ele

consiga integrar a informática à suas práticas pedagógicas. O professor deve saber utilizar o computador, mas principalmente utilizá-lo como uma forma de representação do conhecimento, isto é, que consiga contextualizar o conhecimento com a sua vivência e com a realidade do aluno; deve também ter condições de discernir como e porque utilizar as TICs, levando-se em consideração na escolha da tecnologia, seus aspectos formais e de conteúdo, se ela corresponde aos objetivos que ele pretende atingir com os alunos e também se ela corresponde às expectativas desses alunos. Enfim, como afirma Valente (2003), a formação ideal de professores deve criar condições para ele adquirir conhecimento de técnicas computacionais e saber como integrá-las em suas práticas pedagógicas, considerando-se sua própria vivência e prática como instrumento de reflexão na construção de novas idéias e conhecimentos. Valente (1999) corrobora esta perspectiva afirmando que é necessário formação para que o professor consiga avaliar quando deverá usar ou não o computador e principalmente por que usá-lo.

Completando essa idéia, Rezende e Fusari (2001, p. 215) afirmam que “a formação inicial de professores precisa estar ‘de olho’ no que está acontecendo no exercício da docência, mas o docente em exercício tem de estar ‘de olho’ nos cursos de formação inicial de professores”. Desta forma, ocorre uma formação contínua sem deixar de lado a formação inicial, isto é, o professor não precisa voltar à universidade para buscar conhecimentos voltados às novas tecnologias. O próprio local de trabalho propiciará sua formação, e as discussões orientadas dentro do grupo (pesquisa colaborativa) contribuirão para uma mudança efetiva em sua prática e para o sucesso dos programas direcionados para o uso das tecnologias.

Nesse sentido, fica como proposta de trabalho futuro, o retorno da pesquisadora à escola para discutir com a professora participante desse estudo e demais que o desejarem, a apresentação e a discussão dos resultados desta pesquisa, como forma de analisar o papel do

professor frente à utilização das novas tecnologias. Refletir a relação entre o uso do software e o papel do professor no ensino, no sentido de apontar a importância da formação do professor para reconhecer os poderes e limites desse instrumento, ou seja, de utilizá-lo conforme suas possibilidades, apoiando-se numa perspectiva mais ampla do processo de construção do conhecimento. Sugerir alguns cuidados e indicar propostas de trabalho que possibilitem um ensino mais adequado, propondo algumas idéias para o uso de softwares que os tornem uma ferramenta mais produtiva, no sentido de apoiar o trabalho do professor, para uma aprendizagem mais significativa do aluno.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

AUSUBEL, D. P.; NOVAK, J. D.; HANESIAN, H. **Psicologia Educacional**. 2. ed. Rio de Janeiro: Interamericana, 1980.

BEDNARZ, N.; JANVIER, B. O. The understanding of numeration in primary school. **Education Studies in Mathematics**, v.13, p.33-57, 1982.

BELLONI, M. L. **O que é mídia-educação**. Campinas, SP: Autores Associados, 2001.

BITTAR, M. O uso de softwares educacionais no contexto da aprendizagem virtual. In: CAPISANI, D. (Org.). **Educação e Arte no Mundo Digital**. Campo Grande, MS: AEAD/UFMS, 2000. cap. 2, p. 77 –101.

BRASIL. Secretaria de Educação Fundamental. **Parâmetros Curriculares Nacionais: matemática**. v.3. Brasília: MEC,1997.

BRETON, P. **História da informática**: Tradução de Elcio Fernandes. São Paulo: UNESP, 1991. 260p.

BROUSSEAU, G. Les obstacles épistémologiques et les problèmes en mathématiques. **Recherches en didactique des mathématiques**, n. 4. 2, 165-98, 1983.

CAUZINILLE-MARMÈCHE, E.; WEIL-BARAIS, A. Quelques causes possibles d'échec em mathématiques et em sciences physiques. **Psychologie Française**, n. 34-4, p.277-283, 1989.

FREITAS, J. L. M. A Formação do Professor e o Uso de Softwares na Educação: Entre o Real e o Possível. In: CAPISANI, D. (Org.). **Educação e Arte no Mundo Digital**. Campo Grande, MS: AEAD/UFMS, 2000. cap. 2, p. 103-112.

FREITAS, J. L. M.; BITTAR, M. **Fundamentos e Metodologia de Matemática para os Ciclos Iniciais do Ensino Fundamental**. Campo Grande, MS: Ed. UFMS, 2004.

GOMES, N. G. Computador na escola: novas tecnologias e inovações educacionais. In: BELLONI, M. L (org). **A formação na sociedade do espetáculo**. São Paulo: Loyola, 2002.

GOMES, A. S. et al. Avaliação de software educativo para o ensino de matemática, **Anais do WIE 2002**, Florianópolis, SC, 2002.

GÓMEZ-GRANELL, C. A aquisição da linguagem matemática: símbolo e significado. In: TEBEROSKI, A.; TOLCHINSKY, L. **Além da alfabetização: a aprendizagem fonológica, ortográfica, textual e matemática**. São Paulo: Ática, 1997.

GRAVINA, M. A.; SANTAROSA, L. M. A aprendizagem da Matemática em Ambientes Informatizados. In: IV Congresso RIBIE, **Anais**. Brasília, 1998.

GREGIO, B. M. A. **O uso das TICs e a formação inicial e continuada de professores do ensino fundamental da escola pública estadual de Campo Grande-MS: uma realidade a ser construída**. Campo Grande-MS: [s.n.], 2004. Dissertação (mestrado) – Universidade Católica Dom Bosco.

HENRIQUES, A. Geometria Métrica: Uma seqüência didática com auxílio do software Cabri-Géomètre II. In: Cabri World 99, 1999. São Paulo. **Anais eletrônicos**. São Paulo: PUC-SP, 1999. Disponível em: <http://www.cabri.com.br/pesquisas/c99_anais/cc/cc_afonso.htm>. Acesso em: 23 out. 2005.

HERNANDES, V. K. Analisando e avaliando os softwares educacionais. In: ALMEIDA, F. J. de (Org.) **Introdução à informática para educadores (Módulo I)**. São Paulo: PUC, 1998. p. 35-37.

KAMII, C. Numerais e Valor Posicional. In: KAMII, C.; DECLARK, G. **Reinventando a aritmética: implicações da teoria de Piaget**. Campinas, SP: Papyrus, 1986. cap.4, p.83-97.

KAMII, C. Valor Posicional e a Adição de números de dois algarismos. In: KAMII, C.; JOSEPH, L. **Aritmética: novas perspectivas. Implicações na teoria de Piaget**. Campinas, SP: Papyrus, 1993.

KERLINGER, F. N. **Metodologia da pesquisa em Ciências Sociais**. São Paulo: Editora Pedagógica e Universitária, 1979.

LAVILLE, C. e DIONE, J. **A construção do saber: manual de metodologia em ciências humanas**. Adaptação de Lana Mara Siman. Porto Alegre: Artmed, 1999.

LERNER, D. O valor posicional. In: Lerner, D. **A matemática na escola: aqui e agora**. Porto Alegre: Artes Médicas, 1995.

LERNER, D.; SADOVSKY, P. O sistema de numeração: um problema didático. In: Parra, C., Saiz, I. (Orgs.) **Didática da matemática: reflexões psicopedagógicas**. Porto Alegre: Artes Médicas, 1996.

LUCCHESI, E. M.; SEIDEL, S. O uso de software no ensino-aprendizagem de Matemática. **Novas Tecnologias na Educação**. CINTED-UFRGS. Passo Fundo, v.2, n.1, mar. 2004.

MAGINA, S. O Computador e o Ensino da Matemática, **Tecnologia Educacional**, v.26, n.140, Jan/Fev/Mar., 1998.

MARCO, F. F. **Estudo dos processos de resolução de problemas mediante a construção de jogos computacionais de matemática no ensino fundamental**. Campinas, SP: [s.n.], 2004. Dissertação (mestrado) – Universidade Estadual de Campinas, Faculdade de Educação.

MARINHO, S. P. Tecnologia, educação contemporânea e desafios ao professor. IN: JOLY, M. C. R. A. **A tecnologia no ensino: implicações para a aprendizagem**. São Paulo: Casa do Psicólogo, 2002. p. 41-64.

MARTI, E. **Aprender con ordenadores em la escuela**. Barcelona: ICE-Horsori, 1992.

MISKULIN, R. G. S. **Concepções teórico-metodológicas sobre a introdução e a utilização de computadores no processo ensino/aprendizagem da geometria**. Campinas, 1999. (Tese Doutorado), Faculdade de Educação da Universidade Estadual de Campinas.

MEIRELLES, F. de S. **Informática: novas aplicações com micro-computadores**. São Paulo: McGraw-Hill, 1988.

MORAES, M. C. Informática educativa no Brasil: uma história vivida, algumas lições aprendidas. **Revista Brasileira de Informática na Educação**, Florianópolis, n. 1, p. 19-44, set. 1997. Disponível em <<http://www.inf.ufsc.br/sbc-ie/revista/nr1/mariacandida.html>>.

MOREIRA, M. A. **Aprendizagem significativa: um conceito subjacente**. Actas Encuentro internacional sobre el aprendizaje significativo. Burgos. Espanha, 1997, p. 17-44.

MOREIRA, M. A. **Teorias de Aprendizagem**. São Paulo: EPU, 1999.

MORELATTI, M. R. M. **Criando um ambiente construcionista de aprendizagem em cálculo diferencial e integral 1**. São Paulo, 2001, 260pp.(Tese de Doutorado), Pontifícia Universidade Católica de São Paulo.

NIQUINI, D. P. **Informática na Educação: implicações didático-pedagógicas e construção do conhecimento**. Brasília: Universidade Católica de Brasília, 1996, pp.136.

NOVAES, M. H. **Psicologia da educação e prática profissional**. Petrópolis: Vozes, 1992.

NOVAK, J. D.; GOWIN D. B. **Aprendiendo a aprender**. Barcelona: Martínez Roca, 1988.

NUNES, T.; BRYANT, P. **Crianças fazendo matemática**. Porto Alegre: Artes Médicas, 1997.

OLIVEIRA, R. **Informática Educativa**, 8. ed.Campinas: Papirus, 2003.

PAPERT, S. **A máquina das crianças: repensando a escola na era da informática**. Porto Alegre: Artes Médicas, 1994.

PIAGET, J. Aprendizagem e desenvolvimento. In: Pancella, J. R. e Ness J. S. V. **Studying Teaching**. Prentice Hall, 1971 (texto traduzido).

PIAGET, J. **O nascimento da inteligência na criança**. 2ª ed. Rio de Janeiro: Zahar, 1974.

PIAGET, J.; GRECO, P. **Aprendizagem e Conhecimento**. Rio de Janeiro: Freitas Bastos, 1975.

PIAGET, J.; SZEMINSKA, A. **A gênese do número na criança**. 2. ed. Rio de Janeiro: Zahar 1975.

PONTE, J. P. da; SERRAZINA, M. de L. **Didáctica da Matemática do 1º ciclo**. Lisboa: Universidade Aberta, 2000.

PRADO, M.E.B.; VALENTE, J. A. A formação na ação do professor: uma abordagem na e para uma nova prática pedagógica. IN: VALENTE, J. A. **Formação de educadores para o uso da informática na escola**. Campinas, SP: UNICAMP/NIED, 2003.

RAMOS, J.L.P. A Integração do computador na escola e no currículo: problemas e perspectivas. **Inovação**, 12, p.89-106, 1999.

RAMOZZI-CHIARATTINO, Z. **Psicologia e epistemologia genética de J. Piaget**. São Paulo: EPU, 1988.

REZENDE E FUSARI, M. F. Comunicação, meios de comunicação e formação de professores: questões de pesquisa. In: PORTO, T. M. E. (org.) **Saberes e linguagens de educação e comunicação**. Pelotas: ed. Universitária/UFPel, 2001.

ROSADO, E. M. S. Contribuições da psicologia para uso da mídia no ensino-aprendizagem. *In: Anais do Encontro Nacional de Didática e Prática de Ensino*, 1998. Águas de Lindóia, SP. [S. l. : s. n.], 1998. p. 217-237.

SIEGEL, S. **Estatística não-paramétrica para as ciências do comportamento**. São Paulo: McGraw-Hill do Brasil, 1977.

SILVA, C. M. da. **Uso do LOGO em sala de aula, desempenho em geometria e atitudes em relação à matemática**. Campinas, 2003. (Dissertação Mestrado). Universidade Estadual de Campinas, Faculdade de Educação.

SILVA, A. R. da; LIMA, C. M. de. A capacitação dos professores-instrutores das salas de informática: análise de uma experiência de formação de professores para o uso do computador no processo de ensino e aprendizagem no município de Campo Grande-MS. **Anais da ANPED Centro-Oeste - VIII Encontro de Pesquisa em Educação da Região Centro-Oeste**, Cuiabá, 13/06 a 15/06 de 2006. (disponível em CD).

SINCLAIR, A.; SIEGRIST, F.; SINCLAIR, H. Young children's ideas about the written number system. In: D. Rogers and J. Sloboda (Eds), **The acquisition of symbolic skills**. New York: Plenum, 1983.

SINCLAIR, A.; SINCLAIR, H. Preeschool children's interpretation of written numbers. **Human Learning**, v.3, p.173-184, 1984.

SINCLAIR, A. A notação numérica na criança. In: SINCLAIR, H. **A produção de Notações na criança: linguagem, número, ritmos e melodias**. São Paulo: Cortez:Autores Associados, 1990. cap. 2, p. 71-96.

TAVARES, N. R. B. **História da informática educacional do Brasil observada a partir de três projetos públicos**. 2004. Disponível em: <<http://www.lapeq.fe.usp.br/textos/tics/pdf/neide.pdf>>. Acesso em: 03 mar. 2006.

TEIXEIRA, L. R. M. Análise de erros: uma perspectiva cognitiva para compreender o processo de aprendizagem de conteúdos matemáticos. **Nuances** – Vol. III, set. 1997.

TEIXEIRA, L. R. M. et al. As representações simbólicas e os significados construídos por alunos do ensino fundamental sobre a escrita numérica. **Nuances** – Vol. VI, out. 2000.

TEIXEIRA, L. R. M.; LEÃO, C. B. Análise das notações utilizadas por alunos do primeiro ciclo da educação de jovens e adultos (EJA) na aprendizagem da escrita numérica. **Anais do XII ENDIPE – Encontro Nacional de Didática e Prática de Ensino**, Curitiba, 29/08 a 01/09 de 2004. (disponível em CD).

TEIXEIRA, L. R. M.; RODRIGUES, L. S. Aprendizagem Significativa de Valor Posicional em alunos de séries iniciais. **Anais do I ENAS – Encontro Nacional de Aprendizagem Significativa**, Campo Grande, MS. Abr. 2005. (disponível em CD).

VALENTE, J. A. **Computadores e conhecimento: repensando a educação**. Campinas: UNICAMP, 1993.

VALENTE, J. A. **O computador na sociedade do conhecimento**. Campinas: UNICAMP, 1999.

VALENTE, J. A. A espiral da aprendizagem e as tecnologias da informação e comunicação: repensando conceitos. In: JOLY, M. C. **Tecnologia no ensino: implicações para a aprendizagem**. São Paulo: Casa do Psicólogo, 2002, p. 15-37.

VALENTE, J. A. Criando ambientes de aprendizagem Via Rede Telemática: experiências na Formação de Professores para uso da informática na educação. IN: VALENTE, J. A. **Formação de educadores para o uso da informática na escola**. Campinas, SP: UNICAMP/NIED, 2003.

VALENTE, J. A.; ALMEIDA, F. J. Visão analítica da informática na Educação no Brasil: a questão da formação do professor. **Revista Brasileira de Informática na Educação**, Florianópolis, n. 1, p. 45-60, 1997, set. 1997. Disponível em <<http://www.inf.ufsc.br/sbc-ie/revista/nr1/valente.html>>.

VAUTRIN, M.; SANT, J. M. Exemplo de uma experiência de informática numa escola francesa. **Tecnologia educacional**, n.22, p. 63-66, 1993.

VERGNAUD, G. The nature of mathematical concepts. IN: NUNES, T.; BRYANT, P., **Learning and teaching mathematics: An international perspective**, Psychology Press, East Sussex, pp. 5-28. 1997.

VYGOTSKY, L. S. **Pensamento e Linguagem**. São Paulo: Martins Fontes, 1989. (a)

VYGOTSKY, L. S. **A formação social da mente**. São Paulo: Martins Fontes, 1989. (b)

APÊNDICE A – PRÉ-TESTE e PÓS-TESTE

1. Escreva os números em cada caso e como eles são lidos:

a) $50 + 3 =$

b) $200 + 30 + 4 =$

c) $1000 + 500 + 0 + 1 =$

d) 9 centenas + 8 dezenas + 0 unidades =

e) As dezenas + 9 unidades =

f) 3 unidades de milhar + 6 centenas + 0 dezenas + 0 unidades =

2. Decomponha os números conforme o exemplo:

2 1 2 5 - **1ª ordem** – 5 unidades

2ª ordem – 2 dezenas = 20 unidades

3ª ordem – 1 centena = 10 dezenas = 100 unidades

4ª ordem – 2 unid. de milhar = 20 centenas = 200 dezenas = 2000 unidades

1 0 4 - **1ª ordem** –

2ª ordem –

3ª ordem –

4ª ordem -

3 0 7 0 - **1ª ordem** –

2ª ordem –

3ª ordem –

4ª ordem -

3. Coloque os números abaixo em ordem:

70 – 77 – 10 – 89 – 07 – 25 – 16

Crescente :

1258 – 404 – 440 – 989 – 1000 – 1058 – 1285

Crescente:

203 – 123 – 235 – 253 – 3021 – 213 – 96

100 – 189 – 99 – 101 – 111 – 135 – 140

Decrescente:

Decrescente:

4. Complete com > (maior que), < (menor que) ou = (igual a):

a) 2050 _____ 2005 b) 699 _____ 700 c) 8099 _____ 8100

d) 4800 _____ 4080 e) 923 _____ 0923 f) 4909 _____ 4990

5. Preencha o quadro de valores e escreva como se lê:

	UM	C	D	U	
856		8	5	6	Oitocentos e cinquenta e seis
307					
2700					
9009					
1111					
014					

6. Resolva as operações:

	UM	C	D	U
			2	9
+			2	7
Resultado				

	UM	C	D	U
		5	0	7
+		3	0	3
Resultado				

O que significa o vai um?

7. Escreva os números formados por:

a. 5 dezenas + 9 unidades =

b. 4 unidades + 1 centena + 6 dezenas =

c. 18 dezenas + 5 unidades =

d. 0 unidades + 12 dezenas =

8. Quantas dezenas têm os números abaixo:

a) $803 =$

b) $70 =$

c) $330 =$

d) $06 =$

9. Conte as bolinhas e escreva o número que representa quantas são:

O O O O O O O O O O O O O O =-----

Agora circule de vermelho as bolinhas correspondentes ao número 2 do 12

Agora circule de azul as bolinhas que correspondem ao número 1 do 12.

O O O O O O O O O O O O O O

10. Escreva os números 63, 445, 301 e 10 com os cartões abaixo. Você pode usar quantos cartões precisar.

0 unid	1 unidade	6 unid.	3 unid.	4 unid.	5 unid.
3 dezen.	4 dezen.	40 dezen.	1 dezena.	6 dezen.	
30 dezen.	45 dezen.	50 dezen.			
3 centenas	5 centenas				

a) $63 =$

b) $445 =$

c) $301 =$

d) $10 =$