

Universidade Federal de Santa Catarina – UFSC
Curso de Pós-Graduação em Engenharia de Produção e Sistemas

**RGF: Ambiente Hipermídia Voltado para o Processo Ensino-Aprendizagem
das Frações**

REJANE COSTA

Dissertação submetida à Universidade Federal de Santa Catarina para a
obtenção do grau de Mestre em Engenharia de Produção e Sistemas

Professora Mirian Buss Gonçalves
Orientadora

Florianópolis, abril de 2001.

“O principal objetivo da educação é criar homens que sejam capazes de fazer novas coisas e não simplesmente repetir o que outras gerações fizeram; homens que sejam criativos, inventores e descobridores. O segundo objetivo da educação é formar mentes que possam ser críticas, que possam analisar e não aceitar tudo que lhes é oferecido.”

Piaget

Desde o início de minha caminhada,
Tu estavas comigo.
Dias e noites se passaram.
Vitórias foram conquistadas.
Derrotas foram superadas.
Amizades foram criadas.
Conhecimentos foram adquiridos...
e agora que alcancei mais um objetivo, venho Te louvar,
Te agradecer, Te oferecer humildemente a vida, o amor, a felicidade,
enfim, a vitória deste momento.
Obrigado, Senhor.

"De você recebi o dom mais precioso do universo: a vida.

Inspira-me a certeza de tua presença
e a segurança de teus passos guiando aos meus.

O carinho da tua voz, a esperança do teu sorriso, o conforto de tuas lágrimas,
o brilho do teu olhar me faz tão grande quanto teu amor por mim.

Se eu pudesse te fazer eterno... eterno eu te faria.

À minha mãe Nilcéia Silva da Costa,
não mais que com justiça, dedico esta vitória."

AGRADECIMENTOS

Às professoras *Mirian Buss Gonçalves* e *Cleide Regina L. Paladini*, que permitiram o meu ingresso no Grupo GEIAAM (Grupo de Estudos de Inteligência Artificial aplicada à Matemática) e à primeira, minha orientadora, pela oportunidade de cursar o mestrado.

À psicóloga *Ana Lúcia A de O Zandomenghi*, pela amizade, o incentivo, o apoio, as sugestões e a orientação deste trabalho.

Ao meu amigo *Marco Aurélio Geremias*, pela amizade, a paciência de participar na programação e a implementação do RGF.

À professora *Vânia Ribas Ulbricht*, pela amizade, o carinho, pelas palavras de apoio e também pelos empréstimos de materiais didáticos.

À minha amiga *Ivanete Zuchi*, pelas sugestões, o incentivo e a amizade.

Aos colaboradores *Flávio Andaló* (animador), *Cláudio Luiz Ferreira* (programador), *Luiz Tasso Neto* (narrador-jornalista), *Rogério Machado* (editor de som) e *Maria José Baldessar* (chefe lab. de áudio – UFSC).

Ao Centro Educacional Barreiros (CEB), pela oportunidade de realizar a pesquisa de campo e a experimentação de funcionalidade do modelo com as turmas de 5ª e 6ª séries. À diretora *Maria Cecília da Silva Correa* e *Maria de Lourdes Gomes*, meu muito obrigado pela atenção e a compreensão.

Aos professores *Marcus V. Boeno*, *Magali Schütz* e *Roberto Scherer Soares*, por possibilitar a aplicação do protótipo RGF.

Aos alunos do CEB pela colaboração no processo de pesquisa de campo e a experimentação do protótipo RGF.

À Gerência de Eletrônica da ETF/SC, pelo espaço cedido, o Ícone, para a realização da experimentação de funcionalidade com os educadores de Matemática da ETF/SC. Ao *Eduardo Beck*, pela ajuda, a amizade e a compreensão da realização deste experimento.

Aos professores da ETF/SC de Matemática pela colaboração no processo de experimentação do protótipo do RGF.

Aos componentes do GEIAAM pela troca de experiências, pelas dicas importantes e pelo carinho no ambiente da realização deste trabalho.

Ao casal *Alcino e Odete*, pela estruturação, as sugestões, a paciência e as correções. Obrigada pela amizade.

Aos amigos *Gilson* (gráfica) e *Alexandre* (GFGS), pelos serviços de apoio para a realização deste trabalho.

Às irmãs *Sílvia e Iara*, o amigo *Airton* e a professora *Carmem*, pela amizade e pelo apoio durante o desenvolvimento deste trabalho.

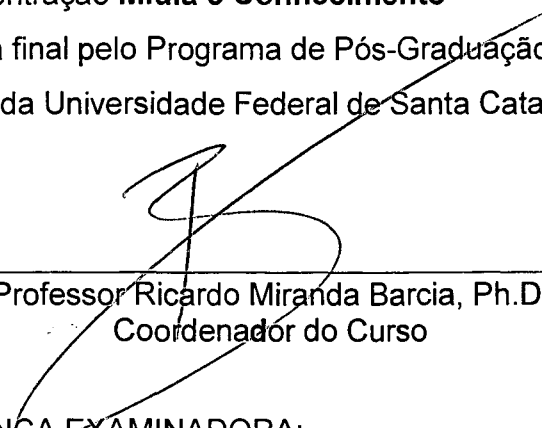
À banca examinadora, pelas correções sugeridas para a apresentação do trabalho em sua forma definitiva.

Enfim, a todos que de uma maneira ou outra contribuíram e incentivaram esta jornada, o meu obrigada.

**RGF: Ambiente Hipermídia voltado para o processo ensino-
aprendizagem das Frações**

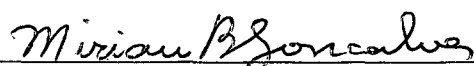
REJANE COSTA

Esta dissertação foi julgada adequada à obtenção do título de
Mestre em Engenharia de Produção,
Área de concentração **Mídia e Conhecimento**
e aprovada em sua forma final pelo Programa de Pós-Graduação em
Engenharia de Produção da Universidade Federal de Santa Catarina.



Professor Ricardo Miranda Barcia, Ph.D.
Coordenador do Curso

BANCA EXAMINADORA:



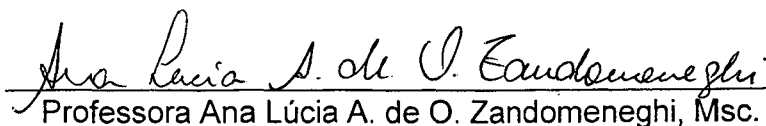
Professora Mirian Busê Gonçalves, Dr.
Orientadora



Professora Alice Terezinha Cybis Pereira, Ph. D.



Professora Vânia Ribas Ulbricht, Dr. Eng.



Professora Ana Lúcia A. de O. Zandomeneghi, Msc.

SUMÁRIO

RESUMO

ABSTRACT

1. INTRODUÇÃO	1
1.1 OBJETIVOS DO TRABALHO	4
1.2 FINALIDADES DO PROTÓTIPO <i>RGF</i>	5
1.3 ORGANIZAÇÃO DO ESTUDO	5
2. NO MUNDO DAS FRAÇÕES	7
2.1 NO TÚNEL DO TEMPO COM AS FRAÇÕES	7
2.2 OS NÚMEROS RACIONAIS (Q)	13
2.3 CLASSIFICAÇÃO DAS FRAÇÕES	14
2.4 APONTANDO AS DIFICULDADES	15
2.5 AS FACES DA FRAÇÃO	23
3. AS REPRESENTAÇÕES	26
3.1 O PROCESSO DE REPRESENTAÇÃO MENTAL	26
3.2 TEORIAS PSICOLÓGICAS <i>VERSUS</i> REPRESENTAÇÕES	36
3.2.1 <i>A Teoria de Serge Moscovici</i>	36
3.2.2 <i>A Teoria de Gérard Vergnaud</i>	37
3.3 A TEORIA DE RAYMOND DUVAL	37
4. A IMPORTÂNCIA DAS TECNOLOGIAS	41
4.1 INTRODUÇÃO	41
4.2 NO TÚNEL DO TEMPO DAS TECNOLOGIAS	41
4.3 A PRÉ-HISTÓRIA DO COMPUTADOR NA ESCOLA BRASILEIRA	46
4.4 O COMPUTADOR NA EDUCAÇÃO HOJE	48
4.5 NOVAS TECNOLOGIAS NA EDUCAÇÃO	52
5. HIPERMÍDIA NA EDUCAÇÃO	55
5.1 INTRODUÇÃO	55
5.2 O SURGIMENTO DA HIPERMÍDIA	56
5.3 FUNDAMENTOS DE HIPERTEXTO	58
5.3.1 <i>Os Nós e Links</i>	60
5.3.2 <i>Características do Ambiente Hipermídia</i>	61
5.4 USANDO A HIPERMÍDIA PARA ATENDER AOS EDUCANDOS	64
5.4.1 <i>A Hipermídia Como Um Sistema de Apresentação</i>	64
5.4.2 <i>A Hipermídia Como Representação do Conhecimento</i>	65
5.4.3 <i>A Hipermídia Como Construção de Conhecimento</i>	67
5.5 HIPERMÍDIA EM AMBIENTES BASEADOS NA APRENDIZAGEM INDIVIDUALIZADA	69
5.5.1 <i>A Hipermídia e os Estilos de Aprendizagem</i>	70
5.6 A HIPERMÍDIA COMO UM AMBIENTE INSTRUCIONAL FLEXÍVEL	71
5.7 O PESO COGNITIVO PARA A ESTRUTURAÇÃO DA HIPERMÍDIA	72
5.8 MAPEAMENTO DE REDES SEMÂNTICAS EM HIPERTEXTO	73
5.9 NOVATOS/EXPERIENTES USUÁRIOS DA HIPERMÍDIA	75
5.10 OS TIPOS DE FERRAMENTA NA CONSTRUÇÃO DE AMBIENTES HIPERMÍDIA	76

6. O PROTÓTIPO <i>RGF</i> IDEALIZADO NESTE TRABALHO	82
6.1 INTRODUÇÃO	82
6.2 OBJETIVOS DO PROTÓTIPO <i>RGF</i>	82
6.3 ESTRUTURA DO PROTÓTIPO <i>RGF</i>	83
6.4 DESCRIÇÃO DO PROTÓTIPO <i>RGF</i>	85
6.4.1 <i>Elaboração do Storyboard</i>	85
6.4.2 <i>Desenvolvimento da Metáfora</i>	85
6.5 PROPOSTA DIDÁTICO/METODOLÓGICA DO <i>RGF</i>	115
6.6 EXPERIMENTAÇÃO DE FUNCIONALIDADE DO PROTÓTIPO <i>RGF</i>	117
7. CONCLUSÃO.....	121
REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS	124
BIBLIOGRAFIA COMPLEMENTAR.....	132
ANEXOS.....	143

LISTA DE FIGURAS

Figura 1 – Representações das frações $1/3$, $1/5$ e $1/15$	8
Figura 2 – Representações das frações $2/3$, $1/20$ e $1/2$	9
Figura 3– Representação da soma um quarto com um vinte e oito avos	9
Figura 4– Representação da soma um décimo com um trinta avos	10
Figura 5– Representação do número 386	10
Figura 6– Representação da Reta Real	14
Figura 7- Questão f	16
Figura 8– Representação dos erros	16
Figura 9- Questão g	17
Figura 10- Erros da Questão g	19
Figura 11- Questão h	20
Figura 12- Erros da Questão h	21
Figura 13- Questão g	22
Figura 14– Representação geométrica do número racional $2/3$	25
Figura 15– Representação de Raciocínio Dedutivo Simples	32
Figura 16– Representação de Raciocínio Dedutivo composto	33
Figura 17- Ábaco.....	41
Figura 18– Blaise Pascal e Pascaline	43
Figura 19– Tela do modo autor.....	79
Figura 20– Tela do modo leitor	80
Figura 21– Tela de programação	81
Figura 22– Estrutura do modelo <i>RGF</i>	84
Figura 23- Tela de Abertura	87
Figura 24- Tela da Página Principal.....	87
Figura 25- Tela da História.....	88
Figura 26- Tela da Necessidade de um Novo Número	88
Figura 27- Tela da Seção Representação	89
Figura 28- Tela da Seção Representação 1ª Parte	90
Figura 29- Tela da Seção Representação 2ª Parte I.....	91
Figura 30- Tela da Seção Representação 2ª Parte II.....	91

Figura 31- Tela da Seção Representação 3ª Parte I.....	92
Figura 32- Tela da Seção Representação 3ª Parte II.....	92
Figura 33- Tela do Desafio 1	93
Figura 34- Tela História do Tangram	94
Figura 35- Tela de Banco de Imagens I	94
Figura 36- Tela de Banco de Imagens II	95
Figura 37- Tela de Banco de Imagens III	95
Figura 38- Tela de Banco de Imagens IV.....	96
Figura 39- Tela da Construção do Tangram I.....	96
Figura 40- Tela da Construção do Tangram II.....	97
Figura 41- Tela da Construção do Tangram II.....	97
Figura 42- Tela da Construção do Tangram II.....	98
Figura 43- Tela da Construção do Tangram II.....	98
Figura 44- Tela de definição do número fracionário.....	99
Figura 45- Tela de representação geométrica da fração 1/2	100
Figura 46- Tela de classificação das frações	100
Figura 47- Tela de contextualização da fração própria	101
Figura 48- Tela de exemplos da fração própria.....	101
Figura 49- Tela de contextualização da fração imprópria	102
Figura 50- Tela de exemplos da fração imprópria.....	102
Figura 51- Tela de contextualização e exemplificação da fração aparente.....	103
Figura 52- Tela do exercício 1a	103
Figura 53- Tela de feedback do exercício 1a	104
Figura 54- Tela de feedback do exercício 1a	104
Figura 55- Tela do exercício 2b com feedback.....	105
Figura 56- Tela do exercício 3a com feedback.....	106
Figura 57- Tela de contextualização e ilustração da representação geométrica do número racional.....	106
Figura 58- Tela do exercício 3c com feedback.....	107
Figura 59- Tela do laboratório 5.....	108
Figura 60- Tela do laboratório 4.....	108
Figura 61- Tela do laboratório 3.....	109
Figura 62- Tela do laboratório 6.....	110
Figura 63- Tela dos jogos	111
Figura 64- Tela do jogo da Memória.....	111
Figura 65- Tela do jogo Organizando as Coisas	112
Figura 66- Tela de representação gráfica da sétima situação	113
Figura 67- Tela de representação gráfica da nona situação	114
Figura 68- Tela de material de apoio	115

LISTA DE QUADROS

Quadro 1- Questão i	21
Quadro 2- Falas das crianças colhidas na aula de experimentação	119

RESUMO

Sabemos que as crianças sentem-se motivadas a estudar com o auxílio de recursos computacionais. Com o surgimento das novas tecnologias podemos destacar a mais inovadora delas, a *Hipermídia*, com um grande poder de aplicabilidade na Educação.

A proposta deste trabalho é apresentar a concepção de um modelo computacional baseado em técnicas e características de *Hipermídia* para a aprendizagem das Frações. Consideramos que, nos últimos tempos tem havido uma certa apatia, tanto dos educadores quanto dos educandos e até mesmo da sociedade em geral, no tratamento deste assunto. Assim, queremos fazer renascer a Representação Gráfica das Frações dentro de diferentes contextos, favorecendo uma diversidade de situações-problema.

Realizamos três experimentações do modelo. A primeira, com duas turmas de 6^a série do Ensino Fundamental, a segunda, uma aula prática com uma turma de 5^a série do Ensino Fundamental e a terceira e última, com um grupo de professores de Matemática.

Implementamos o modelo *RGF* usando o Software de autoria, o ToolBook II, que é uma ferramenta para o desenvolvimento de ambiente hipermídia.

Esperamos com este trabalho, dar um novo alento ao estudo das Frações e fornecer aos educadores uma nova ferramenta de auxílio no processo ensino-aprendizagem e aos educandos uma maneira mais amigável de entender e trabalhar com Matemática.

ABSTRACT

We all know that children feel motivated to study added by computing resources. Among the emerging new technology hypermedia can be pointed out as the most innovate, with great applicability in education.

The proposal of this work is to present the conception of a computing model based on hypermedia techniques and features for fraction learning. This subject, we believe, hasn't received much attention from educators, students and society in general. Thus, we want Graphic Representation of Fractions to 'awake' in different contexts, favoring a diversity of problem-situations.

We have carried out 3 experiments from the model. First, with two 6th grade (6^a série do Ensino Fundamental) groups; the second experiment was a practical class with 5th grade (5^a série do Ensino Fundamental) students. The last experiment was done with a group of Mathematics teachers.

We have implemented the *RGF* model using the tutorial software ToolBook II, in order to develop the hypermedia environment.

We hope, through this work, that we can contribute to the study of Fractions and to provide educators with a new tool to contribute to the teaching-learning process. In addition, we want to provide the students with a more friendly way of understanding an working with Mathematics.

1. INTRODUÇÃO

Quem está ou já esteve trabalhando com números racionais percebe grandes dificuldades no processo de ensino-aprendizagem deste tema. Na literatura os educadores matemáticos como Hiebert & Behr (1988), Behr (1983), Kieren (1976), Groff (1992), entre outros, são concordes em dizer que há muitas dificuldades, tanto para os educandos como para os educadores. Uma das dificuldades está centrada nas diferentes representações das frações que dependem do contexto do problema.

Grande parte das escolas ao abordar o conteúdo de Frações inicia diretamente o assunto com a definição, classificação, número misto, equivalência e operações. Da maneira pela qual é abordado o conteúdo para os educandos, é da mesma forma abordado nos materiais didáticos, sendo o mais utilizado o livro. Isso favorece o que chamamos de massificação no processo de ensino. Onde a criança se encaixa nessa história?

As crianças começam a aprender sobre frações na 3ª série e esse aprendizado continua na 4ª série. O estudo das frações é visto inteiramente na 5ª série. No ensino tradicional, esgotamos o estudo das frações nesta série. Ensina-se tudo: os conceitos, as propriedades e as operações. O resultado é que muitos educandos não aprendem boa parte do conteúdo e continuam com dificuldades até o 2º grau. Mesmo que dominem as técnicas raramente as compreendem.

As dificuldades persistem muitas vezes no decorrer da vida acadêmica do educando. Da conceituação e das idéias referentes às frações podemos dizer que não houve aprendizado, mas sim uma compreensão mecânica dos conceitos.

Em 1997 o governo fez uma avaliação do rendimento escolar dos educandos do ensino fundamental e mostrou que a maioria dos educandos tem péssimo desempenho na questão. Em um dos testes feitos em São Paulo, apenas 42%

dos educandos de 8ª série responderam corretamente a uma pergunta que se resolvia calculando $\frac{1}{4}$ de 200 (Falzetta, 1998).

Uma outra pesquisa foi executada pela equipe do Projeto Fundação (1994) do Instituto de Matemática da Universidade Federal do Rio de Janeiro. Antes de iniciar os trabalhos com educadores de 1º e 2º graus, a equipe procurou identificar pontos de estrangulamento encontrados por esses educadores em sua prática pedagógica e Frações apareceu como um desses pontos. É o que podemos observar nas afirmações de Hiebert e Behr (1988:6) "... Crianças não percebem um número racional, ou fração, como um simples número. A idéia de que fração é um par de números naturais persiste em muitas crianças por um período de tempo considerável, mesmo depois de terem iniciado o estudo dos números racionais".

O ensino sobre Frações e, principalmente, o ensino de seus algoritmos tem sido muito questionado e isso acontece por várias razões. Há quem chegue a afirmar que os números racionais ainda estão no currículo escolar mais por inércia do que por necessidade (Onuchic, 1997).

O educador matemático americano, Groff (1992), coloca que, ao se considerar o pouco uso daquilo que se conhece sobre frações nas necessidades de "fora da escola", dá para se concluir que a manipulação das frações, como ensinada nas escolas seria raramente necessária e que o fato de os adultos fazerem tão pouco uso delas força um questionamento sobre o que se deve ensinar sobre elas.

Groff (1996) volta a falar sobre o assunto, tecendo críticas ao ensino de frações, às dificuldades na aprendizagem das frações e garante que as operações com números fracionários são difíceis para os estudantes do mundo inteiro. Deixando uma pergunta: "Devemos continuar ensinando frações do mesmo modo que era ensinado no passado?".

Por outro lado, com freqüência as pessoas deparam-se com situações numéricas do mundo real que exigem conhecimento de números racionais.

Embora o conjunto dos números inteiros seja útil e importante como ferramenta de contagem e de cálculo, ao encontrar situações como medir uma quantidade de farinha para fazer um bolo, um pedaço de tecido para fazer uma blusa ou a probabilidade de se ganhar na loteria esportiva, vemos que outros tipos de números tornam-se necessários. Neste caso precisa-se dos números racionais que podem tomar a forma de frações, razões, decimais, porcentagem. Historicamente, o desenvolvimento das frações deu-se ao fazer a transição da contagem para a medida.

Outros usos para os números racionais poderão possivelmente ser descobertos, e isso já aconteceu, durante o século XVII, quando Blaise Pascal e Pierre de Fermat formularam a Teoria da Probabilidade e quando, no século XX, Benoit Mandelbrot formulou a Geometria dos Fractais. Essas duas teorias empregam números racionais. Ainda, soluções para muitos problemas que envolvem medida, geometria, álgebra, probabilidade e estatística requerem o conhecimento e a familiaridade com números racionais e proporções (Onuchic, 1997).

O que encontramos em geral é frustração da parte do educador, desinteresse e desânimo da parte dos educandos e perplexidade da parte da sociedade. Testes são aplicados e, a cada novo teste, parece que os resultados são mais desanimadores. O que podemos fazer para mudar esse cenário?

Uma tentativa de mudar é o ponto de partida desta dissertação. É propor a elaboração de um módulo educacional computadorizado onde o educando será um agente ativo no seu processo de aprendizagem. Isso se dará de forma interativa, podendo o educando escolher o tópico a ser apresentado e o caminho a ser seguido.

Nos propomos a desenvolver um protótipo, baseado nos recursos renovadores da informática, como a hipermídia que envolve a Multimídia e o Hipertexto. Utilizamos o Software de Autoria ToolBook II. Ao implementar este sistema, uma das maiores preocupações foi fazer uma abordagem inovadora, idealizada e dirigida à criança de 5ª série do ensino fundamental. Isso não invalida a

utilização do protótipo para outras faixas etárias, pois existem módulos que podem ser utilizados para crianças de 3^a e 4^a séries.

Para que exista a representação mental das frações é necessário que a criança possa vivenciar vários tratamentos (situações) dentro de um mesmo objeto matemático (frações), tornando assim o processo do ensino-aprendizagem de frações mais significativo para o educando, o ensino sendo mais orientado para o significado, encorajando os educandos a construir seu próprio conhecimento e trabalhando dentro de várias situações-problema.

É importante salientar que a autora do presente trabalho é integrante do GEIAAM (Grupo de Estudos de Inteligência Artificial aplicada à Matemática) do Departamento da Matemática-UFSC, cujo objetivo principal é a utilização da IA, visando a construção de pequenos sistemas especialistas em conteúdos específicos de Matemática. Muitas atividades são desenvolvidas no decorrer de cada semestre como: seminários, mesas redondas, participações em congressos, entre outras que serviram como ponte para o alcance do objetivo dessa dissertação.

1.1 OBJETIVOS DO TRABALHO

O objetivo geral deste trabalho é desenvolver um protótipo computacional capaz de proporcionar ao educando uma abordagem dinamizada no conteúdo de frações no ensino de Matemática. O protótipo está baseado em técnicas e características de um ambiente de hipermídia, permitindo ao educando navegar dentro de diferentes contextos de Representações Gráficas das Frações (*RGF*), brincando e exercitando seus conhecimentos.

Como objetivos específicos temos:

- investigar as dificuldades na aprendizagem das frações;
- detectar essas dificuldades;
- estudar novas metodologias para ensino de frações;
- estudar novas tecnologias direcionadas à educação;

- proporcionar um ambiente onde o educando possa navegar por situações-problema dentro de representações gráficas das frações em diferentes contextos; e
- possibilitar o uso de ambientes de hipermídia interativos, dentro do processo de ensino-aprendizagem.

1.2 OBJETIVOS DO PROTÓTIPO *RGF*

- Motivar o estudante no aprendizado de Frações;
- Focalizar conceitos básicos de Representação Gráfica das Frações, prevenindo dificuldades futuras;
- Possibilitar o rompimento do processo de massificação do ensino, individualizando-o, através do binômio computador /educando;
- Renovar o ensino, já que o método tradicional muitas vezes não está suprimindo as necessidades, nem motivando o educando;
- Instigar o gosto pela aplicação da tecnologia no ensino, tornando-o atraente e de fácil entendimento.

1.3 ORGANIZAÇÃO DO ESTUDO

Decorrente das dificuldades listadas anteriormente as quais nortearam a investigação, a estrutura geral do trabalho apresenta-se em três partes principais amplas e ao mesmo tempo complementares. A primeira parte, composta dos três capítulos iniciais. Os primeiros capítulos necessários ao entendimento do estudo e ao contexto teórico procuram estender as reflexões sobre a problemática no ensino das frações. Para o entendimento destas dificuldades foi realizada uma pesquisa de campo com as crianças de 5ª série do Ensino Fundamental no Centro Educacional Barreiros (CEB) localizado em Barreiros, São José – SC, tendo como objetivo de investigar e detectar essas dificuldades.

No segundo capítulo a conceituação da diversidade das representações do número fracionário, fundamental para uma melhor compreensão. O terceiro capítulo aborda também a importância das representações mentais e os campos conceituais, dando um suporte da fundamentação teórica para o entendimento das representações dos números fracionários.

A segunda parte, composta pelos capítulos, quatro e quinto. No quarto capítulo abordamos as evoluções históricas dos recursos tecnológicos, a atualidade do papel do computador na educação hoje e adjacentes também as novas tecnologias de informação e comunicação. E tratando de novas tecnologias no quinto capítulo pesquisamos desde do surgimento da hipermídia, sua aplicabilidade na educação, sendo uma das inovações dos recursos computacionais na aprendizagem e o Software de autoria utilizado na implementação do modelo.

A terceira parte, constituída pelos capítulos sexto e sétimo. O sexto envolve a construção do ambiente multimídia *RGF*. Também é apresentado uma proposta Didático/Metodológica do *RGF* e uma experimentação de funcionalidade do protótipo *RGF* em sala de aula, com uma turma de 5^a série do Ensino Fundamental do CEB, objetivando mostrá-lo de forma mais concreta. E finalmente, no sétimo capítulo, são apresentadas as conclusões do trabalho desenvolvido e sugestões para trabalhos futuros.

A seguir são apresentadas as referências bibliográficas citadas neste trabalho e também a bibliografia complementar utilizada. Em anexo, o questionário da pesquisa de campo direcionada, a ficha do *Storyboard* utilizado na construção do modelo *RGF*, o Tangram utilizado na aula prática, o questionário de satisfação aplicado aos usuários que navegaram pelo protótipo *RGF* e o mapa de navegação do modelo *RGF*.

2. NO MUNDO DAS FRAÇÕES

2.1 NO TÚNEL DO TEMPO COM AS FRAÇÕES

Um dos documentos mais importante da história da Matemática é o *Papiro de Rhind ou de Ahmes*. “No inverno de 1858, o jovem A Henry Rhind, de passagem por Luxor, cidade egípcia às margens do Nilo, adquiriu o papiro (30 cm de altura e 5 m de comprimento) que havia sido encontrado nas ruínas de uma antiga edificação em Tebas. Com a morte de Rhind, ocorrida cinco anos após, vitimado por tuberculose, o seu papiro foi adquirido pelo Museu Britânico. Esse documento, que passou a ser chamado Papiro de Rhind, que foi escrito por volta de 1700 a.C. por um escriba chamado Ahmes ou Ah-mose, sendo por isso conhecido como Papiro de Ahmes. Por solicitação de um certo rei Hyksos que reinou no Egito em algum período entre 1788 e 1580 a.C. Ahmes relata que o material provém de um outro manuscrito produzido em época entre 2000 e 1800 a.C.”(Almeida & Corrêa, 1997:4).

Esse documento é considerado por muitos, a cartilha de calcular mais antiga do mundo. Foi utilizado pelos aprendizes do escriba, como são usados os livros hoje, pois Ahmes colocou neste documento 110 problemas, exercícios e quebra-cabeças, sendo que muitos deles envolviam frações. Lembramos que na época em que foi escrito, o conhecimento sobre frações, como números, era muito restrito.

Desde a Antigüidade, o Rio Nilo fertilizava os campos, auxiliando o Egito na agricultura. Foi nas margens deste rio que se desenvolveu a civilização egípcia. Cada metro de terra era precioso e tinha de ser muito bem cuidado. Sesóstris, um antigo faraó que viveu por volta do ano 3000 a.C., repartiu estas preciosas terras entre uns poucos agricultores privilegiados (Guelli, 1995).

Durante o mês de junho, o nível das águas do Rio Nilo começava a subir e iniciava então as inundações que duravam até o mês de setembro. A medida que o rio subia, ele ia derrubando as cercas de pedra as quais os agricultores

usavam para limitar seu território. E quando as águas baixavam, funcionários do governo começavam a levantar novamente os limites de cada agricultor (Guelli, 1995).

Eles usavam cordas para fazer a medição. Havia uma unidade de medida assinalada na própria corda. As pessoas encarregadas de medir esticavam a corda e verificavam quantas vezes aquela unidade de medida estava contida nos lados do terreno. Desta forma se explicava o motivo pelo qual estes funcionários eram conhecidos como estiradores de corda. Em contrapartida, por mais ideal que era a unidade de medida usada, era muito difícil que todos os terrenos tivessem medidas inteiras (Guelli, 1995).

Analisando a história, podemos dizer que o aparecimento dos números fracionários se deu com a necessidade que imposta ao homem de medir. Foi então que os Egípcios encontraram um novo tipo de número: o número fracionário.

Os egípcios interpretavam a fração somente como uma parte do todo unitário. Por isso, utilizavam apenas frações unitárias, ou seja, com numerador igual a 1. As frações unitárias eram indicadas, na notação hieroglífica egípcia, pondo-se um símbolo elíptico sobre o número do denominador (Ifrah, 1989).

Observemos as representações abaixo (ver figura 1) das respectivas frações: $1/3$, $1/5$ e $1/15$.

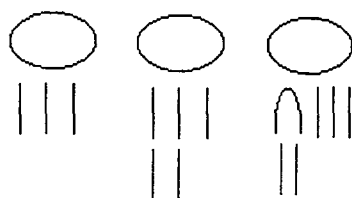


Figura 1 – Representações das frações $1/3$, $1/5$ e $1/15$

Um símbolo especial era usado também para a fração $2/3$ e $1/20$, e um outro símbolo às vezes apareciam para $1/2$ (ver figura 2), como podemos observar nas representações abaixo (Eves, 1995).

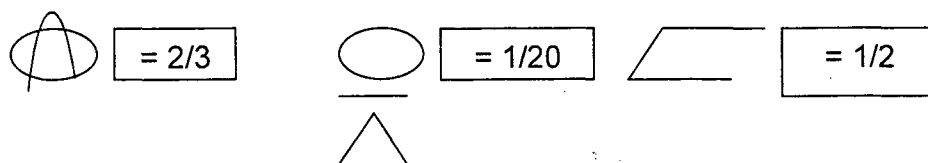


Figura 2 – Representações das frações $2/3$, $1/20$ e $1/2$

Outras frações eram representadas através de uma soma de frações unitárias. A fração $3/5$ era escrita, por exemplo, através da soma: $1/3+1/5+1/15$. Pois $1/3+1/5+1/15=(5+3+1)/15=3/5$. Os egípcios não usavam o sinal de adição (+) entre as frações, porque os símbolos das operações ainda não tinham sido inventados. Aliás, nunca ficou muito claro para os matemáticos por que os egípcios escolheram exatamente estas três frações para decompor $3/5$, e não esta outra forma: $1/5+1/5+1/5$ (Guelli, 1995).

Os cálculos com as frações egípcias eram realmente muito difíceis! Um estudioso da Matemática tinha de se empenhar muito para descobrir, por exemplo, que a fração $2/7$ podia ser obtida por meio da soma de $1/4$ e $1/28$, $1/4+1/28=(7+1)/28=8/28=2/7$ que os egípcios representavam assim (ver figura 3):

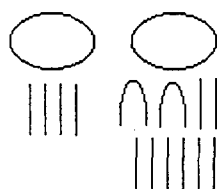


Figura 3– Representação da soma um quarto com um vinte e oito avos

Também não era fácil descobrir, por exemplo, que a fração $2/15$ podia ser expressa dessa forma: ou seja, $1/10+1/30 = (3+1)/30 = 4/30 = 2/15$ (ver figura 4) (Guelli, 1995).

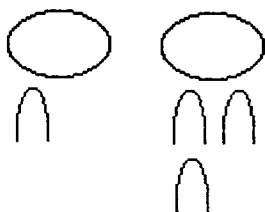


Figura 4– Representação da soma um décimo com um trinta avos

No sistema de numeração egípcio, os símbolos repetiam-se com muita frequência. Por isso, tanto os cálculos com números inteiros quanto aqueles que envolviam números fracionários eram muito complicados (Guelli, 1995). Observemos a forma com a qual os egípcios representavam (ver figura 5) o número 386 a 4000 anos.



Figura 5– Representação do número 386

Assim como os egípcios, outros povos também criaram o seu próprio sistema de numeração.

Os babilônios usavam frações em suas relações comerciais, de uma maneira mais fácil que os egípcios, representando com essas frações importâncias monetárias próprias. Na Babilônia o valor de um algarismo era determinado pela posição na escrita dos números, em vez de ser decimal como nosso sistema atual, era de base sexagesimal. A unidade era representada pelo símbolo ∇ . O número $\nabla\nabla$ poderia tanto representar $60+1 = 61$ como também $1+1/60$. Assim, todas as frações eram da forma $1/60$, $1/60^2$, $1/60^3$ etc, representadas sempre pelo símbolo ∇ . Sua posição no número é que determinava o seu valor (Dutra, 1998).

No segundo milênio antes de Cristo, os Hindus, já conheciam frações como $\frac{1}{2}$ chamada Ardha; $\frac{1}{4}$ chamada Parda; $\frac{3}{4}$ chamada Trípada; $\frac{1}{16}$ chamada Kala e as representavam de maneira muito semelhante a atual (Dutra, 1998).

Na Roma Antiga aprendia-se a trabalhar inicialmente com as frações de denominador 12 (Dutra, 1998).

Na Índia, por volta do século V a.C., as Sinddhantas (Sistemas Astronômicos), apresentavam a circunferência dividida em 360 partes iguais (Dutra, 1998).

Observamos, porém, que na hora de efetuar os cálculos, em qualquer um dos sistemas empregados, as pessoas sempre esbarravam em algumas dificuldades.

Apenas por volta do século III a.C. começou a se formar um sistema de numeração bem mais prático e eficiente que todos os outros criados até então: o sistema de numeração romano (Ifrah, 1989).

Podemos dizer que o homem começou a usar os números fracionários a partir de situações que envolviam medidas, trabalhando inicialmente com frações da unidade.

As frações foram conhecidas na Antigüidade, mas, na falta de um sistema de numeração bem constituído, suas notações foram, durante muito tempo, mal fixadas, não homogêneas e inadaptadas às aplicações práticas (Eves, 1995).

As frações não foram consideradas desde a sua origem como números; nem se concebia a noção de fração geral m/n , como m vezes o inverso de n . Com o desenvolvimento do cálculo e aritmética, ficou claro que as frações se submetiam às mesmas regras que os inteiros e que eram, portanto, assimiláveis aos números (sendo um inteiro uma fração de denominador igual a 1, por exemplo: $8/1$, $12/1$, $12043/1$, etc.) (Eves, 1995).

Graças a esta extensão, os números, que outrora serviam apenas para recenseamento, tornaram-se "*marcas*" adaptadas a inúmeros usos. De agora em diante, não só se podia comparar duas grandezas "por estimativa", mas era possível dividi-las em parcelas ou pelo menos supô-las divididas em partes

iguais de uma grandeza da mesma espécie escolhida como padrão. Mas apesar desse progresso, por causa de suas notações imperfeitas, os antigos não foram capazes nem de unificar a noção de fração, nem de construir um sistema coerente para unidades de medida (Eves, 1995).

A notação moderna das frações ordinárias se deve aos Hindus, que, devido a seu sistema de numeração decimal posicional, chegaram a simbolizar mais ou menos como nós utilizamos hoje; uma fração $\frac{34}{1.265}$ como sendo que 34 (numerador) e 1.265 (denominador) (Ibrah, 1989).

Esta notação foi depois adotada e aperfeiçoada pelos árabes, que inventaram a famosa barra horizontal, a qual copiaram do esquema numerador-sobre-denominador utilizado na Índia. O matemático italiano Fibonacci (1175-1250) foi o primeiro europeu a usar a barra horizontal (Falzetta, 1998).

A barra diagonal surgiu por uma necessidade da imprensa. Ao publicar uma fração, era preciso montar tipos em três andares. Tipógrafos mexicanos em 1784 foram os primeiros a utilizar a barra na diagonal (Falzetta, 1998).

Como podemos observar na história do surgimento das frações, cada povo deu sua contribuição e graças a elas alguns matemáticos importantes deram continuidade e deixaram também contribuições que são utilizadas e estudadas nos dias atuais.

O matemático inglês J.J. Sylvester (1814 - 1897) estabeleceu um procedimento para expressar univocamente qualquer fração racional entre 0 e 1 como a soma de frações unitárias (Eves, 1995).

O mais destacado e influente matemático dos Países Baixos no século XVI foi Simon Stevin (1548 - 1620). Foi intendente geral da armada holandesa de 1593 até o fim de seus dias e geriu muitas obras públicas. Na história matemática Stevin é conhecido principalmente por ter dado uma das exposições mais antigas da teoria das frações decimais. Outros dois matemáticos que merecem destaque a respeito de frações decimais são Yang Hui e John Napier (1550 -

1617), e entre outros, como: Franciscus Vieta, Johannes Kepler, Hery Briggs, Willian Oughtred e Balam. Ao falarmos sobre frações decimais, não poderíamos deixar de lado a "vírgula", que surgiu num texto contábil de 1492, na Itália, indicando a divisão de um número por uma potência de dez. Um século depois, passou a ser usada para separar parte decimal de um número (Falzetta, 1998).

Pietro Antonio Cataldi (1548 - 1626) deixou muitos trabalhos de matemática, dentre os quais um tratado de aritmética, um tratado sobre números perfeitos, uma edição dos seis primeiros livros dos *Elementos* e um breve tratado de álgebra. Credita-se a ele o mérito de ter dado os primeiros passos na teoria das frações contínuas (Eves, 1995).

O nobre William Brouncker (1620 - 1684) foi um dos fundadores e o primeiro presidente da Royal Society de Londres e mantinha relações com Wallis, Fermat entre outros matemáticos. Brouncker foi o primeiro britânico a investigar e usar as propriedades das frações contínuas (Eves, 1995).

Euler foi um dos primeiros matemáticos a desenvolver a teoria das frações contínuas. Contribuiu também para os campos da geometria diferencial, cálculo de diferenças finitas e cálculo de variações, além de enriquecer, sobretudo a teoria dos números (Eves, 1995).

Podemos observar que com a evolução do conhecimento construído ao longo da história nos foi permitido a criação de um novo conjunto numérico: o *conjunto dos números racionais*.

2.2 Os NÚMEROS RACIONAIS (Q)

Os números inteiros são abstrações que surgem do processo de contar coleções finitas de objetos. Mas as necessidades da vida diária requerem, além da contagem de objetos individuais, a medição de várias quantidades, como comprimento, peso e tempo. Para satisfazer essas necessidades básicas referentes às medições necessitamos de frações, pois raramente acontece de um comprimento, para citarmos um exemplo, contar um número exato de vezes uma unidade linear. Definimos assim, um *número racional* como o quociente n/d ,

onde d diferente de zero, sendo n e d pertencentes aos números inteiros. O sistema dos números racionais é suficiente para propósitos práticos envolvendo medições e partições uma vez que ele contém todos os inteiros e todas as frações (Eves, 1995).

Os números racionais comportam uma interpretação geométrica simples. Marcamos dois pontos distintos O e I numa reta horizontal (I à direita de O) e tomamos o segmento OI como unidade de comprimento. Admitimos que os pontos O e I representam os números 0 e 1 , respectivamente. Então os inteiros positivos e negativos podem ser representados por um conjunto de pontos da reta convenientemente espaçados a intervalos unitários, os positivos à direita de O e os negativos à esquerda de O . As frações de denominador d podem ser representadas pelos pontos que dividem cada um dos intervalos unitários em d partes. Então para cada número racional, há um ponto da reta. A descoberta desse número assinala um dos grandes marcos da história da matemática (Eves, 1995). Observamos a representação geométrica (ver figura 6) abaixo:

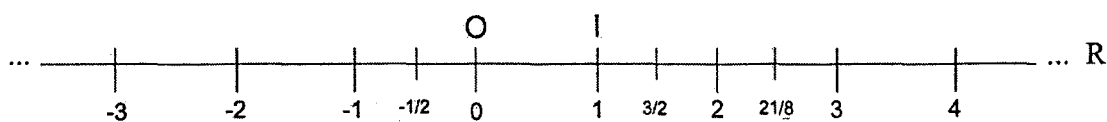


Figura 6– Representação da Reta Real

2.3 CLASSIFICAÇÃO DAS FRAÇÕES

Ao trabalharmos com as frações devemos levar em conta o universo onde estas se encontram. Neste caso, abordaremos dentro do conjunto dos Naturais \mathbb{N} , ou seja, trabalharemos com as frações positivas (à direita de 0).

Como classificação temos as frações *próprias* e *impróprias*. As frações próprias são aquelas que são maiores do que 0 e menores do que 1 , e todas as outras frações são consideradas impróprias. Destacamos que, dentro das impróprias, estão as frações aparentes, que são aquelas que representam os números naturais (Hariki, 1993).

Complementarmente, adicionamos as seguintes definições:

- fração própria: o numerador é menor do que o denominador e é diferente de zero;
- fração imprópria: o numerador é maior ou igual ao denominador ou igual a zero.

Como um caso particular de fração imprópria, temos:

- fração aparente: o numerador é múltiplo do denominador.

2.4 APONTANDO AS DIFICULDADES

O conceito de número racional pode ser bastante complexo do ponto de vista matemático, gerando uma série de dificuldades no processo ensino-aprendizagem.

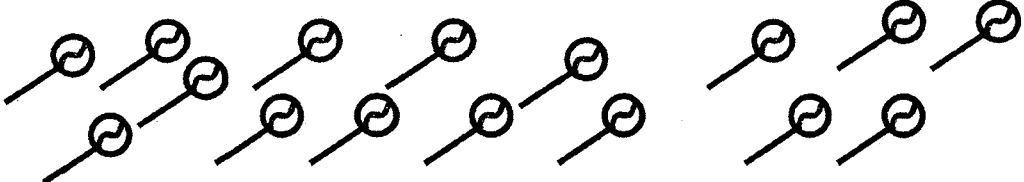
Para saber realmente o foco dessas dificuldades foi realizada uma pesquisa de campo desenvolvida em outubro de 1999, tendo uma amostra de 57 educandos de 5ª série do Ensino Fundamental da escola particular Centro Educacional Barreiros situado em São José. O instrumento utilizado para a pesquisa foi um questionário direcionado (ver anexo).

Destacamos da análise qualitativa e quantitativa algumas dessas dificuldades, que detalharemos por meio de exemplos.

A) Quanto à Conceituação

Questão item f) (Fração de conjunto discreto)

Aninha ganhou $\frac{5}{8}$ desses pirulitos



Pinte colorido dentro dos pirulitos que aninha ganhou.
Como você fez para resolver este problema? Explique!

Figura 7- Questão f

Erros Encontrados:

- O erro mais comum cometido pelas crianças, no exercício em que elas deveriam pintar $\frac{5}{8}$ de 16 pirulitos, elas pintaram 5 ou 8 pirulitos, ou ainda circulavam 8 e pintavam 5 pirulitos como mostra a figura 8 abaixo, tendo uma margem de erro de 42,10%.

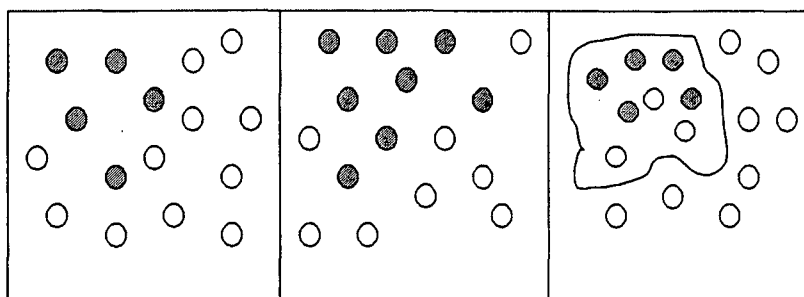


Figura 8- Representação dos erros

Tipos de Solução:

- Calculando, temos: contamos os pirulitos (16), determinamos $\frac{5}{8}$ de 16 e pintamos 10 pirulitos, sem fazer agrupamentos;
- Agrupamos os pirulitos em 8 grupos iguais e pintamos 5 deles;
- Formamos grupos de 8 pirulitos e em cada um deles pintamos 5.

Percebemos que é preciso um trabalho adequado para mostrar as possibilidades de soluções num determinado problema.

Questão item g) (Fração de conjunto contínuo, figuras geométricas planas)

Pinte nas figuras abaixo as frações indicadas:

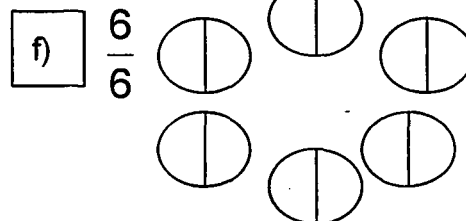
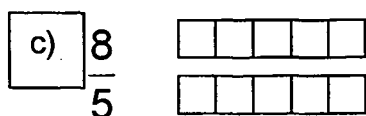
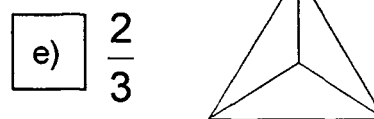
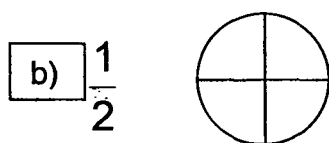


Figura 9- Questão g

Observação: O todo referido nesta questão está relacionado a cada figura geométrica plana.

Erros Encontrados:

- Para representar graficamente uma fração o erro encontrado com maior frequência foi a relação entre uma das partes, ou seja, as crianças relacionam o numerador ou denominador;
- Temos ainda um fator soma, do numerador com o denominador, para obter as partes pintadas com relação à figura;
- Em algumas situações as figuras são acrescidas de mais algumas partes ou mais uma figura;
- Para melhor identificarmos esses erros, observamos a margem de erro em cada item: a) 66,66%, b) 10,52%, c) 33,33%, d) 91,22%, e) 8,77% e f) 100%; na questão em geral tivemos 51,7% de erro.

Como podemos observar nas figuras abaixo, as respostas dadas por algumas dessas crianças.

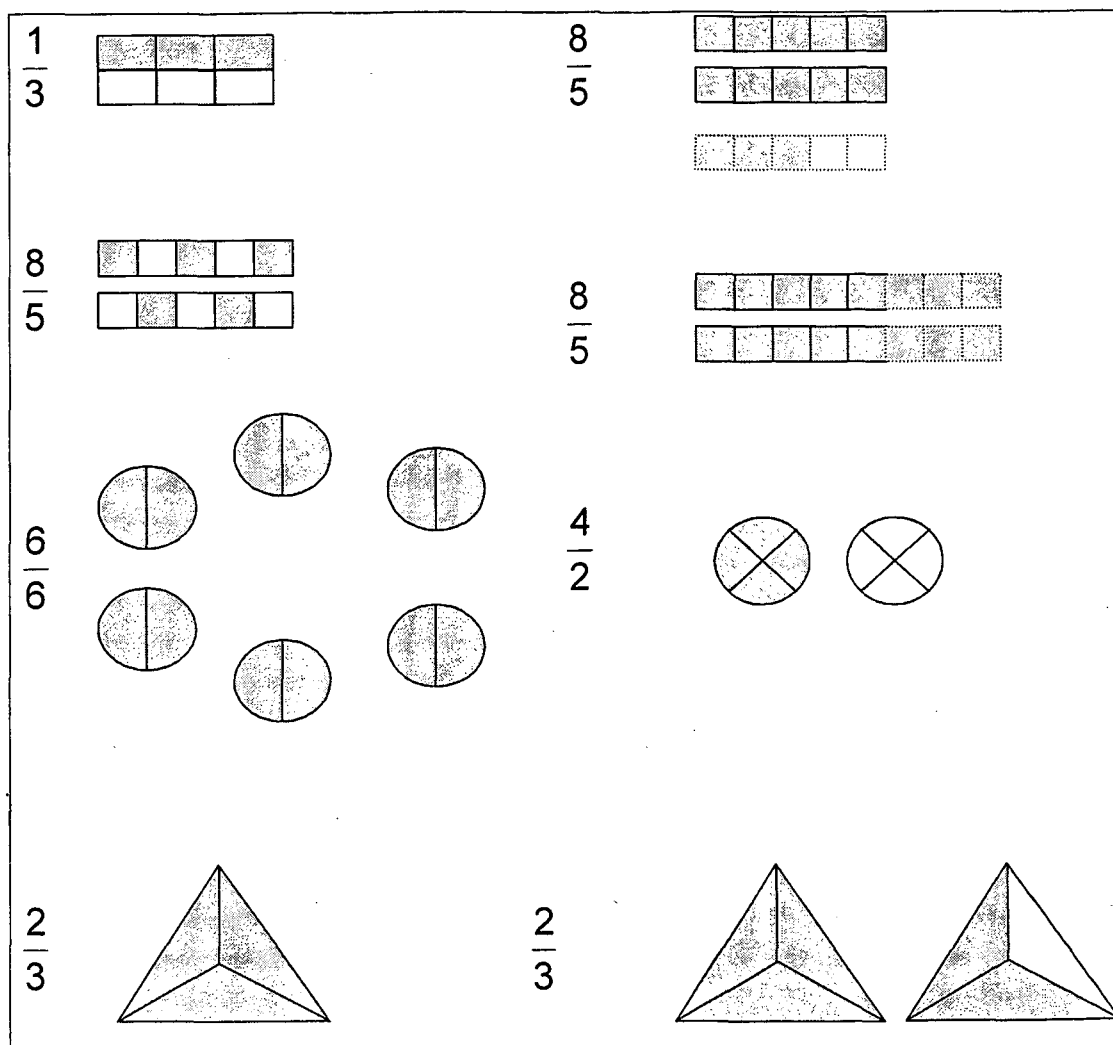


Figura 10- Erros da Questão g


Tipos de Solução:

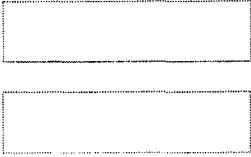
- A fração com numerador menor que o denominador, por exemplo, $\frac{2}{3}$ que, neste caso, o todo (a figura) foi dividido em três partes iguais (denominador) e pintamos 2 partes (numerador) do todo;
- A fração com o numerador maior ou igual ao denominador, por exemplo, $\frac{8}{5}$. Para determinarmos quantas partes a serem consideradas, fazemos a divisão de 8 por 5, que teremos como quociente 1 e resto 3, isto significa, que precisamos de 1 (um) inteiro e mais 3 frações unitárias de $\frac{1}{5}$ (um quinto).


Procedemos da mesma forma, por exemplo, $6/6$, e fazemos a divisão, na qual precisamos de 1 (um) inteiro para representar a fração $6/6$. Desta forma, das seis figuras, devemos considerar 1 figura.

Questão item h)

h) Divida e pinte as figuras de acordo com a fração ao lado:

a)  $\frac{1}{3}$

b)  $\frac{5}{3}$

c)  $\frac{1}{2}$

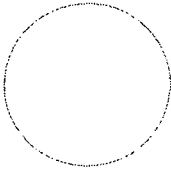
d)  $\frac{1}{3}$

Figura 11- Questão h

Erros Encontrados:

- Nas soluções das crianças, elas não percebem a necessidade de dividir o todo em partes iguais, independente da forma da figura para obter a fração correspondente,
- Obtivemos um índice de erro no item a) 14%, b) 43,85, c) 3,5% e d) 54,38%, sendo que na questão geral tivemos 29%.

Podemos observar abaixo alguns desses erros:

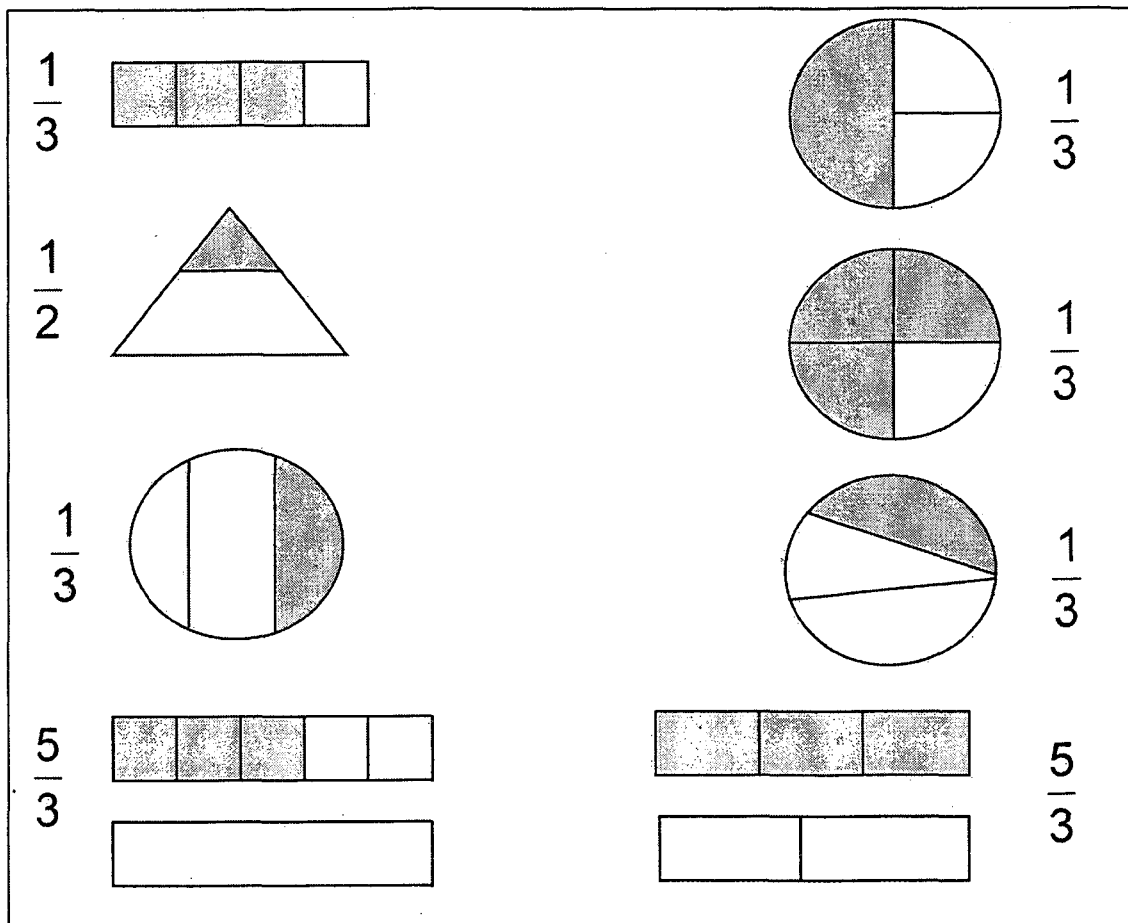


Figura 12- Erros da Questão h

B) Quanto à Ordenação

Questão item i)

Pedro tem algumas despesas todo mês com o seu salário. Sendo que ele gasta $\frac{3}{5}$ em alimentação, $\frac{1}{3}$ em medicamentos, $\frac{2}{7}$ em mensalidade escolar e $\frac{1}{8}$ em diversão (lazer). Com qual destes itens Pedro gasta mais? Como você resolveu este problema?

Quadro 1- Questão i

Erros Encontrados:

- Sem o salário não tem como resolver;
- Resposta como: em medicamentos, por que os números maiores formam as maiores frações;
- Obtemos 38,6% de erro na questão.

Tipos de Solução:

Para a ordenação de frações devemos usar o procedimento da comparação com a unidade, por representação gráfica, pelo uso do conceito ou ainda o uso da equivalência, reduzindo ao mesmo denominador.

C) Quanto à Equivalência

Questão item g)

Pinte nas figuras abaixo as frações indicadas:

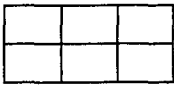
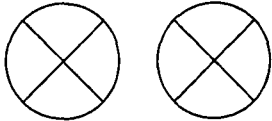
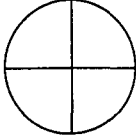
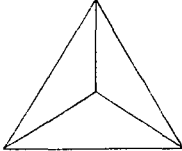
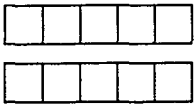
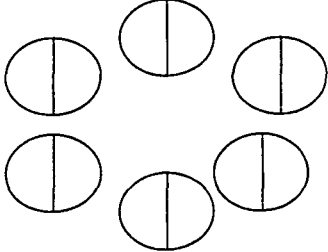
a) $\frac{1}{3}$		d) $\frac{4}{2}$	
b) $\frac{1}{2}$		e) $\frac{2}{3}$	
c) $\frac{8}{5}$		f) $\frac{6}{6}$	

Figura 13- Questão g

De maneira indireta, a fim de verificar se as crianças são capazes de trabalhar com a equivalência diretamente numa representação gráfica, os resultados são preocupantes. Tivemos em cada item da questão, uma margem de erros em termos percentuais, sendo que no item a) 66,66%; b) 10,52%; d) 91,22% e f) 100%.

Devemos também salientar que na Questão f) (ver figura 7) trabalhamos com a equivalência de frações de um conjunto discreto, no qual teve uma margem de erro de 42,10%.

Nos resultados quantitativos evidenciamos que as crianças não cogitam que a divisão tem que ser em partes iguais para que se obtenha uma fração. São muito complicadas para as crianças, as questões de representação gráfica relacionando a fração numérica com a figura.

Constatamos através das soluções das crianças, que o tópico da conceituação de frações e sua representação gráfica, equivalência e ordenação são preocupantes. Existem tipos de erros que não mudam, sugerindo que a maioria deles são obstáculos epistemológicos ou vícios adquiridos em sala de aula. A confirmação é explícita das dificuldades e procedimentos das crianças ao abordarem problemas envolvendo frações. Mas por um outro lado, há crianças que estão no caminho certo, dominam desde a conceituação até as operações.

2.5 AS FACES DA FRAÇÃO

A utilização de diferentes registros de representação é uma maneira didático/metodológica que o educador pode usar quando busca a conceituação que é a aquisição de conhecimento que existirá somente a partir do momento em que o educando *transitar* naturalmente por diferentes registros (Damm, 1999).

Segundo Kieren (1976), para entender frações é necessário incorporá-las dentro de um campo denominado de Números Racionais e compreender que o mesmo é constituído de diferentes faces:

- *Parte-todo (medida)*: a unidade é introduzida na forma de um conjunto contínuo ou discreto. Como exemplo destes conjuntos destacamos um pedaço de tecido e um determinado número de bolas, respectivamente. Aqui o todo é repartido em partes de igual tamanho. Como *medida* envolve medir a área de uma região ao partí-la com unidades de tamanho apropriado.
- *Razão*: está associada à idéia da relação de comparação multiplicativa entre duas quantidades de mesma medida. Por exemplo: $1/4$ pode representar a razão de uma lata de suco concentrado para quatro latas de água e pode ser escrita 1:4.
- *Quociente*: está relacionado quando um número de objetos precisa ser repartido ou dividido igualmente num certo número de grupos. Este item aparece com mais frequência do que os outros. Referimo-nos ao uso dos números racionais como solução para uma situação de divisão. Como podemos observar a situação: repartir duas pêras entre três crianças. Cada criança receberá $2/3$ de uma pêra.

Observamos também que se diferentes medidas forem comparadas multiplicativamente a razão é chamada de *taxa*, ou seja, trabalhamos com duas unidades de medidas. Por exemplo: 80km/h.

- *Parte de um número*: se tomarmos $1/4$ de hora, ou seja, $1/4$ de 60 minutos, verificamos que ele é igual a 15 minutos.
- *Operador*: o significado é semelhante ao processo de *reduzir ou ampliar*, sendo uma estrutura multiplicativa de números racionais. Por exemplo: qual o número que multiplicado por três resulta $3/5$? É $1/5$, pois $3 \times 1/5 = 3/5$.

Ainda no processo da multiplicação, $a \times b$, onde a é o multiplicador e b é o multiplicando, $2/3$ pode ser visto assim:

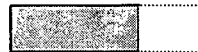
a) $2/3 = 2 \times 1/3$ (duas vezes $1/3$)



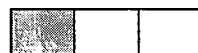
b) $2/3 = 1 \times 2/3$ (uma vez $2/3$)



c) $2/3 = 2/3 \times 1$ ($2/3$ de 1)



d) $2/3 = 1/3 \times 2$ ($1/3$ de 2)



- *Número racional*: está associado ao número racional propriamente dito. Segundo Kieren (1976) representamos geometricamente o número racional na reta Real R, como podemos observar a representação do número $2/3$ na figura abaixo (ver figura 14).

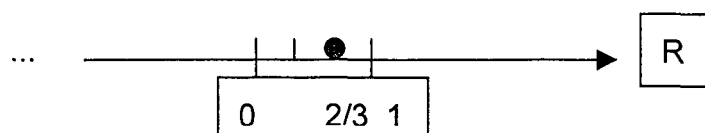


Figura 14– Representação geométrica do número racional $2/3$

Depois dessas faces das frações, reconhecemos que não é tão simples assim, identificar o que estamos querendo representar.

As compreensões crescem, se desenvolvem e se expandem como um conceito que se encontra em diferentes contextos e diferentes níveis de abstração. Para as crianças desenvolverem estas compreensões o modo mais eficaz é o de lhes dar oportunidade de encontrar os diferentes significados dentro do contexto de uma variedade de situações-problema.

Neste contexto, o protótipo *RGF*, que será apresentado no capítulo 6, foi idealizado como uma tentativa para o melhoramento no processo de ensino-aprendizagem das representações gráficas das frações. Dentro de um contexto diversificado com várias situações-problemas, trabalhamos com as várias faces das frações, citadas conforme Kieren (1976).

3. AS REPRESENTAÇÕES

3.1 O PROCESSO DE REPRESENTAÇÃO MENTAL

Cada pessoa forma uma imagem mental interna de um cenário. Quando o indivíduo internaliza uma cena esta é expressa nos seus próprios termos, de forma que mais tarde seja capaz de trazê-la à sua mente com maior riqueza de detalhes.

A aprendizagem, que está mais focada no “*como*” o educando vai aprender e no modelo que o educando tem da realidade, e que nem sempre se refere ao que é real, se refere a um modelo que o aprendiz elabora desta realidade.

Hoje há quase que um consenso de que a motivação para aprender e a construção estruturada do conhecimento são características muito pessoais.

A aprendizagem para solução de problemas se dá através da utilização de princípios conhecidos, que devem ser memorizados e prontamente recuperados conforme a situação exija.

O grau de domínio da aprendizagem é uma função direta da capacidade de retenção da informação, e esta depende da organização do conteúdo e de suas significações e suas relações com outros conteúdos aprendidos (Alencar, 1986).

Para que ocorra uma representação mental é necessário uma série de fatores que são subseqüentes, sendo assim fundamentais para a realização dessas representações internas.

O que vemos é o que é realmente, ou é o que aprendemos a perceber? Para não nos reduzirmos apenas ao velho chavão da metafísica, da relação sujeito-objeto, buscamos “*construir*” uma reflexão a partir da relação sujeito-objeto no “tempo”. Quando pensamos em termos de tempo, associamos esta idéia a de repetição, como as que possibilitam medir, constatar a igualdade e diferença de um tique-taque de um relógio, ou de um batimento cardíaco, ou a recorrência

dos dias, luas, estações anuais, sempre baseados na noção de repetição (Alencar, 1986).

A relação entre construção do conhecimento e o tempo se resolveria num primeiro momento, com o esboço deste modelo baseado no conceito do tipo pendular. Associamos a representação do tempo como uma descontinuidade de contrastes repetidos. A repetição parece ser também uma estratégia para reter a informação a curto prazo. O ato de conhecer é algo que fazemos em um tempo. Organizar é uma forma de nos relacionarmos com o tempo. Conhecer possibilita a gestão deste tempo. Organizar os dados relacionados a um tempo diacrônico seria a mais elementar e primitiva de todas as maneiras de encarar o tempo. Mas qual é o tempo do pensamento? Em que velocidade relacionamos fatos, coisas, em suas representações para construção de uma memória, esta que possibilita o conhecimento, ou pelo menos sua retenção? As representações na memória e suas vias de acesso, seriam mapas de símbolos, pontos conectados ao real. Não há uma, mas diversas memórias funcionais distintas.

Levy (1993:78) distingue na memória declarativa, duas modalidades de memória: a de curto prazo (ou memória de trabalho) e a memória de longo prazo. A primeira é usada para uma memorização rápida, que é logo volatilizada, como o número de telefone que repetimos para a discagem imediata. A segunda seria usada, por exemplo, para conseguirmos recuperar um certo número de telefone para quem queremos discar.

As informações são gravadas na memória de longo prazo, através da ativação do núcleo do sistema cognitivo, a zona de atenção, que se empenha em construir representações destas (Alencar, 1986).

As zonas de atenção vão perdendo a intensidade na medida em que são pouco utilizadas. Sua ativação está relacionada a possíveis caminhos de associações entre elementos mnemônicos e as representações. Esta estratégia de codificação auxiliaria na lembrança da informação. Também, quanto mais complexas e numerosas forem as associações, melhores serão as performances mnemônicas; e quanto mais a informação estiver relacionada a um domínio de

conhecimento ou situações que nos sejam familiares, melhor será a retenção da informação.

Podemos memorizar uma seqüência visual de procedimentos, mas mesmo a memória visual estaria relacionada com a linguagem, pois dela advém o sentido. O pensamento numa situação de aprendizagem por discriminação, envolve um modelo puramente conceitual, uma vez que é a estrutura semântica da língua que se fala que controla a maneira como o indivíduo percebe e entende o mundo (Mannheim, 1952). O que, por sua vez, influenciaria suas ações.

Para que se tenha o encadeamento das idéias e dos pensamentos, de uma forma inteligente e crítica, é necessário que o educando adicione significado aos itens de informação, inserindo-os no arcabouço conceitual de sua estrutura mental.

No processo de aprendizagem significativa é essencial a interação entre idéias, que podem ser expressas simbolicamente, de modo não-arbitrário e substantivo, isto é, não-literal, com aspectos específicos já presentes na estrutura cognitiva do indivíduo. Assim, o conhecimento que a criança possui (conhecimentos prévios) é o fator isolado mais importante que influenciará na aprendizagem subsequente. Os conhecimentos prévios, denominados subsunçores, constituem conceitos bastante integrados à estrutura cognitiva. São elementos centrais para estruturação e construção do conhecimento, com os quais a nova informação interage, resultando numa mudança, tanto da nova informação quanto do subsunçor, ao qual se relaciona. Se os subsunçores são elementos preponderantes para que haja aprendizagem significativa, da mesma forma o material oferecido ao educando deve ser potencialmente significativo, isto é, relacionável aos conceitos já existentes na sua estrutura cognitiva (Mannheim, 1952).

Quando a aprendizagem significativa ocorre, ela produz uma série de alterações dentro da estrutura cognitiva, modificando os conceitos existentes e formando novas conexões entre eles. Por isso a aprendizagem significativa é permanente e poderosa enquanto a aprendizagem rotineira é facilmente esquecida e não é

facilmente aplicada em novas situações de aprendizagem ou soluções de problemas.

A aprendizagem significativa pressupõe que as informações a serem apresentadas ao aprendiz devem ser potencialmente significativas, isto é, relacionáveis com os conceitos subsunçores já existentes na sua estrutura cognitiva e que o mesmo deve manifestar disposição de relacionar essas novas informações aos conceitos já existentes. De acordo com esta teoria, a aprendizagem pode ser facilitada através dos seguintes princípios: diferenciação progressiva e reconciliação integrativa. A diferenciação progressiva é o princípio segundo o qual o conteúdo a ser apresentado aos educandos deve ser programado de maneira que os conceitos mais gerais da disciplina ou conteúdo sejam apresentados em primeiro lugar, e então, pouco a pouco, introduzidos os conceitos mais específicos. O princípio da reconciliação integrativa postula que a programação do material a ser apresentado ao aluno deva ser feita de maneira que haja exploração de relações entre idéias, apontando semelhanças e diferenças entre conceitos relacionados (Eisenck e Keane, 1994).

Depois de apresentados alguns tópicos que fazem parte da estrutura cognitiva humana para entender melhor esse processo, o que seriam, de maneira conceitual, Representações Mentais?

Representações Mentais ou representações internas, são maneiras de representar internamente o mundo externo. As pessoas não captam o mundo exterior diretamente, elas constroem representações mentais dele. Podemos distinguir as representações mentais de duas formas: analógicas e proposicionais. As representações analógicas são não-individuais, concretas, ou seja, representam entidades específicas do mundo exterior (exemplo: imagens).

As representações proposicionais são individuais, abstratas e organizadas segundo regras rígidas. Estas representações são tipo-linguagem, mas trata-se de uma linguagem que não tem a ver com a língua nem com a modalidade de percepção, é uma linguagem da mente que poderíamos chamar de "mentalês". Representações proposicionais não são frases em uma certa língua. São

entidades individuais e abstratas formuladas em linguagem própria da mente (Norman, 1983).

Segundo Johnson-Laird (1983) as proposições são representações de significados, totalmente abstraídas, que são verbalmente expressáveis e as imagens são representações bastantes específicas que retêm muitos dos aspectos perceptivos de determinados objetos ou eventos, vistos de um ângulo particular, com detalhes de uma certa instância do objeto ou evento.

Modelos mentais são representações analógicas, um tanto abstraídas, de conceitos, objetos ou eventos que são espacial e temporalmente análogos a impressões sensoriais, mas que podem ser vistos de qualquer ângulo (e aí temos imagens!) e que, em geral, não retêm aspectos distintivos de uma dada instância de um objeto ou evento (Norman, 1983).

Por exemplo, a situação "*o quadro está na parede*" poderia ser representada mentalmente como uma proposição (porque é verbalmente expressável), como um modelo mental (de qualquer quadro em qualquer parede, possivelmente prototípicos) ou como uma imagem (de um quadro particular em uma certa parede).

Johnson-Laird (1983) sugere que as pessoas raciocinam com modelos mentais que funcionam como blocos de construção cognitivos e que podem ser combinados e recombinaados conforme necessário.

Como quaisquer outros modelos, eles representam o objeto ou situação em si; uma de suas características mais importantes é que sua estrutura capta a essência (se parece analogicamente) dessa situação ou objeto (Hampson e Morris, 1996:243).

Um modelo mental é uma representação interna de informações que corresponde analogamente com aquilo que está sendo representado.

As representações proposicionais são interpretadas em relação a modelos mentais: uma proposição é verdadeira ou falsa em relação a um modelo mental

de um estado de coisas do mundo. As imagens, por sua vez, correspondem às vistas do modelo.

Os modelos mentais e as imagens são representações de alto nível, essenciais para o entendimento da cognição humana (Eisenck e Keane, 1994:210). Ainda que em seu nível básico o cérebro humano possa computar as imagens e os modelos em algum código proposicional (o "mentalês"), o uso destas representações liberta a cognição humana da obrigação de operar proposicionalmente em "código de máquina". A mente tem um código próprio, o "mentalês", que não é consciente, ao qual não temos acesso e nem precisamos ter, pois operamos muito bem com proposições, imagens e modelos mentais. Um modelo mental é composto de elementos, que chamamos de *tokens* e relações que representam um estado de coisas específicas, estruturadas de uma maneira adequada ao processo sobre o qual deverão operar (Eisenck e Keane, 1994).

Não existe um modelo mental único para um determinado estado de coisas. Ao contrário, podem existir vários, mesmo que apenas um deles represente de maneira ótima esse estado de coisas. Cada modelo mental é uma representação analógica desse estado de coisas, reciprocamente, cada representação analógica corresponde a um modelo mental (Johnson-Laird, 1983)

O modelo mental de avião, por exemplo, possui distintas versões conforme os diferentes usos que se possa fazer de um avião: reconhecê-lo, construí-lo, pilotá-lo, embarcar nele, falar sobre ele. O modelo varia também segundo outras dimensões: a competência aeronáutica do sujeito, sua idade, sua cultura, etc. Representar um avião em vôo ou um avião aberto para mostrar os lugares aos passageiros também corresponde a diferentes versões do modelo mental do avião. Cada versão, no entanto, deve incluir o núcleo central que identifica o modelo como sendo de avião. Deve também incluir proposições e procedimentos de manipulação diversificados, visto que, conforme o uso, são adicionados outros aspectos do modelo. É possível que dois exemplares do

mesmo modelo pouco ou nada tenham em comum se forem construídos com finalidades totalmente diferentes.

Em vez de uma lógica mental, as pessoas usam modelos mentais para raciocinar.

A lógica, se é que aparece em algum lugar, não está na construção de modelos e sim no teste das conclusões, pois implica que o sujeito saiba apreciar a importância lógica de falsear uma conclusão, e não apenas buscar evidência positiva que a apoie (Hampson e Morris, 1996:243).

O raciocínio dedutivo (ver figura 15) é melhor interpretado como uma destreza prática do que como uma habilidade esotérica e abstrata. Por exemplo, suponhamos os seguintes enunciados:

O lápis está à esquerda da caneta.

O ursinho está à frente da caneta.

A bola está à frente do lápis.

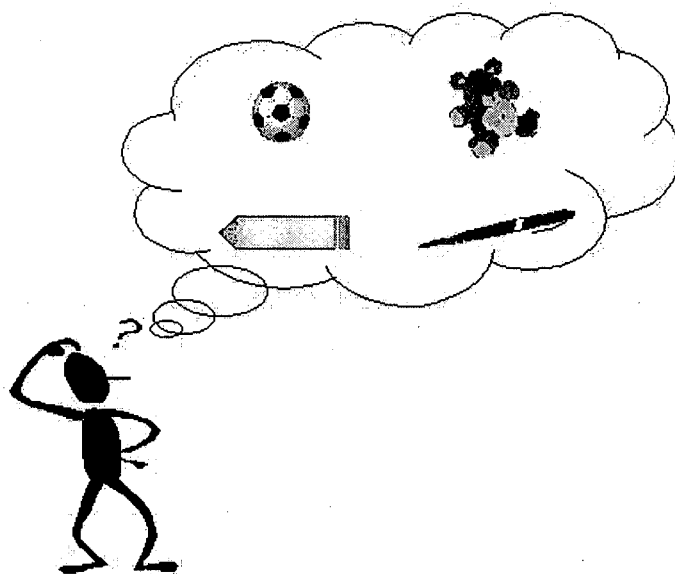


Figura 15– Representação de Raciocínio Dedutivo Simples

Podemos concluir que a bola está à esquerda do ursinho. Observando este modelo podemos tirar esta conclusão simples.

Um outro exemplo (ver figura 16):

A banana está à esquerda da laranja.

A maçã está à esquerda da laranja.

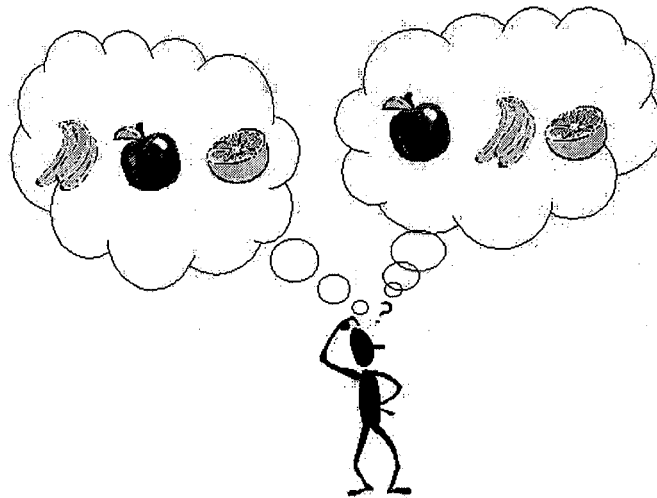


Figura 16– Representação de Raciocínio Dedutivo composto

Neste caso podemos concluir que temos duas situações: na primeira a maçã está entre a banana e a laranja e na outra a maçã está à esquerda da banana.

Segundo Johnson-Laird (1983) as dificuldades de muitos problemas de raciocínio dedutivo estão relacionadas com o número de modelos mentais necessários para representar adequadamente as premissas do argumento dedutivo. Argumentos que envolvem apenas um modelo mental podem ser resolvidos rápida e acuradamente. Entretanto, é muito difícil tirar conclusões precisas baseadas em argumentos que podem ser representados por múltiplos modelos alternativos devido à grande demanda feita sobre a memória de trabalho.

Modelos conceituais são inventados por professores, pesquisadores, engenheiros, arquitetos, para facilitar a compreensão ou o ensino de sistemas físicos, ou estados físicos de coisas. São representações precisas, consistentes e completas de sistemas físicos. São projetados como ferramentas para o entendimento ou para o ensino de sistemas físicos (Norman, 1983).

Modelos mentais, são modelos que as pessoas constroem para representar estados físicos (assim como estados de coisas abstratas). Esses modelos não

precisam ser tecnicamente aguçados, mas devem ser funcionais. Eles evoluem naturalmente. Interagindo com o sistema, a pessoa continuamente modifica seu modelo mental a fim de chegar a uma funcionalidade que a satisfaça. É claro que os modelos mentais de uma pessoa são limitados por fatores, tais como seu conhecimento e sua experiência prévia com sistemas similares, e pela própria estrutura do sistema de processamento de informação humano.

Os modelos conceituais são delineados (projetados) por pessoas que usam modelos mentais para facilitar a compreensão de sistemas físicos por parte de outras pessoas que também utilizam modelos mentais. O professor ensina modelos conceituais e espera que o aprendiz construa modelos mentais consistentes com esses modelos conceituais que, por sua vez, devem ser consistentes com os sistemas físicos modelados. Os modelos conceituais são, portanto, instrumentais. Meios, não fins. O objetivo do ensino é, através de modelos conceituais, levar o aprendiz a formar modelos mentais adequados (isto é, consistentes com os próprios modelos conceituais) de sistemas físicos. A mente humana opera só com modelos mentais, mas modelos conceituais podem ajudar na construção de modelos mentais que explicam consistentemente o conhecimento aceito em uma certa área (Norman, 1983).

Os modelos mentais não têm uma estrutura sintática, a sua estrutura é análoga à estrutura dos estados de coisas do mundo, tal como os percebemos ou concebemos, ou seja, modelos mentais são análogos estruturais de estados de coisas do mundo.

As imagens, como já destacamos anteriormente, correspondem às vistas de modelos. Resultantes de percepção ou imaginação, elas representam aspectos perceptíveis dos objetos ou eventos correspondentes do mundo real.

Em termos de conteúdo, os modelos mentais, as imagens e as proposições, representam uma diferença importante no que se refere à especificidade: os modelos mentais, assim como as imagens, são altamente específicos. Por exemplo, não é possível formar uma imagem de um objeto em geral (um quadro, uma mesa, um avião), mas sim de um objeto específico (um determinado

quadro, mesa ou avião). As representações proposicionais, no entanto, não implicam tanta especificidade. É perfeitamente aceitável, por exemplo, uma representação mental proposicional que estabeleça a relação espacial entre dois objetos como sendo "ao lado de", sem explicitar "esquerda" ou "direita". Para uma imagem isso não seria possível (Mannhein, 1952).

Os modelos mentais das pessoas podem ser deficientes em vários aspectos, talvez incluindo elementos desnecessários, errôneos ou contraditórios. No ensino, é preciso desenvolver modelos conceituais e também materiais e estratégias instrucionais que ajudem os aprendizes a construir modelos mentais adequados. É necessário desenvolver técnicas de investigação apropriadas e, ao invés de buscar modelos mentais claros e elegantes, procurar entender os modelos confusos, "bagunçados", incompletos e instáveis, que as pessoas realmente têm.

Hoje, estamos inseridos em uma realidade multimídia. Mesmo que alguns usuários de computadores o utilizem somente para processamento de texto e, mesmo que não dominem sequer alguns conhecimentos específicos de datilografia, é razoável que o próprio uso indique caminhos que aos poucos os transformarão. As "janelas" que se transformam em portas abertas para o sentido e toda dimensão material de tudo que vemos, tocamos e manipulamos na tela. A mente, os modelos mentais e os softwares caminham para uma realidade includente. Outrora, a imagem passiva da mídia estipulava os padrões mentais e comportamentais, hoje isto está dentro de uma realidade puramente ativa; dentro de um conceito interativo. Uma nova fase de construção do conhecimento humano sob o primado da modelação da realidade. Os computadores cumprem o papel de transformar os processos mentais, ou possibilitando novas estratégias cognitivas, ou seja, possibilitando meios para o aprendiz administrar seu próprio processo de aprendizagem (Oliveira e Chadwick, 1984).

3.2 TEORIAS PSICOLÓGICAS *VERSUS* REPRESENTAÇÕES

Dentro das teorias psicológicas que visam o estudo das representações, que explicam a atividade da criança em seu meio social, dois modelos teóricos merecem destaques: a teoria das representações sociais e a teoria dos campos conceituais. Essas duas teorias nos permitem tratar o conhecimento em duas perspectivas: o senso comum e o conhecimento científico.

A teoria das representações sociais, desenvolvida por Serge Moscovici no domínio da psicologia social, investiga a dinâmica que se estabelece entre o conhecimento de senso comum e o conhecimento científico.

Por outro lado a teoria dos campos conceituais elaborada por Gérard Vergnaud no campo da psicologia cognitiva, visa apreender a operacionalidade da representação em termos de conceituação do conhecimento.

3.2.1 A Teoria de Serge Moscovici

Segundo Moscovici (1961) a representação social contribui de maneira fundamental à compreensão do processo do conhecimento. Ele aponta à interdependência existente entre o conhecimento científico e o conhecimento popular. O conhecimento científico se submete a cada momento, ao impacto de sua integração num circuito social que, por sua vez, integra os elementos desse conhecimento.

O conhecimento popular é um conhecimento verdadeiro e uma forma de evolução do conhecimento científico. A teoria das representações sociais abre uma perspectiva para que este conhecimento tenha um lugar especial nas instituições educacionais, ou seja, as escolas.

Admitir a existência de diferentes formas de conhecimento, de representações sociais, é assumir a diversidade do conhecimento e dar à criança o direito à criação. Levar em consideração as diversas visões deste conhecimento, introduz uma nova concepção de formação.

É necessário levar em consideração o conhecimento de senso comum trazido pela criança, sem esquecermos de proporcionar o acesso à informação produzida técnica e cientificamente.

3.2.2 A Teoria de Gérard Vergnaud

É com esta perspectiva que recorreremos à teoria dos campos conceituais, desenvolvidas por Gérard Vergnaud.

Analisando o processo de conceituação do mundo pela criança, enquanto interação entre indivíduo, situação e conhecimento, Vergnaud (1990) abre uma perspectiva ao estudo sistemático do conhecimento científico, em particular, ao estudo de situações didáticas envolvendo este tipo de saber. Seu projeto é a análise das representações que tornam a ação operatória, visando, em última instância, pôr em evidência a dimensão operatória do conhecimento. Para ele o processo de conceituação do real é o que torna o conhecimento operatório.

A teoria dos campos conceituais é uma teoria cognitivista do indivíduo em situação e corresponde a uma abordagem psicológica do conhecimento que leva em conta, ao mesmo tempo, o processo de desenvolvimento e o de aprendizagem do indivíduo.

A classificação das situações, dos esquemas e dos conceitos, das representações verbais e das representações gráficas/geométricas e simbólicas utilizáveis, constituem um vasto leque de informações que o educador pode dispor no processo ensino-aprendizagem (Vergnaud e Laborde, 1994).

3.3 A TEORIA DE RAYMOND DUVAL

A característica da representação é a busca da funcionalidade da matemática, ou seja, dar um sentido ao que é ensinado. Para complementar os estudos sobre representações, falaremos de representações no ensino de matemática, teoria elaborada por Raymond Duval. Duval é um dos pesquisadores em Educação Matemática que se preocupa com a aquisição do conhecimento e com a forma como se processa a aprendizagem.

Segundo Duval (1993) para aquisição desses conhecimentos e especificamente a aquisição de conhecimentos matemáticos, é preciso recorrer à noção de representação:

a) *representação subjetiva e mental* — trata de estudar as crenças e as concepções das crianças em relação a fenômenos físicos e naturais. Os primeiros estudos realizados nesta perspectiva foram realizados por Piaget em 1924, em sua obra “A representação do mundo na infância”;

b) *representações internas ou computacionais* — são representações internas e não conscientes da criança, ou seja, a criança executa algumas tarefas sem pensar em todos os passos para sua realização;

c) *representações semióticas* — são representações externas e conscientes da criança. Surgiram através de problemas de modelagem da linguagem.

As representações semióticas, as representações internas e as representações mentais não são espécies diferentes de representações, mas sim representações que realizam funções diferentes, ou seja, as representações semióticas realizam, de maneira indissociável, uma função de objetivação e uma função de expressão, as representações internas realizam uma função de tratamento e as representações mentais têm uma função de objetivação.

As representações semióticas têm dois aspectos, sua “*forma*” (ou representante) e seu “*conteúdo*” (o representado).

A forma muda de acordo com sistema semiótico utilizado. Existem vários registros de representação para o mesmo objeto, para cada um deles, um tipo diferente de tratamento (Damm, 1999).

Segundo Duval (1993), para que ocorra a apreensão de um objeto matemático é necessário que a *noésis* (apreensão conceitual de um objeto ou conceituação) ocorra através de significativas *semiósisis* (apreensão ou a produção de uma representação).

Quanto maior for a mobilidade com registros de representação diferentes do mesmo objeto matemático, maior será a possibilidade de apreensão deste

objeto. É preciso entender quais são as atividades cognitivas do sujeito para uma *semiósis*. Duval (1993) aponta três atividades cognitivas fundamentais ligadas à *semiósis*:

a) *a formação de uma representação identificável* — é estabelecida através de uma determinada língua natural num enunciado compreensível com a junção de características e de dados do conteúdo;

b) *o tratamento* — é a transformação dessa representação no próprio registro onde ela foi formada. O tratamento está ligado à forma e não ao conteúdo do objeto matemático. Por exemplo:

❖ $1/5 + 1/5 = 2/5$ (representação fracionária, tratamento da adição nesta representação)

❖ $0,20 + 0,20 = 0,40$ (representação decimal, tratamento da adição nesta representação)

Temos duas representações diferentes envolvendo tratamentos completamente distintos para o mesmo objeto matemático;

c) *a conversão* — é uma transformação de uma representação em um outro registro conservando a totalidade ou uma parte do objeto matemático. Em outras palavras, a conversão se dá entre os registros, ou seja, é exterior ao registro de partida. A conversão exige do educando o estabelecimento da diferença entre significado e significante.

No entanto o que garante a apreensão do objeto matemático, a conceituação, não é a determinação de representações ou as várias representações possíveis de um mesmo objeto matemático, mas a coordenação entre esses vários registros de representação. Esta coordenação é fundamental para o funcionamento do pensamento humano, sendo que a variedade de registros de representação nos permite uma economia de tratamento, a complementação de registros e a conceituação implicam em uma coordenação de registros de representação (Damm, 1999).

As representações (semióticas) não são somente necessárias para fins de comunicação, elas são igualmente essenciais para as atividades cognitivas do pensamento (Duval, 1993).

Consideramos as representações semióticas como um suporte para as representações mentais, ou seja, as representações semióticas têm a função de manter uma comunicação com as representações mentais.

Vimos que as representações exercem um papel fundamental na coordenação e realização de vários registros do mesmo objeto matemático, sendo este as frações.

Pensando na apreensão do objeto matemático com a junção das diferentes faces das frações e as várias representações possíveis deste objeto matemático, realizamos um modelo computacional que trabalha com a Representação Gráfica das Frações, no qual a criança tem a oportunidade de trabalhar com o mesmo objeto matemático numa variedade de tratamentos, contextualizados em diferentes formas.

No sexto capítulo trataremos com mais detalhes deste assunto.

4. A IMPORTÂNCIA DAS TECNOLOGIAS

4.1 INTRODUÇÃO

Desde os primórdios, o homem registrava sua história através de símbolos iconográficos, que mais tarde deram origem ao alfabeto. Sendo assim, nossos antepassados foram criando dispositivos para o registro de suas caças, pescas, danças, rituais, mitos e informações nos diferentes momentos de sua existência. Os sinais luminosos, estabelecidos através da associação de tochas de fogo, foram considerados os primeiros códigos de comunicação ocorridos na Grécia. A primeira forma de comunicação teria sido a formação de nuvens de fumaça (Martins e Loch, 1999).

A utilização de pedras na contagem de animais foi utilizada por um bom tempo como um sistema de contagem eficiente. Já o sistema de numeração decimal nasceu do uso dos dedos como objetos de contagem. Arqueólogos descobriram, perto da Babilônia em 1700 a.C., tábuas de argila contendo tabuadas de multiplicação, muito bem desenvolvidas. Os babilônios desenvolveram um sistema de numeração sexdecimal dando origem à unidade atual do tempo em hora, minutos e segundos.

4.2 NO TÚNEL DO TEMPO DAS TECNOLOGIAS

No oriente médio, em torno de 2500 a.C., surgiu a versão primitiva do ábaco, como mostra a figura 17, que foi um dos primeiros dispositivos mecânicos computacionais.



Figura 17- Ábaco

O ábaco era composto de uma armação e diversos fios de arame. Em cada um desses arames corriam sete bolas, sendo que cinco ficavam abaixo de uma

barra horizontal divisória e duas acima. Cada arame correspondia às posições dos dígitos num número decimal: unidades, dezenas, centenas, etc. As bolas representam os dígitos, as que estão acima da barra horizontal valem cinco e as que estão abaixo valem uma unidade (Murta, 1998).

Ao longo da história, o privilégio de dominar os códigos de ler e escrever pertenceu às pequenas elites e nobres e geralmente sacerdotes e escribas. No século XV, surgiu na Europa uma classe média alfabetizada. Sua ânsia de conhecimento desafiou os inventores na busca da maneira de produzir em massa a palavra escrita. Um destes inventores foi o alemão Johannes Gutenberg — criando sua obra-prima, uma tiragem de 200 bíblias, compostas tipograficamente em 1455, a partir da qual desencadeou-se uma epidemia de informação que se propaga até hoje (Martins e Loch, 1999).

Para bem apreciar a criação de Gutenberg é necessário entender o que ele não fez. A impressão não foi inventada por ele. Esta arte já existia na China do século VIII, utilizando caracteres múltiplos, talhados num bloco único de madeira. Gutenberg não inventou os tipos móveis e as letras reagrupadas para cada nova página: o impressor chinês Pi Sheng os criou por volta de 1040. Ele nem mesmo inventou o tipo móvel de metal. Os coreanos o fizeram, no século XIV.

A impressão de textos com blocos de madeira só chegou à Europa no começo do século XV e parece que ninguém no continente conhecia as técnicas mais avançadas do Oriente. Na verdade, os tipos móveis não eram comuns na China e na Coreia, onde a escrita incluía 10000 caracteres. Na Europa, por outro lado, esta tecnologia prometia crescer muito. O que efetivamente devemos atribuir a Gutenberg foi a criação do primeiro sistema ocidental de tipos móveis, que funcionou tão bem que continuou praticamente o mesmo por 350 anos (Martins e Loch, 1999).

Gutenberg projetou um tipo novo de prensa. Descobriu uma liga dos metais chumbo, estanho e do semimetal antimônio e um molde de precisão calibrado para receber a mistura. Preparou uma tinta à prova de borrões com negro-de-fumo, óleo de linhaça e terebintina. Cada página de sua bíblia levou um dia para

ser montada. O método de Gutenberg espalhou-se com rapidez incrível. Estima-se que em 1500 já estariam em circulação meio milhão de livros: obras religiosas, clássicos gregos e romanos, textos científicos e o relatório de Colombo sobre o Novo Mundo (Martins e Loch, 1999).

Gutenberg, no entanto, não colheu as glórias de sua criação: o fruto de seu trabalho levou-o à falência, e em 1455, um credor tomou seu negócio (Martins e Loch, 1999).

Em 1614 John Napier, escocês e inventor dos logaritmos, criou os Bastões de Napier para auxiliar na multiplicação. Este sistema consiste de nove peças, uma para cada dígito de 1 a 9. Cada uma dessas barras é uma coluna de uma tabela de multiplicação. O sacerdote inglês Willian Oughtred inventou um dispositivo de cálculo, em 1633, baseado nos logaritmos de Napier que chamou de Círculos de Proporção. Sua invenção deu origem à familiar Régua de Cálculo, que só foi suplantada recentemente pela calculadora eletrônica de bolso. Murta, 1998).

Por volta de 1642, o filósofo francês Blaise Pascal inventou a sua calculadora mecânica, denominada Pascaline (ver figura 18), que através do sistema decimal calculava adição e subtração (Martins e Loch, 1999).

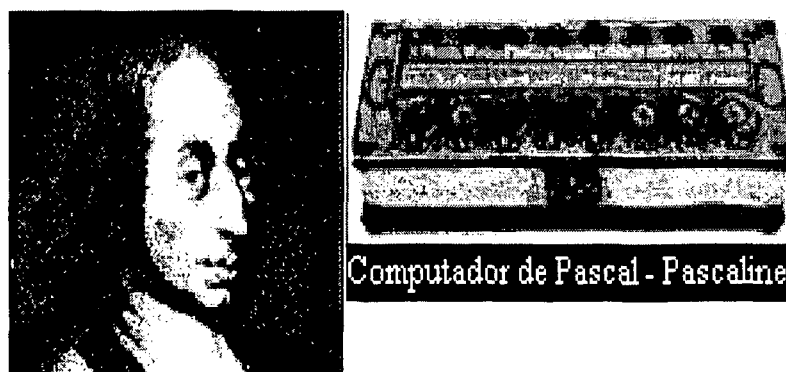


Figura 18– Blaise Pascal e Pascaline

Por volta de 1672, o cientista Gott Fried Wilhelm Leibniz aprimorou a calculadora de Pascal, incluindo o uso do sistema binário que, além das operações de adição e subtração, era capaz de multiplicar, dividir e extrair raiz quadrada. As

calculadoras descendentes daquela aprimorada por Leibniz foram fundamentais para o comércio, até serem substituídas pelas equivalentes eletrônicas.

Por volta de 1822, Charles Babbage criou um modelo de uma máquina para calcular tabelas chamada Máquina das Diferenças, baseada no princípio de discos giratórios, e era operada por uma simples manivela (Murta, 1998).

Uma grande contribuição para o surgimento dos primeiros computadores foi dada por Charles Babbage que, ao inventar a sua Máquina Analítica em 1833, criou a primeira máquina automática com memória e capacidade de programação.

Entretanto, foram as necessidades reais de processamento de grandes volumes de dados que conduziram ao surgimento dos principais dispositivos de cálculo aritmético. Em 1880, nos EUA, o recenseamento da população foi elaborado por processos manuais, o que demorou sete anos e meio a ser divulgado o resultado. Herman Hollerith, que era funcionário do departamento de recenseamento, teve a idéia de conceber uma máquina que através de processos eletromecânicos, tratasse um conjunto de cartões perfurados onde seriam registrados os dados. Assim, no recenseamento de 1890, a Máquina de Hollerith permitiu resultados em cerca de três anos (Murta, 1998).

O sucesso desta invenção foi tal que Hollerith criou uma companhia para a produção em série do seu invento, a Tabulating Machine Company que, mais tarde, associando-se a outras empresas deu origem à Internacional Business Machines Corporation (IBM) (Martins e Loch, 1999).

Foi no final da década de 30, por causa da Segunda Guerra Mundial, que se intensificou a necessidade de cálculos científicos. Vários projetos foram desenvolvidos simultaneamente, principalmente pelos apoios financeiros que receberam. Um dos projetos financiados foi a construção de cinco computadores de grande porte encomendados pelo exército americano à empresa Telephone Laboratories e coordenado por George Stibitz. Esses computadores usavam como componentes de base relés eletromecânicos e foram denominados

"computadores Bell a relé". Em termos de velocidade, eles superavam as mais avançadas calculadoras da época, podendo realizar cálculos 24 horas por dia ininterruptamente.

A IBM apoiou, durante o período de 1937-1944, a criação de uma máquina eletromecânica, resultado da colaboração entre a Universidade de Harvard, a IBM e a Marinha dos EUA — a Harvard Mark I. Ela foi construída por Howard Aiken e podia executar uma sucessão arbitrária de operações aritméticas sob o controle de uma sequência codificada de instruções (Martins e Loch, 1999).

Mas foram John W. Auchly e J. Presper Eckert os primeiros a construir um computador de grande porte totalmente eletrônico, com o financiamento obtido pelo Ballistic Research Laboratory, nos EUA, durante o período de 1943 a 1946. Este computador recebeu o nome de Electronic Numerical Integrator and Calculator (ENIAC) e usava válvulas eletrônicas, em torno de 18000, com 70000 resistores e 10000 capacitores, consumia cerca de 150kW de potência, ocupava uma área de aproximadamente 1400m², pesava 30 toneladas e conseguiu durar 10 anos, trabalhando 80223 horas. As entradas e saídas de dados eram feitas com cartões perfurados. Ele podia executar 5000 adições ou 300 multiplicações por segundo, o que o tornava o mais rápido de seus contemporâneos (Murta, 1998).

O ENIAC caracterizou a 1ª geração de computadores, construídos com base nas válvulas. Após ele, surgiu o EDVAC (Electronic Discrete Variable Computer, 1947), o primeiro computador a armazenar internamente um programa, onde Von Neumann deu uma contribuição fundamental com o seu conceito de programa armazenado (Murta, 1998).

Em seguida surgiram o EDSAC (Electronic Delay Storage Automatic Calculator) e o UNIVAC (Universal Automatic Computer, 1951), o primeiro computador comercialmente produzido em série (48 unidades) fora das Universidades e Centros de Pesquisa, utilizando a banda magnética para armazenamento da informação. Seu primeiro cliente foi, novamente, o pioneiro Departamento de Censo Americano (Murta, 1998).

Em 1976, Stephen Wozniak e Steve Jobs, desenvolveram em "*fundo de quintal*" o APPLE I — um microcomputador — equipamento desprezado pelos grandes fabricantes, que não enxergaram a revolução que se aproximava. A aventura da APPLE levou-a nos dois primeiros anos a comercializar mais de 50000 máquinas. Quatro anos depois, os fabricantes de microcomputadores já contabilizavam vendas da ordem de milhões de unidades vendidas. Em 1981 os grandes fabricantes entraram neste segmento de mercado (Murta, 1998).

Relacionando o que representam estes 50 anos de evolução da indústria do computador, vamos compará-la a outra indústria: a da Energia Motora. Entre a primeira máquina a vapor (Máquina de Newcomen) que surgiu em 1708 e o automóvel modelo T da Ford, surgido em 1909 passaram-se 201 anos. Ou seja, da energia motora usada coletivamente até a que poderia ser utilizada individualmente, 201 anos se passaram. Do ENIAC, 1º computador coletivo, ao APPLE I, 1º computador pessoal, passaram-se apenas 30 anos. Traçando um outro paralelo com a indústria automobilística, a evolução dos computadores foi tamanha, que era como se o preço de um Rolls-Royce, até hoje um carro exclusivo, tivesse caído para menos de US\$1.00 (um dólar americano) e o seu desempenho lhe permitisse rodar 1,2 milhões de quilômetros com apenas 1 litro de gasolina. Hoje, decorridos 50 anos da apresentação do primeiro computador, as mudanças e evoluções não se contam mais em anos e sim em meses. Já nos acostumamos a ver envelhecer tecnologias que meses antes eram apresentadas como a última palavra em termos de tecnologia de ponta (Murta, 1998).

4.3 A PRÉ-HISTÓRIA DO COMPUTADOR NA ESCOLA BRASILEIRA

Nas Instituições de Ensino Superior, na década de 70, formaram-se os primeiros profissionais na área da informática. Desta forma começa a se formar uma geração de técnicos que ao mesmo tempo aproveitam os cursos de pós-graduação no exterior.

Na educação, a sociedade buscava alcançar o status de tratamento científico com o uso da tecnologia instrucional. Instrução programada, estudo dirigido e fichas de trabalho, ao lado de recursos áudio-visuais e de recursos multi-sensoriais foram propostos para que os professores pudessem realizar o ensino com mais competência.

Passamos a fazer treinamento com os professores, tanto para os que estavam atuando, quanto para o docente em formação nas universidades. O processo educacional foi considerado similar a uma linha de montagem e a tecnologia como um recurso de rendimento para o educando.

Nas décadas de 60 e 70 o uso dessas tecnologias eram seguidas de tendências. Assim, dentre as propostas iniciais do governo, ocorreu a preocupação de iniciar a formação das novas gerações. A disseminação das novas tecnologias seria primeiramente iniciada nas escolas de nível médio.

Apesar de todos os esforços desde a tecnologia instrucional, não houve muitas melhorias e efeitos significativos da qualidade de ensino. A culpa, como já era de se esperar, foi colocada nos professores. Foram acusados de não saber usar corretamente a tecnologia ou de muitas vezes não chegarem nem a usá-las e também nem serem preparados para usá-las.

Não podemos esquecer, entretanto, do atraso gerado pela *"reserva de mercado de informática"* no tocante a este processo. Ocorre que todos os sistemas, inclusive o educacional, ficaram aquém das novas tecnologias por um bom tempo graças às atitudes *"polítiques"* e aos acordos internacionais com o Fundo Monetário Internacional. Quando esta reserva foi encerrada houve uma verdadeira enxurrada de equipamentos e recursos tecnológicos aos quais, nem educandos nem educadores, estavam preparados ou adaptados.

Com todos os investimentos em dólares e qualificação de pessoal os problemas dos sistemas educacionais continuaram crescendo. *"Não conseguimos que nossa "ciência" produzisse melhor educação porque não é melhor educação o que temos buscado! Na verdade temos buscado "transmissão", "modelagem",*

“reprodução”, “automatismo”, “submissão”(…) Nunca conscientização, construção, reflexão, autonomia, libertação criadora!” (Fagundes, 1992).

4.4 O COMPUTADOR NA EDUCAÇÃO HOJE

“Novas maneiras de pensar e de se relacionar estão sendo elaboradas no mundo das telecomunicações e da informática. As relações entre os homens, o trabalho e a própria inteligência dependem, na verdade, da metamorfose incessante de dispositivos informatizados de todos os tipos. Escrita, leitura, visão, audição, criação e aprendizagem são capturados por uma informática cada vez mais avançada. Não se pode mais conceber uma pesquisa científica sem uma aparelhagem complexa que redistribui as antigas divisões entre experiência e teoria. Emerge, neste final do século XX, um conhecimento por simulação que os epistemologistas ainda não inventariaram” (Lévy,1997).

O computador difere de outros materiais utilizados no ensino pela amplitude de possibilidades que oferece. É por isso que é extremamente confuso falar da eficácia ou não deste meio, sem especificar de que forma está sendo utilizado. De fato, as diferentes modalidades implicam também em diferentes modelos teóricos do processo ensino-aprendizagem e sua conseqüente prática pedagógica (Weiss e Abreu, 2000).

O computador por si só não faz nada. O seu potencial utilizado será determinado pelo quadro teórico escolhido e pela metodologia de uso adotada. É de extrema importância que a máquina e o software estejam sendo vivenciados em contextos sociais práticos e provocativos do seu uso (Weiss e Abreu, 2000).

Acreditamos que o uso do computador poderá suscitar no sujeito potencialidades e ampliar os horizontes de aprendizagem de forma integrada e prática, uma vez que seja respeitada e explorada a especificidade deste novo instrumento. Não devemos esquecer que este instrumento entra como mais uma ferramenta poderosa num rol em que a melhor ferramenta é aquela com a qual possamos explorar melhores as potencialidades do educando (Weiss e Abreu, 2000).

No computador, crianças bem pequenas conseguem fazer previsões e antecipações, o que, com outros materiais, não conseguem realizar ou demonstrar. *“Parece que processos cognitivos desenvolvem-se bem antes do que muitos autores acreditam, existindo situações que favorecem a manifestação desses fenômenos, enquanto outras não o fazem. Assim, é preciso investigar os fenômenos cognitivos em diferentes situações e através de diferentes metodologias, antes de extraírmos generalizações precipitadas.”* (Spinillo, 1984).

A informática permite que o educando lide com outras formas de pensamento, pensamento este usado nas tarefas escolares de formas rotineiras de lápis e papel que, em geral, privilegiam o pensamento linear (Weiss e Abreu, 2000).

Hoje a compreensão do ambiente à nossa volta exige uma leitura diferente, que não deve ser puramente linear, pois fatos e informações se configuram numa nova dimensão, num hipertexto, exigindo interligações que a modifica ou afeta (Weiss e Abreu, 2000).

A aquisição de conhecimento é um processo mediado e deve ser entendido inserido nas dimensões histórica e cultural da vida humana. A verdadeira essência do comportamento humano complexo constitui-se da unidade dialética entre inteligência prática e uso dos signos. Mas esses saberes ou modos de agir não vão surgir apenas pelo encontro face a face com o computador (Weiss e Abreu, 2000).

A relação entre o homem e o computador é sempre fortemente sustentada por uma mediação humana. Na escola o computador, além de ser um mediador do processo de aprendizagem, também pode assumir o papel de uma “terceira pessoa”, tornando o relacionamento mais dinâmico e dialético como representado na figura 18.

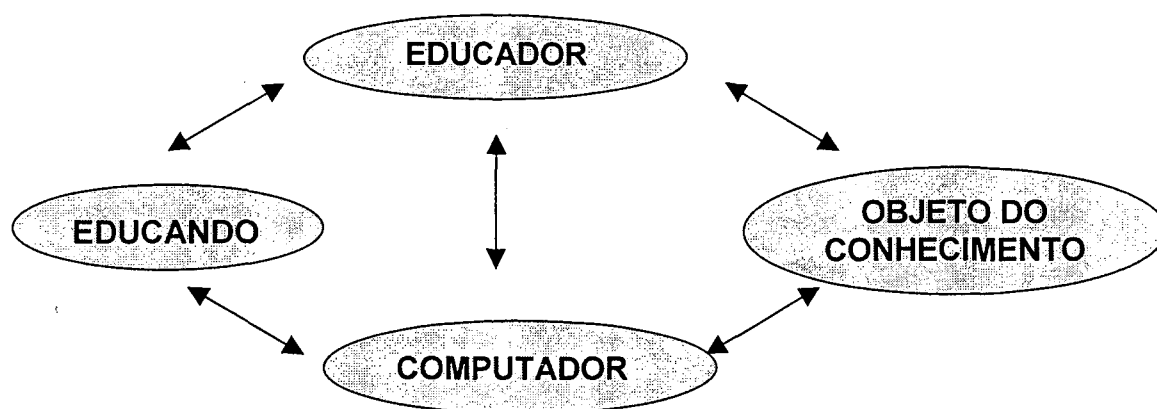


Figura 18

Fonte: Weiss e Abreu, 2000.

O computador pode proporcionar um ambiente de aprendizagem, ao mesmo tempo individual e coletivo, em que a possibilidade de exploração e construção cognitiva podem ajudar a desenvolver diferentes saberes. Com o uso do computador, o educando percebe que o erro toma feição diferente. O erro, nesse momento, pode abrir novos caminhos e revelar uma descoberta dentro de determinada proposta. Por outro lado, o erro pode ser detectado pelo próprio educando sem o temor da censura do educador. Existe a possibilidade de refazer o caminho, rapidamente, sem inutilizar ou recomeçar o mesmo trabalho (Weiss e Abreu, 2000).

O computador é um instrumento de maior domínio por parte das crianças e adolescentes, que não têm medo de desvendar seus mistérios e usá-lo como um aliado para diversão. É um instrumento que amedronta muitos adultos que não têm o domínio do saber relativo ao mesmo e, por isso, têm uma relação de distância e inferioridade com este objeto. A ordem social relativa ao saber é subvertida. A criança e o adolescente possuem o saber, o adulto é o que não sabe. A criança e o adolescente ficam no poder e impõem suas regras aos

adultos, que correm atrás do conhecimento sobre este objeto “ameaçador” e de difícil aprendizagem (Weiss e Abreu, 2000).

O fato de poder dominar o computador, com todo significado e valor intrínseco a esta atividade, pode desenvolver no sujeito sua auto-estima, melhorar o autoconceito a partir da noção do valor que “o outro” atribuía a ele pelo respeito ao seu saber e pela surpresa diante da descoberta de suas potencialidades e produção. Muitas vezes, a família do aluno, por meio do conhecimento de suas atividades na escola com o computador, começa a valorizar e a ressignificar o sujeito no grupo familiar. O computador deve ser um instrumento pedagógico à disposição da construção de conhecimento, tanto para os educandos quanto para os professores. Como todo instrumento pedagógico, deve ser assimilado à prática educativa. Mas o que será que torna tão difícil esta simples transferência de aprendizagem pelos professores em geral? O professor se defronta com seus próprios erros e limites diante de uma nova aprendizagem. Esta situação, independentemente da linha pedagógica adotada, é uma verdade. Estamos diante da oportunidade de discutirmos com os professores “a aprendizagem”, como ocorre e se desenvolve, a partir de suas próprias vivências, levando-os a entender melhor o aluno e seus processos de aprendizagem (Weiss e Abreu, 2000).

As mudanças organizacionais, tecnológicas, econômicas, culturais e sociais obrigam, por conseguinte, que a educação também transforme o modo de pensar e aprender o mundo. O novo paradigma traz consigo toda a evolução tecnológica e tem um mundo em que a economia é baseada na informação (Zandomeneghi, Schneider e Lincho, 2000).

Ramos (1996) destaca igualmente a necessidade de reformulação do paradigma atual da educação, afirmando que “nesta perspectiva, o computador passa a ser um agente fundamental para o aumento do potencial cognitivo das pessoas, não apenas do ponto de vista da aquisição do conhecimento (conteúdo), mas também do ponto de vista da construção de novas e poderosas estruturas cognitivas (forma). [...] Com a incorporação da tecnologia ao processo educativo,

tem-se concretamente a oportunidade de se implementar um novo paradigma pedagógico”. Objetivando às possibilidades deste novo paradigma educacional, ressaltamos as novas situações de aprendizagem que podem ser vivenciadas, isto é, os aprendizes passarem a ser atores no seu processo de aprendizagem, a existência de um aprendizado de autonomia e cooperação, a habilidade de lidar com sistemas simbólicos e formais sofisticados, a promoção da inteligência e dos processos meta-reflexivos e a viabilização da interferência nas relações de poder existentes.

A informatização da educação é irreversível. Ramos (1996) ressalta que *“no início da década de 80 havia o medo de que esta tecnologia poderia produzir a massificação do ensino (eliminação da figura do professor), ou que em idades muito tenras pudesse levar à aceleração indevida dos estágios de desenvolvimento cognitivo, com conseqüências graves e desconhecidas. [...] Hoje este discurso já está ultrapassado, pois a debilidade de todos estes argumentos já foi largamente demonstrada.”* Desta forma, cabe a cada um debater constantemente a implantação de políticas, estratégias e formas de implementação da informática educacional, para o desenvolvimento e disseminação de propostas utilizando os meios eletrônicos de informação e os meios de comunicação. É necessário refletir para que a tecnologia possa de fato contribuir para a formação de indivíduos competentes, críticos, conscientes e preparados para a realidade em que vivem (Zandomenighi, Schneider e Lincho, 2000).

4.5 NOVAS TECNOLOGIAS NA EDUCAÇÃO

Estudos demonstram que a utilização das novas tecnologias de informação e comunicação (NTICs) como ferramenta traz uma enorme contribuição para a prática escolar em qualquer nível de ensino. Essa utilização apresenta múltiplas possibilidades que se realizarão segundo uma determinada concepção de educação que perpassa qualquer atividade escolar (Vieira, 2000).

Para Loing (1998), a introdução das NTICs na educação deve ser acompanhada de uma reflexão sobre a necessidade de uma mudança na concepção de aprendizagem vigente na maioria das escolas atualmente.

Segundo Litto (1996), o atual sistema educacional é um espelho do sistema industrial de massa, onde os educandos passam de uma série a outra, numa seqüência de matérias padronizadas como se fosse uma linha de montagem industrial. Os conhecimentos acumulados são despejados em suas cabeças; educandos com maior capacidade para absorção de fatos e comportamento submisso são colocados em uma trilha mais veloz, enquanto outros são colocados na trilha de velocidade mediana. "*Produtos defeituosos*" são tirados da linha de montagem e devolvidos para "*conserto*".

Estamos vivendo em uma era de transformações, uma era de interdependência global com a internacionalização da economia e a super valorização da comunicação e informação. Organizações da sociedade industrial estruturadas para desempenhar tarefas de natureza hierárquicas de comando e controle estão sendo substituídas, devido à competitividade e à complexidade, pela formação de grupos em torno de projetos específicos. Comando e controle dão lugar à aprendizagem e resposta, numa tentativa, por parte de cada organização, de ser a primeira a chegar no mercado com produto ou serviço de boa qualidade. O ambiente apropriado para a realização desse tipo de trabalho tem sido o que privilegia reuniões presenciais de grupos, mas também fornece acesso instantâneo à Internet e aos discos e disquetes contendo respostas para permitir as tomadas de decisões do grupo. Comprovando assim que o ambiente de aprendizagem ou trabalho determina, em parte, a natureza do produto (Vieira, 2000).

Com a revolução tecnológica e científica, a sociedade mudou muito nas últimas décadas. Assim, a educação não tem somente que se adaptar às novas necessidades dessa sociedade do conhecimento como, principalmente, tem que assumir um papel de ponta nesse processo. Os recursos tecnológicos de comunicação e informação têm se desenvolvido e se diversificado rapidamente.

Eles estão presentes na vida cotidiana de todos os cidadãos, que não podem ser ignorados ou desprezados. Embora seja possível ensinar e aprender sem eles, as escolas têm investido cada vez mais nas NTICs. Pela enorme influência que essas NTICs, especialmente a computação, têm exercido atualmente na educação é que torna-se necessária uma reflexão sobre a concepção de aprendizagem que deverá perpassar a utilização dessa tecnologia na prática educativa (Vieira, 2000).

A interação educando-computador precisa ser mediada por um profissional — agente de aprendizagem — que tenha conhecimento do significado do processo de aprender por intermédio da construção de conhecimento, para que ele possa entender as idéias do aprendiz e saiba como atuar no processo de construção do conhecimento, de modo a auxiliá-lo nesse processo (Vieira, 2000).

O uso das NTICs na educação deve ter como objetivo mediar a construção do processo de conceituação dos educandos, buscando a promoção da aprendizagem e desenvolvendo habilidades importantes para que ele participe da sociedade do conhecimento e não simplesmente facilitando o seu processo de ensino e de aprendizagem (Vieira, 2000).

Para que as NTICs promovam as mudanças esperadas no processo educativo, devem ser usadas não como máquinas para ensinar ou aprender, mas como ferramentas pedagógicas para criar um ambiente interativo que proporcione ao aprendiz, diante de uma situação-problema, investigar, levantar hipóteses, testá-las e refinar suas idéias iniciais, construindo assim seu próprio conhecimento.

A utilização das NTICs na educação não garantirá por si só a aprendizagem dos educandos, pois as mesmas são instrumentos de ensino que podem e devem estar a serviço do processo de construção e apropriação do conhecimento dos aprendizes. A introdução desses recursos na educação deve ser acompanhada de uma sólida formação dos professores para que eles possam utilizá-las de uma forma responsável e com potencialidades pedagógicas verdadeiras, não sendo utilizadas como máquinas divertidas e agradáveis para passar o tempo (Vieira, 2000).

5. HIPERMÍDIA NA EDUCAÇÃO

5.1 INTRODUÇÃO

A velocidade de produção do conhecimento e a quantidade de informações no mundo de hoje impõem novas tendências para a vida em sociedade, pois é necessário que a humanidade aprenda a conviver com a provisoriedade, com as incertezas, com o imprevisto e com a novidade. Para isto, é necessário desenvolver a capacidade de aprender continuamente, ou seja, a capacidade de analisar, refletir, tomar consciência do que se sabe, transformar o conhecimento, processar novas informações e, a partir daí, produzir novos conhecimentos, contribuindo para a formação de um indivíduo ativo, e ao mesmo tempo, um agente criador de novas formas e habilidades. O ambiente de modernização tecnológica e de novas conquistas científicas no setor produtivo tem provocado, no âmbito das instituições públicas e privadas, a necessidade de recursos humanos com maiores conhecimentos e habilidades, para atuar dentro dos novos processos organizacionais e para compreender e operar tecnologias com alta agregação de informática.

Segundo Moraes (1997), o sistema educacional convencional pôde modificar-se significativamente com as novas tecnologias. As pessoas trocam informações e participam de projetos e pesquisas em conjunto, e a possibilidade de integração de várias mídias, viabilizando o acesso no horário que o usuário dispõe, já é uma realidade. A indústria eletrônica e o desenvolvimento das telecomunicações têm favorecido todo esse quadro, e o mundo está ficando cada vez mais interativo, tornando-se grande e ao mesmo tempo pequeno, mediante o uso de voz, dados, imagens e textos.

Para participar deste novo cenário, há a necessidade de se lançar mão das novas tecnologias, dentre as quais podemos encontrar, como uma das principais, a hipermídia. Esta nova sistemática pode, e deve, ser utilizada com a

possibilidade de alternativas modernas e complementares, dentro do processo de ensino-aprendizagem.

Os avanços tecnológicos têm auxiliado na popularização dos computadores em várias áreas do conhecimento humano. Em ambientes educacionais, o computador tem potencial para ser uma ferramenta altamente eficaz. Nenhuma outra recente inovação na educação tem sido tão questionável quanto a dos computadores em sala de aula. Quando utilizados com racionalidade podem desempenhar um papel valioso no processo educacional, estimulando o interesse do educando, resolvendo problemas ou realizando simulações. Por outro lado, quando utilizados sem muitos critérios podem não só produzir efeitos indesejáveis, como também consumir recursos expressivos.

Uma das tecnologias de interesse pesquisada com finalidades educacionais é a dos sistemas hipertexto ou hipermídia. Estes sistemas têm surgido como uma nova classe para o gerenciamento de informações, pois permitem criar, anotar, unir e compartilhar informações a partir de uma variedade de meios (como texto, gráfico, som, vídeo e animação), proporcionando o acesso às informações de uma forma não seqüencial e utilizando métodos inteiramente novos, ao contrário dos sistemas de informações tradicionais, que são seqüenciais por natureza.

5.2 O SURGIMENTO DA HIPERMÍDIA

A hipermídia, que foi inicialmente concebida como uma ferramenta para a recuperação de informações, atualmente tem sido considerada como uma ferramenta para a aprendizagem (Parkes, 1994). Esta tecnologia é considerada bastante adequada para aplicações educacionais, principalmente por causa de sua flexibilidade e grande capacidade de exploração de informações relevantes. Esta flexibilidade é refletida no acesso não seqüencial da informação e na transferência de controle do programa para o usuário (Bielawski e Lewand, 1991). Assim, os sistemas hipermídia estão baseados principalmente na suposição de que a interpretação do estudante ou aprendiz é mais importante do que aquela do autor ou especialista (Eklund, 1995).

Bush (1945), em seu artigo "As We May Think", descreveu uma máquina imaginária para o armazenamento e a manipulação de informações que ele denominou "MEMEX". Esta descrição é constantemente vista e citada como a precursora de grandes desenvolvimentos nas áreas de computação, recuperação de informação e hipertexto (Buckland, 1992). O sistema MEMEX foi idealizado como uma ferramenta de acesso à grande quantidade de informações armazenadas em microfilmes. Este sistema propunha uma máquina que utilizasse microfilme e fotocélulas para armazenar dados, capacitando o usuário a criar trilhas de informação, ou sejam, ligações à textos e ilustrações correlacionados. Foi o primeiro sistema a descrever o uso de máquinas para armazenar conexões entre trechos de informações. A máquina possibilitaria armazenar, recuperar e ler livremente através de dados inter-relacionados. Já nesta época, Bush argumentava sobre a necessidade de um mecanismo para auxiliar a manipulação da crescente quantidade de informações disponíveis no mundo. Ele visualizou o conceito, embora jamais tenha criado o mecanismo para concretizá-lo.

Posteriormente, nos anos 60, Engelbart (1963), influenciado pelo trabalho de Bush com relação aos conceitos de ligações associativas e "browsing", pesquisou a convergência destes conceitos, com o objetivo de utilizar computadores para aumentar o intelecto humano. Isto pode ser constatado hoje através de suas próprias palavras: "(...) eu me tornei motivado (comprometido) em 1951 a aumentar a capacidade da humanidade em lidar com seus problemas prementes (...) visualizei pessoas colaborando interativamente sobre dispositivos visuais conectados a um complexo computador. Eu não sou orientado numericamente, minha visão sempre facilitou o pensamento discursivo e a colaboração (...)" (Engelbart, 1995).

A partir de suas idéias originais, como parte do projeto Augment, Engelbart desenvolveu o Sistema On-line, que inicialmente serviu para o armazenamento de memorandos, notas de pesquisas e documentação que podiam ser inter-

relacionados. Posteriormente, ele demonstrou o Sistema On-line como um sistema de cooperação entre pessoas dispersas geograficamente.

Nelson (1965) foi o responsável por criar o termo "*hipertexto*" ao referir-se aos conceitos e técnicas para suportar escrita não seqüencial auxiliada por computador. Nelson teve uma grande visão sobre o impacto que a tecnologia do hipertexto produziria na sociedade futura através de uma rede "*on-line*" capaz de armazenar todo o conhecimento literário do mundo. Por volta de 1967, Nelson traduziu suas idéias em um projeto denominado Xanadu, que tornou-se, talvez, o mais conhecido sistema hipertexto. Este sistema seria um ambiente de publicações em constante expansão e que milhões de pessoas poderiam utilizar, interagindo e interconectando documentos eletrônicos relacionados e outras formas de hipermídia como filmes, sons e gráficos (Fiderio, 1988). O projeto de um servidor de rede universal para o Xanadu foi descrito em várias edições de seu livro "*Literary Machines*" (Nelson, 1993). De alguma forma as previsões de Nelson tornam-se realidade nos dias de hoje, pois à medida que a popularidade da Internet aumenta, as pessoas tornam-se mais cientes do seu potencial, vislumbrando um subconjunto das funcionalidades da hipermídia.

5.3 FUNDAMENTOS DE HIPERTEXTO

Como o próprio nome sugere, originalmente os sistemas de hipertexto estavam baseados na apresentação textual das informações aos usuários. A característica marcante destes sistemas é a apresentação da informação de forma não linear, deixando os usuários seguirem caminhos definidos através de uma grande coleção de informação textual. Por "não linear", subentende-se o movimento ou salto de um ponto do programa para outro, baseado nas necessidades dos usuários.

Hipertexto tem sido definido como "*uma abordagem para o gerenciamento de informação no qual os dados são armazenados em uma rede de nós conectados por ligações. Os nós podem conter texto, gráficos, som, vídeo, assim como código fonte ou outras formas de dados*" (Smith e Weiss, 1988).

Fiderio (1988), define hipertexto em dois níveis. No nível básico, é um gerenciador de banco de dados que permite a conexão de telas de informação usando ligações associativas. No nível mais sofisticado, hipertexto é um ambiente de software para trabalho cooperativo, comunicação, representação e aquisição de conhecimento.

O conceito de texto "*não linear*" ultrapassa a noção tradicional de arquivos e abre novas e interessantes possibilidades. A informação textual nos meios físicos tradicionais (livros, manuais, documentos, etc.) é sempre organizada de maneira linear, ou seja, é inerentemente seqüencial e hierárquica.

O livro tem sido tradicionalmente o principal meio de armazenamento do conhecimento. As informações são geralmente ordenadas em páginas seqüenciais para serem lidas de modo linear. Ao contrário dos livros, os sistemas hipermídia podem representar uma coleção de arquivos interconectados em uma rede. Os usuários são livres para progredir, ou navegar, através do conhecimento do sistema, utilizando vários caminhos distintos e não seqüenciais, cujas ligações foram de alguma maneira estabelecidas pelo projetista.

Atualmente há um entusiasmo crescente em converter todo material impresso para a forma de hipertexto. Embora algumas vezes esta possa não ser a atitude mais correta. Livros como enciclopédias, dicionários e manuais de treinamento são bastante adequados para esta conversão. Estes materiais de referência não são utilizados da mesma maneira como outros livros em geral. Eles apresentam grande quantidade de referências cruzadas e são utilizados de maneira não linear. Os leitores seguem várias sugestões estruturais como conteúdo, índice por assunto, palavra chave, autor, número de página, seção, etc.

Algumas limitações impostas às versões impressas destes livros de referência são: a quantidade de informações que pode ser armazenada é limitada se comparada às formas de armazenamento eletrônico; a atualização periódica de materiais impressos é dificultosa; a pesquisa é predominantemente léxica; embora as tabelas de conteúdo e os índices proporcionem uma certa facilidade

para se alcançar os tópicos desejados, a pesquisa em grandes volumes de material impresso torna-se difícil; as informações não podem ser dinamicamente rearranjadas para adequar às necessidades individuais dos vários tipos de usuários (Chaiben, 1999).

Por outro lado, a estruturação da informação enciclopédica no formato de hipertexto traz algumas vantagens, por exemplo: a forma do hipertexto proporcionar uma excelente capacidade de recuperação de informações através da interface gráfica com o usuário. Os meios de armazenamento eletrônico suportam grande quantidade de informações. A forma de hipertexto pode proporcionar uma melhor distinção visual e uma navegação mais rápida em grandes bases de informação. Um mecanismo pode ser empregado para uma formatação dinâmica das informações de acordo com especificações dos usuários.

Os resultados de pesquisas, como análise estatística dos nós visitados ou caminhos percorridos pelo usuário, podem ser salvos para futuras utilizações.

Além da conversão automática do texto para hipertexto baseada em características estruturais, os pesquisadores têm tentado construir ligações automáticas, baseados em análises léxicas e semânticas do texto. Há também algumas pesquisas em sentido contrário, ou seja, o processo de linearização de documentos hipertexto para propósitos principalmente de impressão.

5.3.1 Os Nós e Links

Um sistema hipertexto é constituído de nós e links. Os dados são organizados como segmentos separados, embora inter-relacionados, de informações. Uma parte do sistema hipertexto é um conjunto de links associativos que conectam os nós em uma rede principal. Assim, um documento hipertexto é uma rede destes nós, conectados pelos links (Chaiben, 1999). Um nó usualmente representa um único conceito ou idéia contido em uma ou mais telas de informação.

Portanto, em uma rede hipertexto, os nós estão conectados uns aos outros através dos links. O "nó origem" é chamado de referência e o "nó destino" é

chamado de referente. São também freqüentemente chamados de âncoras. O conteúdo de cada nó é exibido pela ativação dos links, que podem ser bidirecionais, e portanto, facilitar o processo da busca de informação (Chaiben, 1999).

Esta estrutura “*nó-link*” na base de conhecimento hipertexto, permite ao usuário percorrer um espaço de informação utilizando as chamadas ferramentas de navegação. Uma maneira de amenizar o problema dos usuários que se sentem “*perdidos no espaço*” é através da previsão de uma variedade destas ferramentas. Assim, a seqüência a ser seguida fica sempre à critério do usuário, constituindo-se em uma característica predominante na estruturação de materiais baseados em hipertexto. Apesar da essência deste modelo serem as ligações suportadas por máquina, os nós contribuem significativamente para a definição das operações que um sistema hipermídia pode desempenhar.

5.3.2 Características do Ambiente Hipermídia

A hipermídia pode ser vista como uma tecnologia para o gerenciamento de informações que une textos, gráficos, sons e outros meios, de maneira associativa, permitindo que os usuários naveguem livremente pela base de informação. Conklin (1987) afirma que um ambiente hipertexto é basicamente a união de três características :

1. um sistema hipertexto tem um componente de banco de dados. Objetos em uma tela de informação estão associados com objetos armazenados em um banco de dados. As conexões entre estes objetos podem não ser definidas apenas graficamente, mas também como ponteiros em uma base de dados. Portanto, os sistemas hipertexto proporcionam uma nova e direta maneira de acesso aos dados.
2. um sistema hipertexto é um esquema de representação, no qual a informação textual informal é misturada com os processos e operações mais formais e mecanizados. Para ser qualificado como “hipertexto”, o sistema deve proporcionar intenso suporte eletrônico para suas inter-relações.

3.º um sistema hipertexto deve apresentar um componente de interface com o usuário. Em geral, os sistemas hipertextos fazem uso extensivo de janelas cujas características representam uma correspondência “*um-para-um*” com os nós na base de dados. Uma interface gráfica, com o auxílio de “*browsers*” e diagramas, auxiliam o usuário a navegar através de uma grande quantidade de informação, ativando as ligações e acessando o conteúdo dos nós.

Portanto, o ambiente hipermídia oferece novas possibilidades de acesso às grandes e complexas fontes de informações. Um documento linear pode ser lido somente na ordem em que foi composto. A vantagem essencial do documento não linear é a capacidade de organizar objetos de diversas maneiras, dependendo das diferentes visões e demandas. O modelo hipermídia incentiva o autor a criar referências e modularizar suas idéias, embora ele seja obrigado a tomar decisões difíceis sobre qual a melhor maneira de particionar adequadamente as informações.

Conklin (1987) também aponta uma lista de vantagens em um modelo hipermídia:

- facilidade de seguir as ligações - A interface com o usuário é uma das características marcantes num sistema hipermídia. O ambiente gráfico proporciona facilidades de navegação em grandes espaços de informação;
- facilidade de criar novas referências - O usuário pode simplesmente fazer comentários ou anotações em um documento, enquanto as demais referências continuam inalteradas;
- estruturação da informação - Tanto as organizações hierárquicas como não hierárquicas, podem ser aplicadas sobre informações não estruturadas. Até mesmo hierarquias múltiplas podem organizar o mesmo material;
- customização de documentos - Os segmentos podem ser estruturados de várias maneiras permitindo que o mesmo documento sirva para múltiplas funções;

- modularidade da informação - Uma vez que partes do mesmo documento podem ser referenciadas de vários lugares, as idéias podem ser expressas com pouca sobreposição ou duplicação;
- consistência da informação - As referências estão embutidas no documento e mesmo que este seja movido pelo autor, as informações das ligações continuam dando acesso direto àquelas referências;
- colaboração - Vários autores podem cooperar na criação de um mesmo documento ou simplesmente adicionar e compartilhar comentários.

Os dois problemas clássicos freqüentemente citados na literatura de sistemas hipertexto ou hiperímídia, com relação à sua utilização, são:

1º. desorientação - Este é o problema de sentir-se "perdido no hiperespaço", ou seja, o usuário não se sente seguro de onde ele está em relação à outras partes da rede, ou não é capaz de encontrar alguma informação que tinha certeza que estava em algum lugar no sistema. Esta tendência aumenta consideravelmente com o tamanho e a complexidade do hipertexto. Um importante ramo da pesquisa atual em hipertexto concentra-se na tentativa de desenvolver ferramentas cada vez mais poderosas para a visualização de estruturas. Ao usuário precisa ser dado um determinado nível de complexidade que seja compatível com os limites da sua cognição visual, e a capacidade de mudar a visão ou suprimir detalhes durante o processo de navegação. Muitas estruturas conceituais podem ser eficazmente representadas pela exposição gráfica, e o problema da desorientação pode ser corrigido através de algum tipo de mapa (Chaiben, 1999).

2º. sobrecarga cognitiva - A necessidade de acompanhar as ligações acarreta uma carga cognitiva adicional podendo significar que alguma capacidade de processamento de informação é desviada para a tarefa de tomada de decisão (que não deixa de ser a essência do trabalho com hipertexto). De outro modo, esta capacidade poderia ser concentrada no material

sendo pesquisado ou estudado. Esta sobrecarga está presente até mesmo no processo de leitura de um documento hipertexto (Chaiben, 1999).

Segundo Balasubramanian (1994), idealmente o usuário de um sistema hipertexto deve ser capaz de ter livre acesso às partes do sistema de acordo com suas necessidades, sem ficar perdido espacial ou cognitivamente. A facilidade de navegação através do banco de dados hipertexto deve ser pelo menos tão rica quanto aquela disponível nos livros tradicionais. Além disso, por causa de sua característica de simular a capacidade humana quanto à organização e recuperação de informações através de ligações referenciais, esta tecnologia é capaz de proporcionar uma forma de rede relacional orientada por objetos que pode estender a representação do conhecimento dentro de uma aplicação de sistemas inteligentes. Desta forma, a hipermídia pode ser utilizada para dar suporte para a resolução de problemas, colocando o usuário frente a uma representação manipulável do espaço (Parkes, 1994).

5.4 USANDO A HIPERMÍDIA PARA ATENDER AOS EDUCANDOS

Grande parte da discussão sobre o impacto potencial da hipermídia tem se focalizado nas maneiras pelas quais tais sistemas podem ser introduzidos em nossa sociedade. Aplicações atuais tendem a focalizar-se na apresentação da informação. Alguns enfrentam os desafios de representar as informações em um sistema de armazenamento e de recuperação. Os desenvolvimentistas estão propondo uma próxima geração de hipermídia, que terá como alvo a construção do conhecimento.

Podemos observar o poder das aplicações da hipermídia através das três formas diretamente relacionadas aos seus usos como instrumentos de apresentação, representação e construção. (Collier, 1987).

5.4.1 A Hipermídia Como Um Sistema de Apresentação

Como um sistema de apresentação, a habilidade das aplicações da hipermídia para exibir a informação numa estrutura multimídia é enfatizada. De fato muito

do estímulo dos sistemas de hipermídia, tais como HyperCard e SuperCard, tendem a focalizar mais os aspectos da multimídia do que os atributos não-lineares críticos a qualquer aplicação da hipermídia.

Esta ênfase na hipermídia como um sistema de apresentação é exemplificada na discussão de Oren (1987), postulando que os projetistas das aplicações da hipermídia deveriam focalizar a construção de um caminho mais útil para os usuários prosseguirem através da informação, numa estrutura particular de dados. Sua posição é que o projeto hipermídia deveria antecipar as necessidades do aprendiz e apresentar a informação adequadamente.

Contudo, as aplicações melhoradas da hipermídia como veículos para capturar, estruturar e apresentar a informação, não serão necessariamente usadas no seu potencial mais completo, como sistemas de representação do conhecimento. Para que isto ocorra, o processo representativo dentro da hipermídia necessitará se tornar mais formal (Palumbo, 1994).

Para facilitarmos o movimento dos sistemas de hipermídia, dos sistemas de apresentação para os sistemas de representação, mais atenção devemos colocar nos processos básicos exigidos pela representação do conhecimento humano. Não é suficiente apresentarmos a informação numa tela de computador e supormos que ela será transferida com exatidão, adequada e completamente para a base de conhecimento do aprendiz. Mesmo modelos múltiplos de apresentação (um tema atual dos proponentes da hipermídia) não asseguram tal transferência. Como nos sistemas de hipermídia, movemo-nos da apresentação à representação do conhecimento, o assunto de transferência de conhecimento se torna algo essencial.

5.4.2 A Hipermídia Como Representação do Conhecimento

Como uma arquitetura representativa, muito é feito da semelhança da hipermídia aos modelos atuais de memória a longo termo. De fato, a definição de representação como a capacidade de pintar na mente uma idéia ou uma imagem leva a tais paralelos. Uma terminologia comum também promove esta relação;

pontos centrais (nós) e conexões (links) são a metáfora tanto para os modelos de memória, como para os conjuntos semânticos na hipermídia (Palumbo, 1994).

No campo da ciência cognitiva temos nos desdobrado para reconciliar os conceitos de representação de conhecimento psicológico, lingüístico e das ciências da computação e promovermos uma abordagem mais multidisciplinar para estudar esta importante área.

Enquanto um dos aspectos freqüentemente solicitados da hipermídia é sua habilidade para apoiar as propriedades emergentes do processo de representação, os pesquisadores estão começando a entender que os sistemas atuais da hipermídia deixaram de desenvolver completamente esta habilidade. Uma investigação específica dos aspectos fundamentais dos pontos centrais e das conexões são necessárias se a hipermídia quiser se tornar um sistema sofisticado de representação de conhecimento (Palumbo, 1994).

Como os sistemas de hipermídia mudam de simples apresentadores para veículos representativos de conhecimento mais sofisticado, o uso de conexões é também uma questão crítica. O peso semântico de um sistema de hipermídia precisa ser igualmente distribuído entre seus pontos principais e links, já que nenhuma entidade é capaz de transmitir o significado associativo completo em isolamento.

Enquanto muito do peso semântico foi colocado nos pontos principais nas primeiras redes de trabalho da hipermídia, as implementações estão movendo deste encargo para os links/conexões. A possibilidade de tornarmos "valiosa" a propriedade de uma conexão seria benéfica no desenvolvimento mais completo de sistemas de representação de conhecimento na hipermídia. Observamos que declarar simplesmente que um ponto principal "maçã" está associado com um ponto principal "fruta" não transmite tanta informação quanto se fosse declarado que a "maçã" é um exemplo de "fruta". Contudo, se tipos de conexões são usados para muitos propósitos semanticamente ortogonais, a execução de uma

tarefa representativa ou a interpretação de resultados de uma análise pode tornar-se confusa (Palumbo, 1994).

Uma direção futura da hipermídia é desenvolvermos sistemas que sejam capazes de captar as representações de conhecimento por meio de algum tipo de estrutura concreta, que poderíamos reaplicar a outras bases de conhecimento. Tais sistemas poderiam ser paralelos à metacognição humana, que poderiam começar a enviar associação generalizada que poderia então, ser aplicada a novas informações. Com a incorporação dos componentes da inteligência artificial, poderíamos através de tais sistemas, auto-gerar conexões associativas significantes entre os pontos principais, bem como designar os "valores" apropriados.

5.4.3 A Hipermídia Como Construção de Conhecimento

Uma importante afirmação dos proponentes da hipermídia é que estes sistemas serão eficientes como um meio de ensino: Os usuários podem acessar uma base de conhecimento amplo e procurar informações que vão ao encontro de suas necessidades particulares, em termos de seu conhecimento anterior e de seu estilo preferido de aprender. O desenvolvimento de sistemas para atingir estes fins parece ser possível. Contudo, simplesmente fornecer um sistema de apresentação avançado, ou mesmo um armazenamento de informação mais elaborado e um sistema de recuperação que se iguale à maneira pela qual o cérebro humano representa o conhecimento não garante que ocorra uma aprendizagem mais eficiente (Locatis, Letourneau & Banyard, 1989).

Para isto necessita-se de um ambiente mais "*construtivista*" onde o usuário não somente passe os olhos pela base de informação, mas também tenha a oportunidade de construir pontos principais adicionais e conexões mais promissoras para promover a aprendizagem.

Um ponto importante para tais ambientes seria o nível de interatividade promovido pelo sistema. Enquanto um sistema que fornece ao usuário a escolha de direções, em termos de apresentação de informação promove algum nível de

controle do usuário, e portanto, interatividade, tal interação é focalizada num nível básico. Por outro lado, um sistema que também desafia o usuário a ativamente unir as informações a outros pontos principais, para acrescentar informação adicional, e mesmo questionar e/ou estender as relações definidas pelo programador da hipermídia, fornece um nível superior de interatividade. Muitos sistemas de hipermídia apoiam tais ambientes, contudo pouco tem sido feito para promover esta óbvia vantagem.

Raskin (1987) lamenta que a hipermídia tenha sido anunciada principalmente com observações pouco críticas. Enquanto ele afirma que as implementações da hipermídia são dignas de serem seguidas, ele fortemente adverte que elas podem deixar de atingir as expectativas prometidas atualmente. Focalizamos sua crítica principalmente nas limitações tecnológicas de projetos de interface para o usuário. Porém esta linha de argumento também conduz às mais desencorajantes preocupações, nas quais o desenvolvimento das atuais direções da hipermídia pode focalizar muito intensamente as características de apresentação e as habilidades necessárias de armazenamento para sistemas de representação sofisticados. Ao invés, para atingirmos o potencial total dos sistemas de hipermídia, os estudiosos deveriam ter como objetivo habilitar os usuários a construírem ativamente informações através de conexões digitadas. A pesquisa desenvolvimentista da criação destes sistemas construtivos deveria ser mais fortemente fundamentada na literatura psicológica sobre aprendizado e transferência do que nos fatores humanos e na comunidade do projeto tecnológico.

Tais pesquisas precisam ser focalizadas em questões críticas de construção de conhecimento e de transferência de conhecimento. O grau de excelência do controle centrado no usuário, também precisa ser atingido, já que os ambientes puramente de descoberta não tendem a produzir construção de conhecimento efetivo ou eficiente ou transferência para outros domínios. A construção dos sistemas de hipermídia que apóiam a construção de ambientes metacognitivos e de solução de problemas também merece atenção considerável.

Uma questão importante na emergência da hipermídia é a habilidade destes sistemas promoverem o aprendizado de uma maneira efetiva e eficiente. O termo HAI (Instrução Assistida por Hipermídia) foi proposto para descrevermos o uso de tais sistemas (Heller,1990). Para estender a hipermídia além dos usos tradicionais do computador nos locais de instrução (exercício e prática, tutoriais, simulações), Heller acredita que os sistemas de hipermídia atuais devem ser aumentados. Contudo, as questões que ela aborda, focalizam-se mais na apresentação e nas preocupações de interface do que em permitirmos ao usuário construir conhecimento a partir do ambiente da hipermídia. Para criarmos ambientes eficientes de aprendizagem na hipermídia, o foco de tais sistemas precisa incluir características de ambientes efetivos de aprendizagem, bem como implementações de tecnologia de computador.

5.5 HIPERMÍDIA EM AMBIENTES BASEADOS NA APRENDIZAGEM

INDIVIDUALIZADA

A habilidade para individualizar o acesso à informação para acomodar a diversidade de possíveis usuários tem tradicionalmente sido uma força na tecnologia de instrução. Como nossa sociedade continua a se desenvolver na direção de um mundo tecnológico, criar modelos de instrução individual, planejados para as necessidades de um "típico" aprendiz é grandemente ineficiente; nenhuma maioria cultural ou étnica domina a população usuária. Tecnologias que possam individualizar para as múltiplas diferenças inerentes ao mercado global são necessárias.

A tradicional instrução assistida por computador (CAI) é limitada e pode realisticamente acomodar as diferenças, numa proporção na qual os usuários progredem através da base de informação. Abordagens mais sofisticadas do que o CAI para individualizar os instrumentos educacionais são necessárias. Os proponentes da hipermídia acreditam que seus sistemas, se usados para a construção de conhecimento, poderiam preencher a necessidade de adaptar

ambientes de aprendizagem para a demanda em desenvolvimento, de uma sociedade global de informação.

5.5.1 A Hipermídia e os Estilos de Aprendizagem

A pesquisa apóia a declaração de que influências culturais têm um efeito nos estilos de aprendizagem cognitivos exibidos pelos indivíduos. (Ramirez & Price-Williams, 1974; Witkin, 1967). A experiência cultural dos educandos pode produzir diferenças, tanto nas habilidades cognitivas, como no desempenho intelectual. Crianças de diferentes grupos exibem variações significativas tanto nas percepções sensoriais como nas cognitivas.

Cohen (1969) identificou dois estilos básicos de aprendizagem: o analítico e o relacional. Aqueles que aprendem em um estilo analítico visualizam a informação como limitada, objetiva e isolada (em vez de intrínseca em algum contexto). Já os que exibem um estilo de aprendizagem relacional, ao contrário dos anteriores, vêem a informação embutida em um ambiente maior e inerentemente ilimitado e subjetivo. Kirby (1979) indica que, para aplicar os estilos de aprendizagem cognitivos de todos os estudantes, os ambientes de informação devem ser estruturados bicognitivamente.

Um aspecto crucial, e às vezes negligenciado, da transferência de informação efetiva é verificar e ajustar os estilos de aprendizagem dos usuários. (Ausubel, 1968). A pesquisa sugere que os educandos que eram ensinados através de seus métodos preferidos, se saíam melhor, eram mais interessados na matéria, gostavam do modo como esta era ensinada, e queriam outras situações instrucionais semelhantes. (Smith & Rezulli, 1984).

Combinando o estilo da apresentação da informação com o estilo de aprendizagem desejado pelo educando, aumentam os resultados cognitivos e o encorajamento dos educandos a se tornarem mais envolvidos no processo de aprendizagem.

5.6 A HIPERMÍDIA COMO UM AMBIENTE INSTRUCIONAL FLEXÍVEL

Os sistemas baseados na Hipermídia permitem ao usuário redefinirem tanto a estrutura como o conteúdo do material a ser aprendido. Quando comparada às formas tradicionais de apresentação da informação, esta habilidade altera as pressões e as oportunidades para a transmissão da informação. O poder de tal ferramenta pode ser considerado tanto sutil como diferencial, contudo precisamos aproveitar este poder para efetivamente desenvolver programas de treinamento que vão ao encontro das exigências da era da informação. (Conklin, 1987).

A hipermídia permite ao estudante determinar a ordem de acesso para qualquer informação na base de conhecimento (Jonassen, 1988).

Os estudantes não devem ficar constrangidos com a estrutura inicial imposta, tanto pelo planejador da base de dados como pelo instrutor. Desde que cada estudante tenha estruturas de conhecimento únicas, baseadas em suas experiências e habilidades, os meios que ele escolher para acessar, interagir e inter-relacionar a informação na base de conhecimento também variarão. Os ambientes de aprendizagem baseados na hipermídia permitem que a base de conhecimento se adapte mais ao estudante do que o estudante se adapte à base do conhecimento.

Para conseguirmos o máximo de realização deste tipo de ambiente, devemos encorajar os estudantes a explorarem as informações, a fazerem relações e conexões associativas, e mesmo alterarem a base de conhecimento como um meio de atingir uma maior compreensão, dadas as suas experiências anteriores e estilo de aprendizagem. A hipermídia oferece o potencial para construir um ambiente que permita estas atividades benéficas (Jonassen, 1992).

Um objetivo importante da hipermídia é fornecer um ambiente de aprendizado que facilita a exploração. Este tipo de aprendizado fornece acesso imediato a amplas coleções de informações. O aspecto mais distinto dos ambientes de aprendizado da hipermídia é sua habilidade, numa estrutura de conexões e

pontos principais, baseada em estruturas semânticas, de retratar uma descrição estrutural exata da base de conhecimento que está representando. A hipermídia oferece avanços a partir de tecnologias disponíveis previamente, desde que esteja fortemente conectada a uma estrutura conceitual cognitiva, contudo, esta estrutura não limita ou pressiona sua possível aplicação.

5.7 O PESO COGNITIVO PARA A ESTRUTURAÇÃO DA HIPERMÍDIA

Segundo Fiderio (1988), "(...) o hipertexto imita a capacidade do cérebro em armazenar e recuperar informações através de ligações referenciais para um acesso rápido e intuitivo (...)". Carlson (1991) afirma que "os aspectos virtuais do hipertexto imitam o cérebro humano particularmente na qualidade associativa da memória. Como uma ferramenta, o hipertexto não molda somente uma realidade externa, mas o interior da mente, proporcionando novas maneiras de "ver" e "sentir" o ambiente de informação.

O hipertexto pode ser visto como uma ferramenta computacional para suportar pensamento e comunicação. O processo de pensamento não constrói novas idéias seqüencialmente. Ao contrário, atua em várias frentes ao mesmo tempo, desenvolvendo e rejeitando idéias em diferentes níveis e cada uma relacionando-se e contribuindo com outras (Chaiben, 1999).

A ciência cognitiva contemporânea tem desenvolvido teorias a respeito da estrutura ou organização do conhecimento na memória humana. Estas teorias e modelos de organização são derivados da neurologia (redes complexas de neurônios, axônios, dendritos, sinápses, transmissores químicos), da psicologia (representações proposicionais, associações de idéias, esquemas), e da inteligência artificial (redes semânticas, regras, "frames", "scripts", cálculo de predicados) (Wagman, 1991).

Muitas destas teorias derivadas da psicologia suportam as idéias de redes de memória associativa de Bush (1945), que tentou desenvolver um sistema de informações que operava associativamente com a mente. Em seu artigo precursor ele afirma: "(...) Ela opera por associação. Com um item em seu poder,

ela aceita instantaneamente o próximo que é sugerido pela associação de pensamentos, de acordo com alguma intrincada teia de trilhas mantidas pelas células do cérebro(...)". Segundo Jonassen (1991), o que Bush estava também discutindo era a teoria da aprendizagem associativa.

As concepções atuais de aprendizagem estão baseadas nos princípios da psicologia cognitiva. De acordo com estas concepções, a aprendizagem é a reorganização das estruturas do conhecimento (Jonassen, 1988). Estas estruturas são uma representação da organização de idéias em nossa memória semântica. As idéias são freqüentemente referidas como esquemas.

Na teoria dos esquemas, a aprendizagem é a acumulação e organização das estruturas do conhecimento. Cada estrutura existe como um objeto, idéia ou evento, e também como um conjunto de atributos que se conectam às outras estruturas de conhecimento. À medida que aprendemos, somamos novas estruturas e conexões, adicionando informações às já existentes ou alterando estas estruturas através de um processo de reestruturação. A reestruturação também envolve o agrupamento de estruturas de conhecimento em procedimentos ou esquemas. Neste contexto o conhecimento existe em uma memória semântica representada por uma rede de conceitos inter-relacionados conhecida como rede semântica.

Portanto, os sistemas hipermídia são particularmente úteis na facilitação da aprendizagem porque as estruturas do hipertexto também refletem um modelo de aprendizagem baseado em esquemas (Jonassen, 1992). Assim, a estrutura do hipertexto pode refletir a rede semântica de um especialista, ou seja, a maneira como um especialista pensa pode ser modelada explicitamente para a estrutura cognitiva do aprendiz (Jonassen, 1991b).

5.8 MAPEAMENTO DE REDES SEMÂNTICAS EM HIPERTEXTO

A noção de redes semânticas não é um subproduto exclusivo das pesquisas computacionais. A idéia é derivada de áreas como ciências cognitivas e

psicologia, para explicar como os padrões de comportamento do raciocínio podem indicar a organização da memória humana (Quillian, 1968).

Uma maneira de descrever o conhecimento humano é através de pequenos trechos de informações conectados, de uma maneira ou de outra, a outros trechos de informações, compondo assim uma rede semântica. Uma rede semântica é composta de nós (fatos ou conceitos) e ligações (relações). Estas ligações não são somente indicadoras de que existe uma conexão entre dois nós relacionados, ao contrário, constituem uma parte intrínseca da formação dos conceitos e idéias (Skråmm, 1994). Assim, neste modelo, podemos descrever o conhecimento como uma rede de nós inter-relacionados.

Uma vez que o hipertexto espelha a tecnologia de rede semântica, é no domínio de resolução de problemas que o hipertexto pode ter seu grande impacto. Os sistemas de hipertexto que modelam de alguma forma um processo mental, proporcionam as condições necessárias para que o aprendiz emule os padrões do especialista ou professor. Portanto, um sistema de hipertexto pode ser construído fundamentado na teoria de que a memória humana representa uma rede semântica em cujos estágios formativos da atividade criativa produz intensas associações. Se estas idéias são aceitas, então a instrução pode ser concebida como um mapeamento do conhecimento do domínio (usualmente aquele possuído pelo professor ou especialista) para a estrutura de conhecimento do aprendiz. Assim, a estrutura do hipertexto pode ser projetada para refletir a estrutura semântica do especialista no assunto. Se a estrutura "nó-link" do hipertexto reflete a estrutura semântica do especialista, então a lógica do especialista pode ser assimilada por um "navegador" novato (Jonassen, 1991). Uma vez que algumas ferramentas de hipertexto têm a capacidade de explicitamente transmitir uma estrutura organizacional de várias maneiras, o hipertexto pode representar o conhecimento de modo significativo para os estudantes (McAleese, 1985).

A maneira mais direta para mapear a estrutura semântica do especialista para a forma de hipertexto é utilizar o mapa semântico como browser gráfico, ou seja,

listas ou mapas gráficos dos nós disponíveis no ambiente hipertexto. O arranjo dos nós em um browser gráfico de acordo com o mapa semântico, ilustra os esquemas na estrutura de conhecimento do especialista. O browser semanticamente estruturado pode mapear explicitamente o conhecimento do especialista para a forma de hipertexto.

Existem algumas pesquisas relacionadas com as questões da estruturação ou não de hipertexto (Jonassen, 1991). Os adeptos da estruturação afirmam que desta maneira podemos mostrar ao estudante a maneira “*correta*” de pensar, melhorando assim o seu aproveitamento. Pesquisas contrárias afirmam que a estruturação prejudica uma das principais virtudes do hipertexto, qual seja, a sua natureza de sistema aberto. Assim, a imposição de estruturas semânticas para a base de conhecimento poderia acarretar confusões ou desestimular o estudante. A resposta para estas indagações só será encontrada em futuras pesquisas.

Portanto, a construção de novas ferramentas cognitivas é importante para auxiliar no processo de visualização e delimitação do espaço de problema, e na simulação de estratégias especializadas. O hipertexto proporciona um espaço de trabalho mental, tanto para novatos ou experientes, no qual as idéias podem ser representadas e relacionadas em diferentes configurações e diferentes níveis de especificidade.

5.9 NOVATOS/EXPERIENTES USUÁRIOS DA HIPERMÍDIA

Uma outra questão chave no uso da hipermídia como ambiente de aprendizado individualizado é a experiência anterior e as exigências de conhecimento do futuro usuário. Embora os sistemas de apresentação de conhecimento possam ser muito úteis para aqueles considerados experientes na área de conteúdo de uma hipermídia particular, tais sistemas de apresentação não possuem as ferramentas chaves de aprendizagem exigidas pelos novatos que começam a usar uma base de conhecimento particular.

Os teóricos da aprendizagem estão começando a considerar a aprendizagem como construção de modelos mentais. Norman (1983) observa que estes

modelos mentais são caracteristicamente únicos, incompletos, e carecem de informação essencial. As implementações atuais da hipermídia, como ambientes de aprendizagem individualizados presumem a existência de pré-requisito específico de conhecimento e a habilidade do educando em aprender com sucesso, a partir deste conhecimento. Contudo, desde que estes modelos mentais exigidos sejam inerentemente incompletos para o aprendiz novato, os sistemas de apresentação de informação não acomodarão com sucesso a construção de modelos mentais completos e corretos no domínio desejado.

Embora haja uma sucessão contínua entre novatos e experientes em uma área particular de conhecimento, uma distinção bipolar entre experientes e não experientes é apropriada na interpretação do potencial da hipermídia, como instrumento de aprendizagem. Problemas como as cargas cognitivas, a desorientação do usuário, a pesquisa superficial e o desinteresse, freqüentemente relatados pelos usuários da hipermídia, podem centralizar-se na questão do nível de experiência do usuário.

A hipermídia potencializa a construção de ambientes de aprendizagem individualizada. Várias questões críticas, incluindo a construção de modelos mentais apropriados, transferência de conhecimento, estilo cognitivo de aprendizagem e carga cognitiva precisam ser investigados mais completamente, se a hipermídia quiser fornecer o tipo de ambiente para aprendizagem individual necessário para ir ao encontro das necessidades de nossa sociedade que caminha em pleno século 21.

5.10 Os Tipos de Ferramenta na Construção de Ambientes

HIPERMÍDIA

Na hipermídia construtivista encontramos quatro tipos de multimídia que podemos identificar como abordagens construtivistas de ensino-aprendizagem. Eles são "*annotated movies*" (Florin, 1990), hipertexto de flexibilidade cognitiva (Spiro & Jehng, 1990), aprendizagem situacional ou instrução ancorada (Grupo de cognição e tecnologia de Vanderbilt, 1993) e simulações.

A utilização de sistemas hipermídia no desenvolvimento de sistemas educacionais, certamente tem contribuído muito para a melhoria da qualidade e eficiência da aprendizagem. Várias aplicações interessantes têm sido desenvolvidas, mas a realidade é que muitas tecnologias ainda estão e irão surgir para engrandecer esta área de ensino/aprendizagem.

Alguns sistemas merecem ser citados por suas contribuições no campo de desenvolvimento hipermídia. São eles: *KMS - Knowledge Management System* (1985), *Intermedia* (1986), *Guide* (1986), *NoteCards* (1987), *HyperCard* (1987) e *KnowledgePro*.

Atualmente encontramos na *Hipermídia* alguns tipos de Softwares de Autoria, que são gerenciadores de ambientes multimídia, por exemplo:

a) **Flash**

Os filmes do flash são gráficos e animações para sistemas locais e Web. Consiste primeiramente em gráficos de vetor, mas pode também conter gráficos e sons bitmap importados. Podemos incorporar outras mídias para permitir um melhor design e poder criar os filmes não-lineares que podem interagir com outras aplicações da Web/local.

Os designs da Web usam o flash para criar controles de navegação, logoss animadas, formulários, sincronia de som e imagem, e mesmo locais completos com mapas sensíveis. Os filmes flash por trabalharem com gráfico de vetor são compactos, assim o arquivo é carregado rapidamente e pode-se ajustar o tamanho de tela de acordo com o seu "browser".

Hoje em dia é comum a utilização deste recurso em muitos locais da Web, por exemplo: Disney®, Simpsons® e Coca-Cola®. Os milhões de usuários da Web receberam o Flash Player em seus computadores, browsers, ou software de sistema; e outros baixaram o arquivo diretamente do Web site da Macromedia.

O Flash Player reside no computador de forma local, onde mostra os filmes nos browsers ou como aplicações autônomas. Ver um filme no flash é similar a ver uma fita de vídeo VCR ou VHS.

b) Director 7.0

De acordo com Persidsky (2000) o software de autoria Director 7.0 é um programa de desenvolvimento de multimídia. Ele é utilizado para apresentações interativas, constituindo-se em uma ferramenta poderosa para elaboração de simulações técnicas. Para sua utilização, não são necessários conhecimentos profundos de técnicas ou linguagens de programação no desenvolvimento do software. Um sistema de autoria é um ambiente que possui vários recursos para a criação de um sistema hipermídia. Ele possui elementos pré-programados e uma linguagem própria, que possibilitam o desenvolvimento de aplicações hipermídia. Para a criação do software, além da ferramenta é necessário utilizar criatividade na realização do layout de design das telas, das seqüências animadas, na audição de videoclipes ou na confecção de desenhos.

O Director 7.0 utiliza como metáfora o desenvolvimento de um filme em que todos os componentes do software são análogos aqueles necessários a sua criação.

c) ToolBook II

Segundo Côrtes (1997) o para a construção do modelo, objeto deste trabalho, foi utilizado o software de autoria denominado ToolBook II (registrado pela Asimetrix). Podemos definir o ToolBook II, como sendo um gerenciador de mídias, ou seja, um ambiente de desenvolvimento de apresentação de multimídia, podendo transformá-las em páginas html, tutoriais em CD, etc. Para a montagem de um ambiente desta natureza, o ToolBook II se utiliza de um livro como sendo um arquivo básico. Este arquivo-livro (book) é formado por um plano de fundo (denominado background) e nesse plano são inseridas as mídias utilizadas no livro, além dos botões responsáveis pela navegação. A criação de um livro constitui-se na organização de objetos nas páginas e a especificação das ações que desejamos que estes objetos realizem. Os objetos podem ser adicionados a cada página através dos menus ou via linguagem de programação OpenScript.

No ToolBook II há dois tipos diferentes de comportamento: a construção ou a execução de uma aplicação. Desse modo, para a construção da aplicação existe o nível leitor. Os prováveis usuários da aplicação irão acessá-la pelo nível leitor (reader level).

O nível autor (ver figura 19) é aquele que possui as ferramentas necessárias para a construção do aplicativo (nós, âncora, barra de rolagem, etc.), além de criar os elementos e dar características, as quais são feitas em linguagem OpenScript (linhas de código que oferecem uma função propriedade a um objeto). Além da confecção do aplicativo, são também permitidas alterações e atualizações.



Figura 19– Tela do modo autor

O nível do leitor (ver figura 20) é o encarregado da navegação. É o nível em que atua o estudante. A ele não são permitidas intervenções no aplicativo, porém pode ser-lhe oferecido, sob a forma de caixa de textos, um local onde ele possa sugerir eventuais mudanças visando a melhoria do aplicativo, ou mesmo alguma

anotação referente ao conteúdo, que se faça necessária para uma melhor fixação deste.



Figura 20– Tela do modo leitor

Nos aplicativos criados no ambiente ToolBook II, a navegação (movimentação do usuário no aplicativo) é realizada na linguagem de programação OpenScript. Esta linguagem é orientada a objetos dirigidos a eventos, onde desenvolve-se a aplicação primeiramente através da inserção de objetos e depois define-se o comportamento da aplicação nos procedimentos (scripts) de cada objeto. Dizemos que esta ferramenta é dirigida a eventos porque é necessário que um evento ocorra para que a execução do aplicativo se desenrole. O clicar de um mouse em um botão da aplicação é um exemplo de evento. Esse evento pode desencadear uma ação, e é essa ação que é tratada pela programação orientada a objetos dirigida a eventos. Na figura 21 abaixo podemos ver uma tela que apresenta a programação em linguagem OpenScript de um evento.

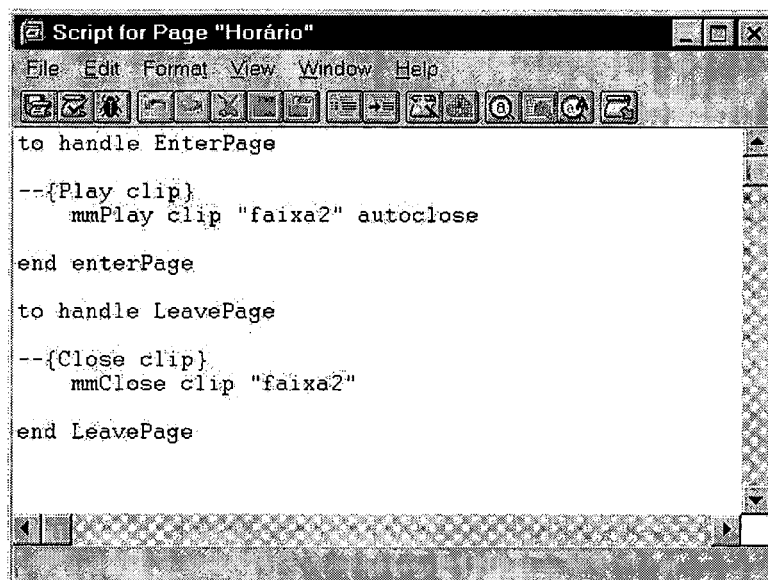


Figura 21– Tela de programação

Independente do ambiente pode observar que todas as ferramentas envolvem-se com a simulação e a exploração de todos os recursos existentes num ambiente, o que contribui para uma melhor efetividade das tarefas. Dificilmente há passividade numa experiência de simulação. Podemos iniciar processos, planejar ações, analisar problemas, tomar decisões, monitorar progressos e coordenar esforços de forma a alcançar uma meta. Este elemento de participação tem sido apontado por diferentes perspectivas teóricas. John Dewey, Jean Piaget, Jerome Bruner e Lev Vygostky argumentam que o envolvimento no processo de aprendizagem é crucial para o sucesso.

Desta forma, no capítulo seguinte, veremos a ferramenta ToolBook II sendo utilizada de forma mais evidente na implementação do modelo *RGF*, que é o objeto fundamental deste trabalho.

6. O PROTÓTIPO *RGF* IDEALIZADO NESTE TRABALHO

“O mundo vai transformando-se numa rapidez impressionante. Refletir sobre essas mudanças nos permite resgatar algumas percepções deste mundo em que vivemos e, no campo educacional, compreender e definir um grande papel para educação nesta sociedade em intensa transformação”

Autor desconhecido

6.1 INTRODUÇÃO

A partir dos estudos realizados e apresentados nos capítulos anteriores, vimos a importância desses recursos computacionais inseridos nos atuais sistemas de ensino, objetivando o sucesso do processo de ensino-aprendizagem.

Visando obter este sucesso no ensino de Frações, foi elaborado um ambiente *Hipermídia* de apoio aos educandos para tornar a sua aprendizagem mais atrativa, concreta e conseqüentemente mais significativa para as crianças. Na seqüência deste capítulo será apresentado o protótipo *RGF*.

6.2 OBJETIVOS DO PROTÓTIPO *RGF*

Os objetivos do Modelo *RGF* são:

- estimular a percepção das representações das frações;
- motivar a criança no processo ensino-aprendizagem das frações;
- focalizar conceitos básicos de Representação Gráfica das Frações; e
- motivar a criança para o estudo de matemática.

O público alvo do protótipo *RGF* é constituído por crianças que estão cursando a 5ª série do Ensino Fundamental e iniciando o terceiro trimestre do ano letivo, quando as crianças iniciam o conteúdo de Frações. Isto não quer dizer que outras crianças não possam utilizá-lo. As crianças de 3ª e 4ª séries podem utilizar o *RGF* de forma limitada, pois os tópicos aqui abordados não foram ainda

estudados por elas. Já as crianças que concluíram a 5ª série também podem utilizar o protótipo para rever algum conteúdo ou o educador da turma pode fazer uma análise de conhecimento em relação ao conteúdo, antes de seguir com seu cronograma.

6.3 ESTRUTURA DO PROTÓTIPO *RGF*

Na figura 22 apresentamos a estrutura do modelo computacional *RGF*. O mapa de navegação foi colocado em anexo para melhor entendimento da estrutura geral de navegação.

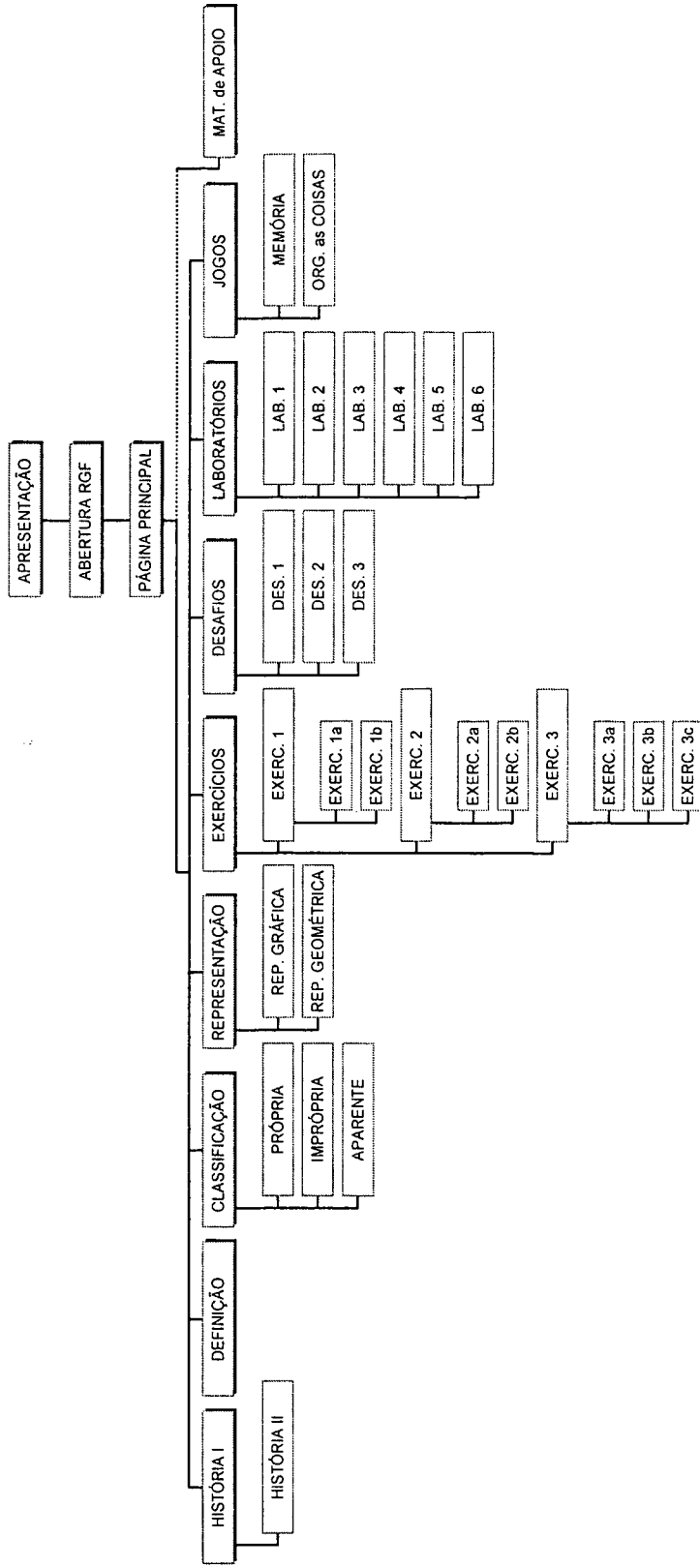


Figura 22– Estrutura do modelo RGF

6.4 DESCRIÇÃO DO PROTÓTIPO RGF

Ao idealizarmos um ambiente Hipermídia, para facilitar sua criação até a programação, alguns procedimentos são necessários. Um destes procedimentos é a elaboração do *Storyboard*.

6.4.1 Elaboração do *Storyboard*

O *Storyboard* é um gráfico de cenas e pontos de decisão do projeto de hipermídia. Ele é uma ferramenta útil, pois apresenta uma imagem clara do protótipo todo e pode ser do tipo gráfico ou tipo ficha. O tipo gráfico é utilizado para projetos com um número limitado de cenas (Chaiben, 1999).

Neste trabalho foi utilizado o *Storyboard* do tipo ficha, (ver modelo em anexo), que aconselhamos para projetos mais complexos. Temos uma ficha para cada cena. Na ficha podemos acompanhar uma cena, o que acontece nela, de onde se pode chegar até ela e para onde se pode ir a partir dela. Podemos atribuir números às cenas para mantermos as fichas ordenadas. Se uma cena for modificada ou eliminada não é preciso refazer todo o roteiro, bastando para isto, substituímos ou eliminarmos a ficha correspondente àquela cena (Chaiben, 1999).

6.4.2 Desenvolvimento da Metáfora

A metáfora é um veículo cognitivo precioso que está sendo explorada vantajosamente na interação homem-computador. Nesta interação, consideramos essencialmente dois tipos de metáforas: aquelas que são inspiradas em um modelo real e as que referem-se a um modelo abstrato (Engelbart, 1995). Para este trabalho, foi idealizado como metáfora o Livro.

Para fundo de tela foi utilizado o Tangram em forma de marca d'água com suas sete peças explodidas.

O Tangram auxilia na conceituação de equivalência, parte e todo de referência das frações. Como o Tangram, que surgiu de forma acidental quando um

mensageiro quebrou em várias partes um objeto que carregava, idealizamos na abertura do modelo *RGF* a quebra de um vidro em algumas partes formando o Tangram e enfatizamos a importância de todas as partes e do todo. O ambiente *RGF* foi construído com o ToolBook II.

Durante a construção dos ambientes do modelo buscamos sempre trabalhar as Representações Gráficas das Frações com as diferentes faces do número racional, com a junção das dificuldades detectadas através da pesquisa de campo e com os recursos multimídia, auxiliando no desenvolvimento cognitivo da criança.

No primeiro contato com o ambiente *RGF* a criança já tem a primeira oportunidade de vivenciar a narrativa, gravada em estúdio do curso de jornalismo no formato WAV e uma animação desenvolvida em Flash na tela de abertura (ver figura 23) do ambiente *RGF*. Na página principal (ver figura 24), à esquerda há um menu, no qual a criança tem a opção de escolha do item que deseja navegar de maneira não-linear e flexível, sendo esta uma das principais características de um ambiente *Hipermídia*.

As animações do protótipo foram desenvolvidas com os softwares gráficos Macromedia Flash 5 e 3D Studio MAX.

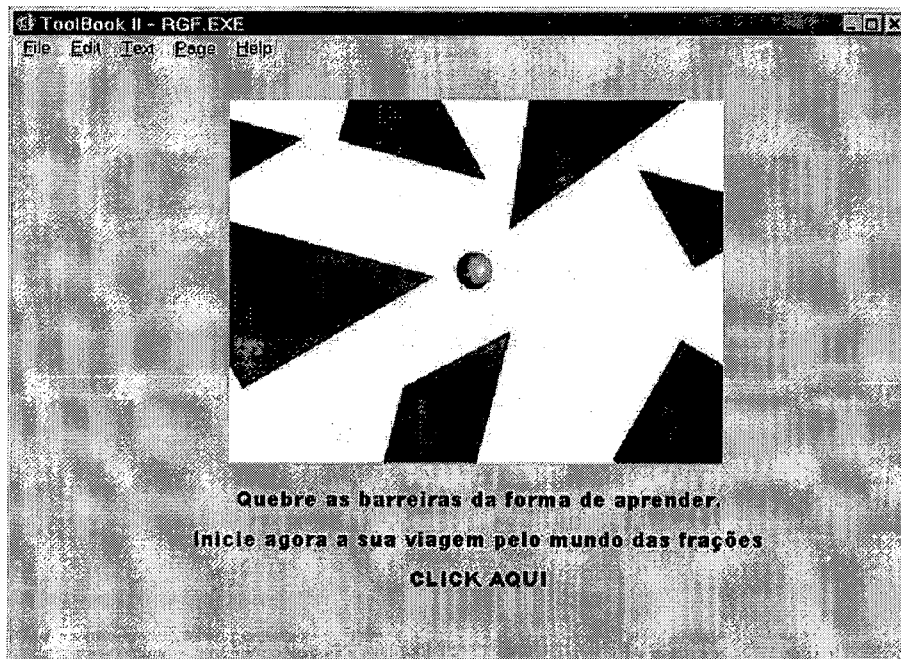


Figura 23- Tela de Abertura

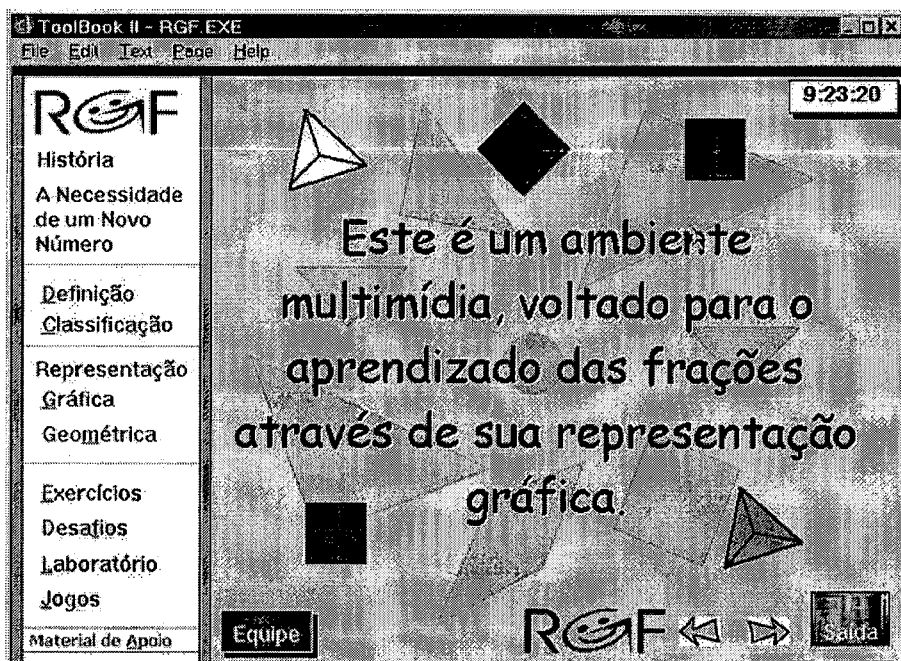


Figura 24- Tela da Página Principal

Na figura 25 é abordado o conteúdo da História das Frações, sendo que no texto encontramos quatro *hotwords*, que é uma forma de ilustrar e enriquecer o texto. Na figura 26 vemos o surgimento do número fracionário através da necessidade do homem em resolver situações diárias. Neste sentido, a utilização do ToolBook

facilitou o trabalho, pois possibilitou de forma simples, através de scripts, a criação de *hotwords*.

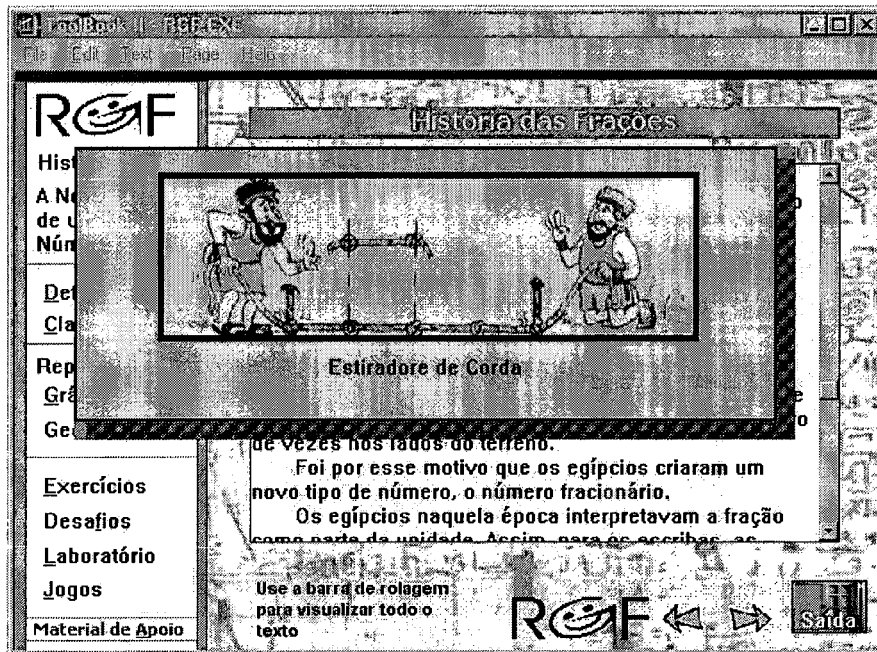


Figura 25- Tela da História



Figura 26- Tela da Necessidade de um Novo Número

A primeira dificuldade que detectamos na pesquisa de campo foi em termos da conceituação do número fracionário. Podemos trabalhar no modelo com a conceituação segundo a teoria de Moscovici, que leva em consideração o conhecimento trazido pela criança. No modelo *RGF* são abordados alguns problemas distintos, contextualizados em situações bem próximas à vivência da criança, como podemos observar em algumas destas telas do modelo. Na figura 27 fazemos um convite à criança para trabalhar de forma interativa, com recursos audiovisuais e manipulação de materiais.

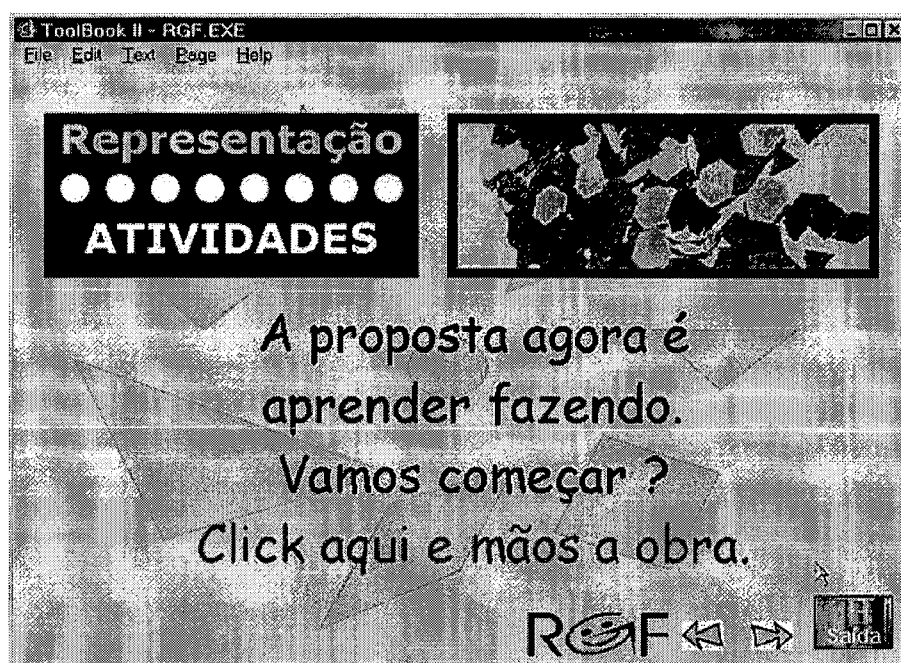


Figura 27- Tela da Seção Representação

Na figura 28 mostramos que para a realização da primeira parte, precisamos de algumas balas e alguns amigos. No primeiro momento é solicitado a divisão de 6 balas entre 2 amigos e no segundo instante fazer a divisão de 3 balas entre 3 colegas, onde o educador pode fazer algumas mediações e depois das realizações destas duas divisões, bem como de outras, que o educador pode criar, a criança poderá observar a realização destas através de vídeos. As áreas “clicáveis” foram definidas com o apoio da linguagem OpenScript do ToolBook.



Figura 28- Tela da Seção Representação 1ª Parte

Na segunda parte precisamos de algumas folhas e alguns amigos. Além das folhas são necessários outros materiais como: régua, lápis e tesoura. Nesta segunda parte temos duas situações. Na primeira solicitamos à criança que pegue três folhas e divida entre quatro amigos; na segunda, divida duas folhas entre seis amigos. Então, a criança trabalha também com a manipulação de objetos e a construção das divisões nas respectivas folhas recortando-as para a realização das divisões. Depois da realização da tarefa, sendo mediada e observada pelo educador, a criança pode visualizar a realização das divisões através dos recursos audiovisuais. Podemos observar um exemplo nas figuras 29 e 30.

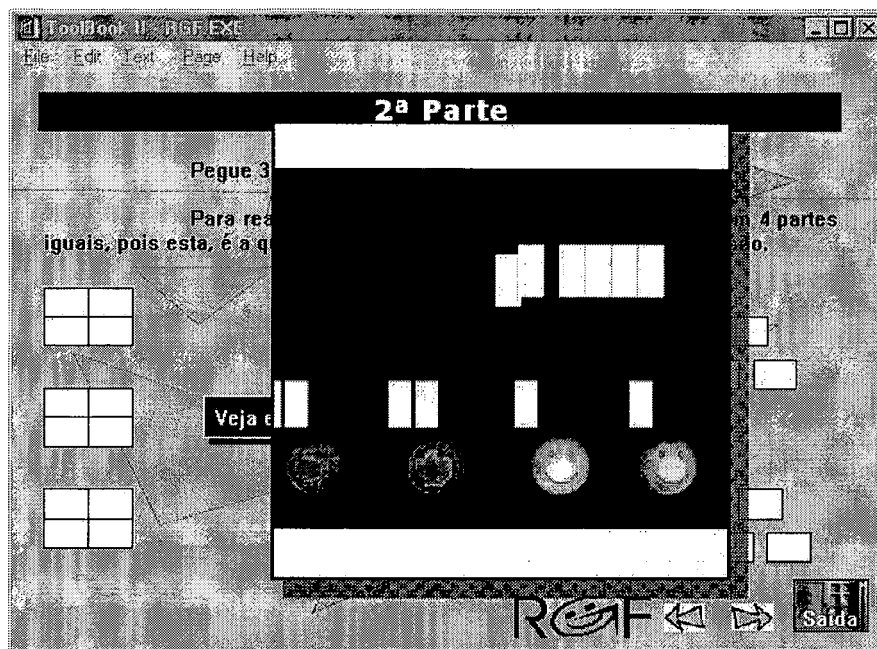


Figura 29- Tela da Seção Representação 2ª Parte I

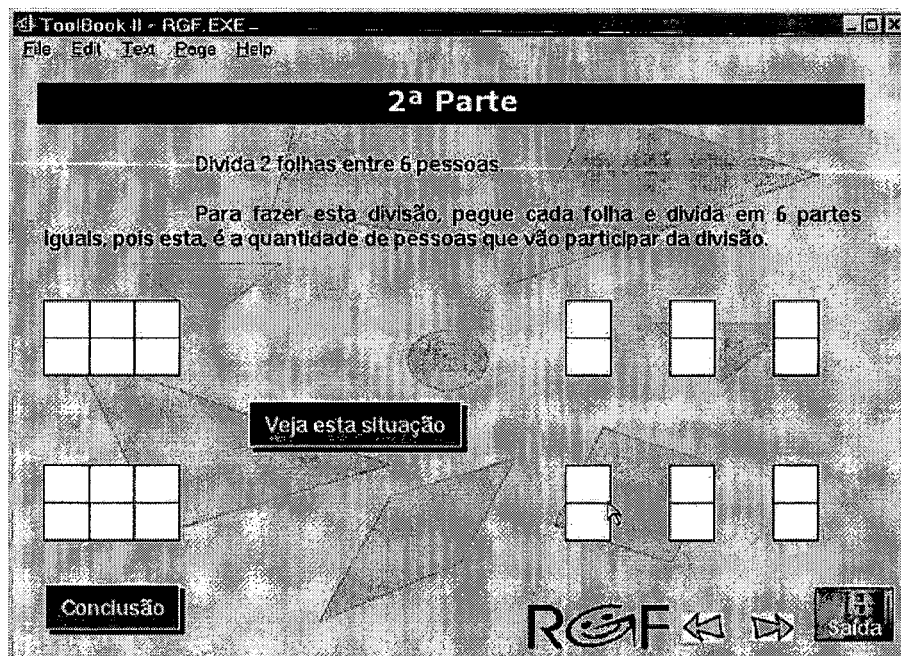


Figura 30- Tela da Seção Representação 2ª Parte II

Na terceira parte temos as seguintes situações: pegar três folhas e dividir entre dois amigos e pegar cinco folhas e dividir entre três amigos. Diferenciamos a terceira parte da segunda pela quantidade de folhas, que é maior do que o número de crianças. Ao final da realização das divisões, a criança novamente

pode visualizar e concluir a execução da divisão através de vídeos, como podemos observar nas figuras 31 e 32.

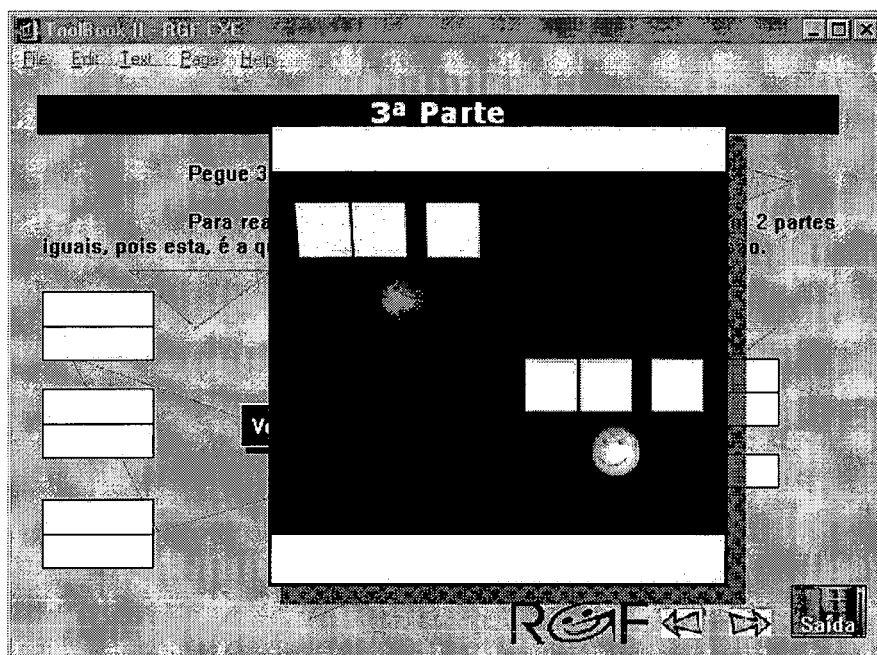


Figura 31- Tela da Seção Representação 3ª Parte I

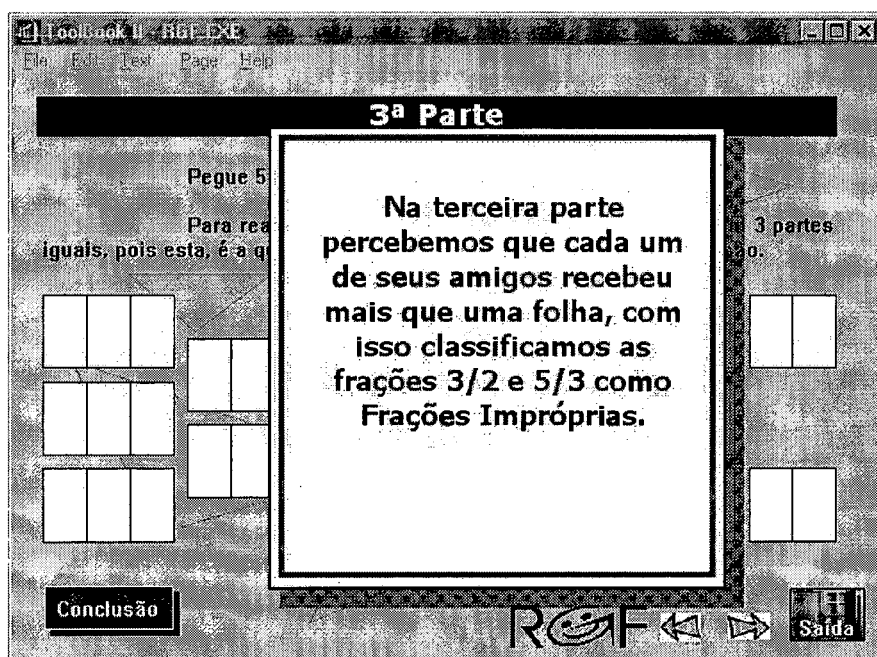


Figura 32- Tela da Seção Representação 3ª Parte II

Desta maneira a criança trabalha com a idéia de dividir em partes iguais em três situações distintas. Na primeira, trabalhamos com divisões exatas maiores ou

iguais a um. Na segunda, com divisões não inteiras. Enquanto que na terceira trabalhamos com divisões maiores que um e não inteiras.

Nestes três momentos a criança trabalha com a terceira face do número fracionário, que é a idéia do quociente, e que está relacionada com a divisão, ou repartição, igual a um certo número de pessoas ou grupos.

Uma outra situação é o Desafio 1 (ver figura 33), onde a criança trabalha com a idéia de equivalência, parte e todo de referência, com a utilização do Tangram, onde a criança tem a oportunidade de navegar na parte histórica do Tangram (ver figura 34), num banco de imagens (ver figuras 35, 36, 37 e 38) criadas pelo mensageiro ao tentar montar o quadrado e na construção do Tangram (ver figuras 39, 40, 41, 42 e 43) passo-a-passo para a realização do Desafio 1.



Figura 33- Tela do Desafio 1



Figura 34- Tela História do Tangram



Figura 35- Tela de Banco de Imagens I

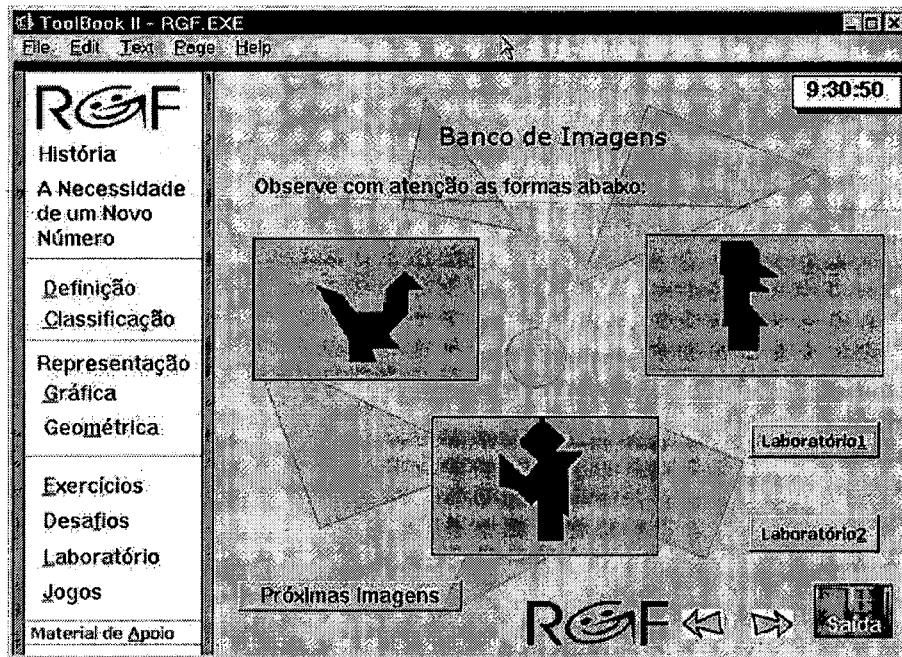


Figura 36- Tela de Banco de Imagens II

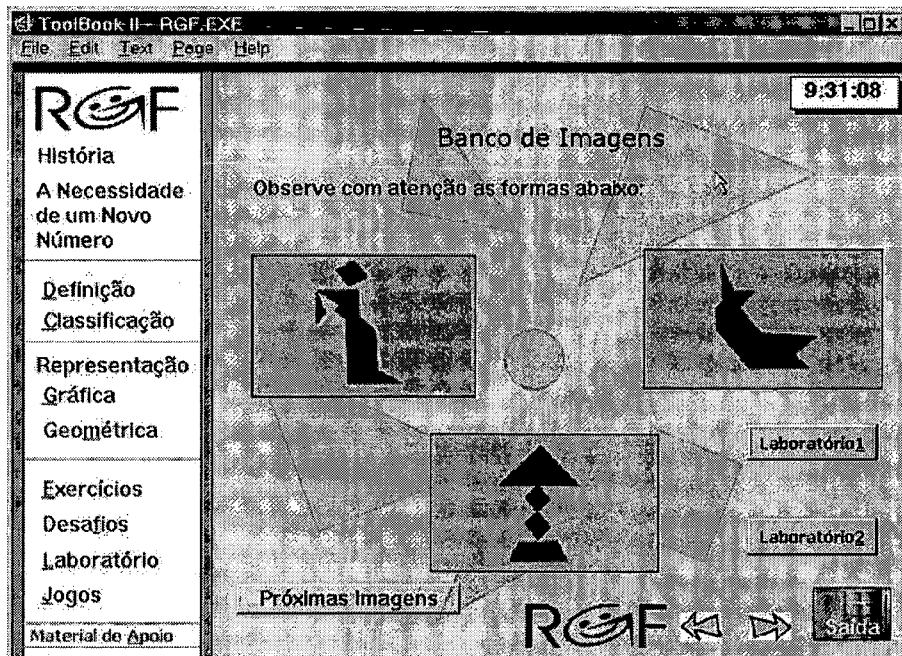


Figura 37- Tela de Banco de Imagens III

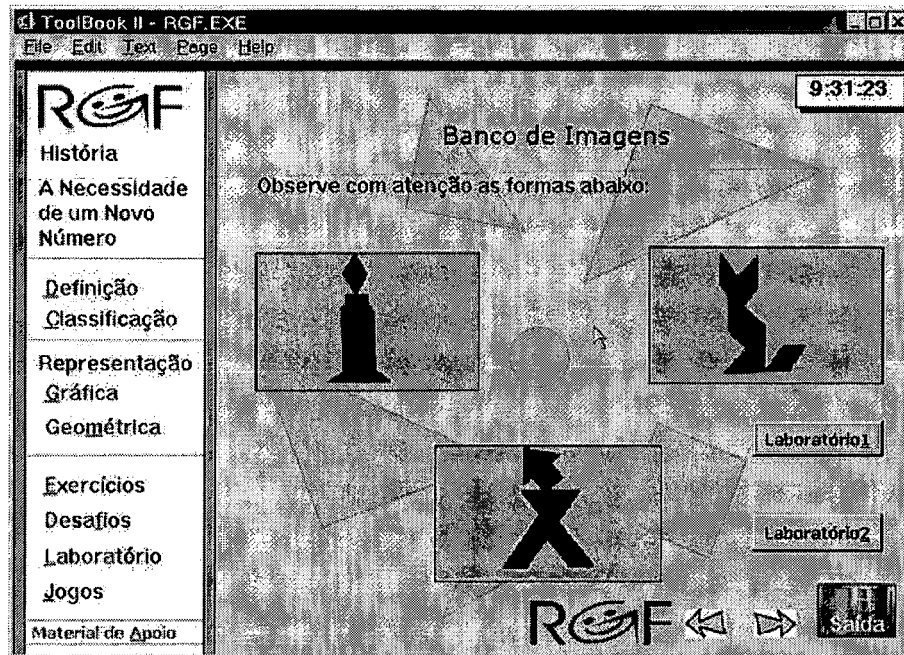


Figura 38- Tela de Banco de Imagens IV

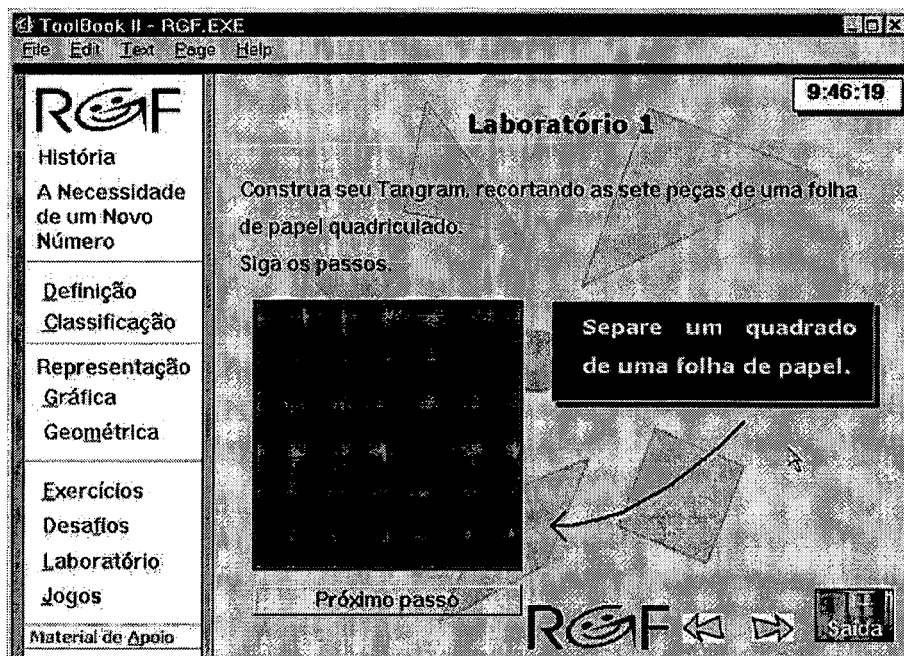


Figura 39- Tela da Construção do Tangram I

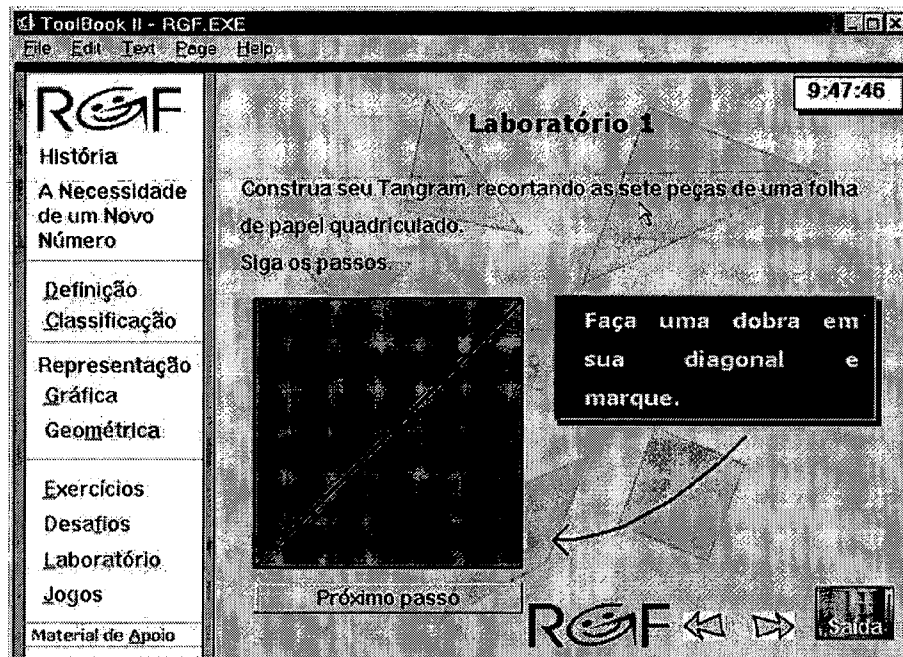


Figura 40- Tela da Construção do Tangram II

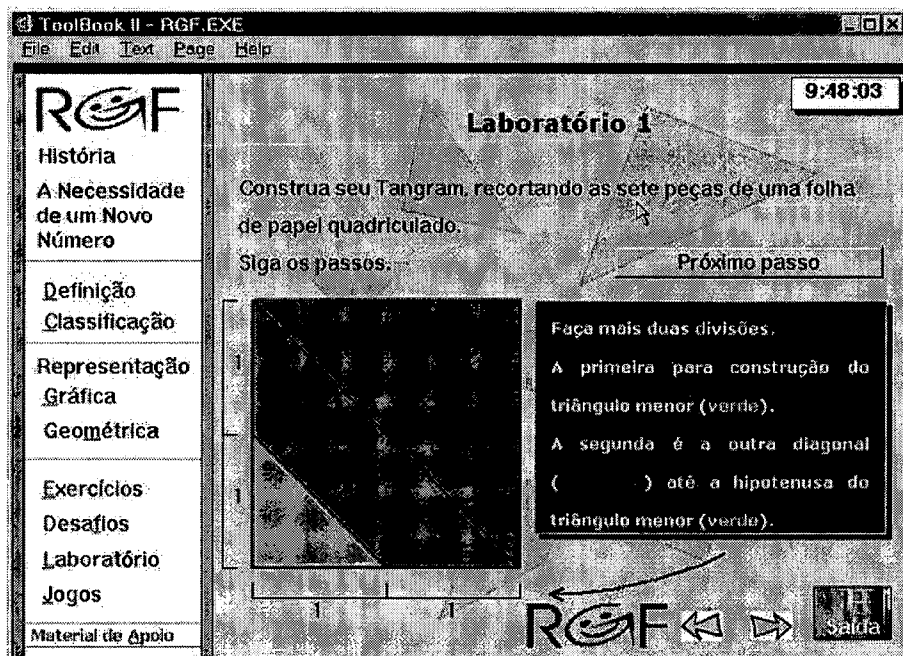


Figura 41- Tela da Construção do Tangram II

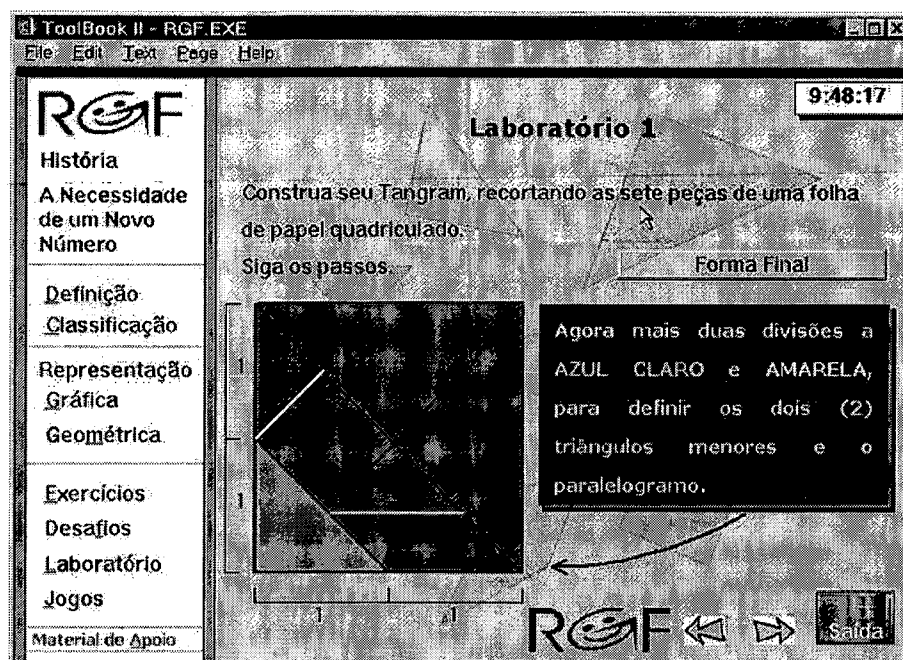


Figura 42- Tela da Construção do Tangram II

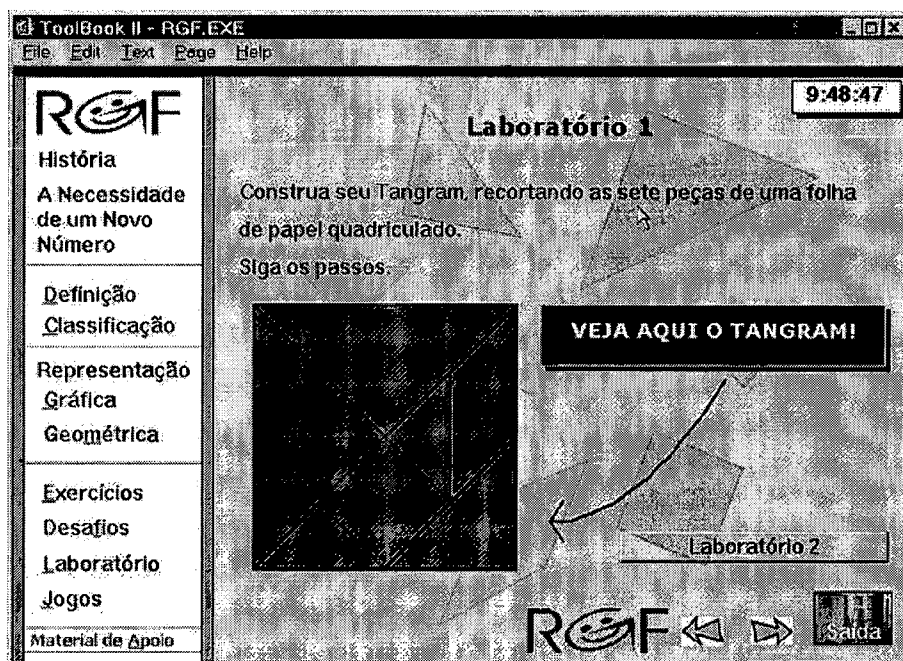


Figura 43- Tela da Construção do Tangram II

Admitir a existência de diferentes formas de conhecimento e de representações sociais é assumir a diversidade do conhecimento e dar à criança o direito à criação. Ao levarmos em consideração o conhecimento trazido pela criança, não podemos esquecer de proporcionar o acesso a informação produzida técnica e

cientificamente. É com estas perspectivas que recorreremos à teoria dos campos conceituais desenvolvidas por Vergnaud.

Para Vergnaud o processo da conceituação envolve situações didáticas para este tipo de saber. Isto quer dizer que devemos levar em conta ao mesmo tempo o processo de desenvolvimento e de aprendizagem da criança.

É através de modelos conceituais que levamos o aprendiz a formar modelos mentais adequados para o entendimento de sistemas físicos. A mente humana opera só com modelos mentais, mas os modelos conceituais ajudam na construção de modelos mentais, com isso facilitando a compressão de sistemas físicos.

No modelo procuramos a forma mais adequada de abordagem conceitual e levamos em consideração e respeitamos o processo de conceituação, como podemos observar nas figuras a seguir.

Na figura 44 temos a conceituação formal do número fracionário.



Figura 44- Tela de definição do número fracionário

Na figura 45, ao clicar sobre a fração 1/2 a criança observará a localização do número na reta real, sendo esta a sua representação geométrica.

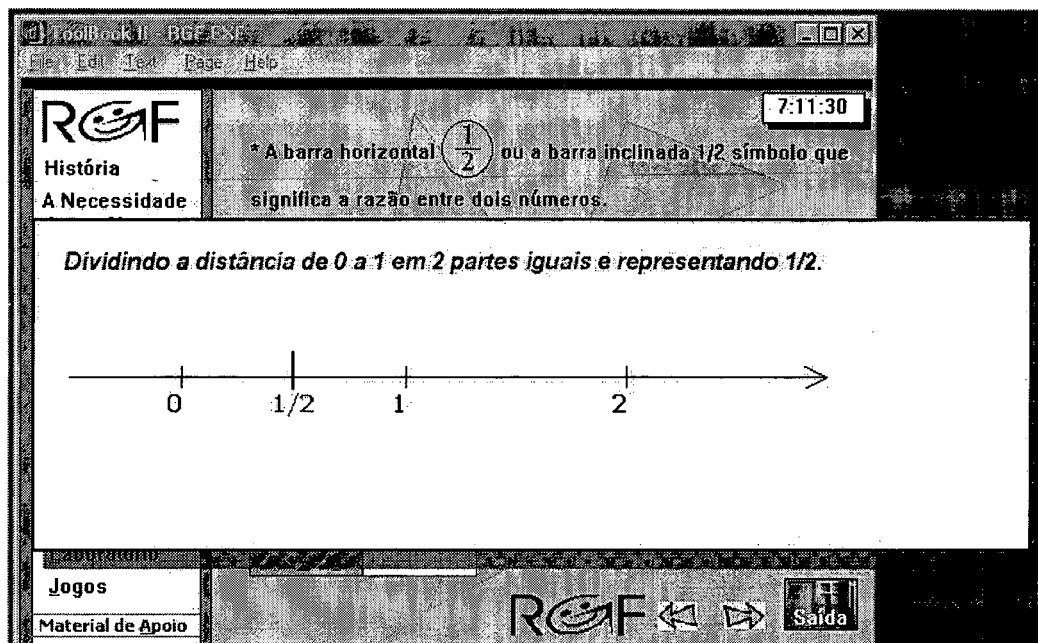


Figura 45- Tela de representação geométrica da fração $1/2$

Na figura 46 a criança tem a opção de escolher o tipo de fração e navegar pela definição, exemplos e observações referentes a cada uma delas.



Figura 46- Tela de classificação das frações

Em relação à fração própria temos as figuras 47 e 48 contextualizadas seguidas de exemplos.

ToolBook II - RGF.EXE
File Edit Text Page Help

9:51:53

RGF

História
A Necessidade de um Novo Número

Definição
Classificação

Representação
Gráfica
Geométrica

Exercícios
Desafios
Laboratório
Jogos
Material de Apoio

Considere uma pizza como sendo o todo-referência. Vamos dividir a pizza em 4 partes iguais. Se considerarmos 1 pedaço de pizza, teremos $\frac{1}{4}$ (um quarto) de pizza.

Todo-Referência

Observe que a fração $\frac{1}{4}$ representa uma porção **menor** do todo-referência.

RGF ◀ ▶ Sair

Figura 47- Tela de contextualização da fração própria

ToolBook II - RGF.EXE
File Edit Text Page Help

9:52:09

RGF

História
A Necessidade de um Novo Número

Definição
Classificação

Representação
Gráfica
Geométrica

Exercícios
Desafios
Laboratório
Jogos
Material de Apoio

Resumindo. Toda fração que possui o numerador **menor** que o denominador chamamos de FRAÇÃO PRÓPRIA.

$\frac{5}{8}$

$\frac{4}{5}$ (quatro quintos)

RGF ◀ ▶ Sair

Figura 48- Tela de exemplos da fração própria

A fração imprópria tem as figuras 49 e 50 contextualizadas com exemplos e uma *hotword* (número misto) que leva para o material de apoio.

ToolBook II - RGF.EXE

File Edit Text Page Help

9:52:27

RGF

História

A Necessidade de um Novo Número

Definição

Classificação

Representação Gráfica

Geométrica

Exercícios

Desafios

Laboratório

Jogos

Material de Apoio

Para obtermos $\frac{7}{4}$ de pizza devemos considerar 1 todo-referência acrescido de $\frac{3}{4}$ de outro todo-referência igual, pois, neste caso, precisamos de 7 pedaços iguais a cada um dos 4 pedaços em que a pizza foi dividida.

Concluimos então que $\frac{7}{4}$ de pizza equivalem (igual) a uma pizza e mais $\frac{3}{4}$ de outra pizza igual

RGF Saída

Figura 49- Tela de contextualização da fração imprópria

ToolBook II - RGF.EXE

File Edit Text Page Help

9:52:43

RGF

História

A Necessidade de um Novo Número

Definição

Classificação

Representação Gráfica

Geométrica

Exercícios

Desafios

Laboratório

Jogos

Material de Apoio

Escrevemos $\frac{7}{4} = \frac{4}{4} + \frac{3}{4} = 1 + \frac{3}{4} = 1\frac{3}{4}$

Dizemos que $1\frac{3}{4}$ (um inteiro e três quartos) é um número misto da fração $\frac{7}{4}$.

Resumindo: Toda fração em que possui o numerador **maior** que o denominador chamamos de **FRAÇÃO IMPRÓPRIA**.

$1 + \frac{1}{4} = 1\frac{1}{4}$
(um inteiro e um quarto)

$\frac{5}{2}$ ou $2\frac{1}{2}$

RGF Saída

Figura 50- Tela de exemplos da fração imprópria

Na fração aparente que temos na figura 51 há a conceituação seguida de exemplos em forma numérica (fracionária) através da ativação do botão e figuras ilustrativas. Além de uma *hotword* (múltiplo) que vai para o dicionário, temos

também a "Observação Importante" ativando o botão inferior da tela no lado esquerdo.

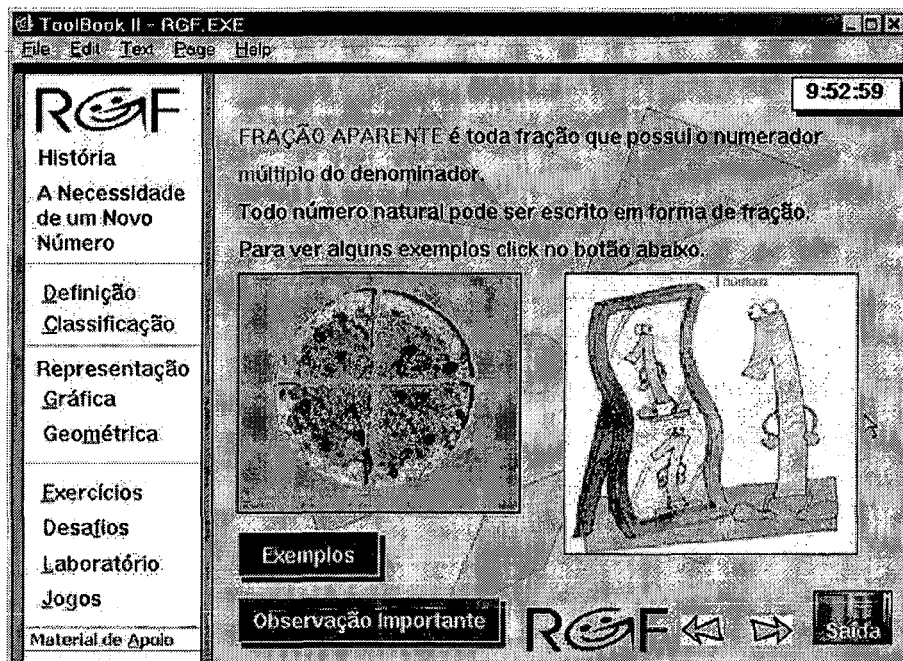


Figura 51- Tela de contextualização e exemplificação da fração aparente

Na figura 52 trabalhamos com a parte de um número que, segundo Kieren, é uma das faces do número racional.

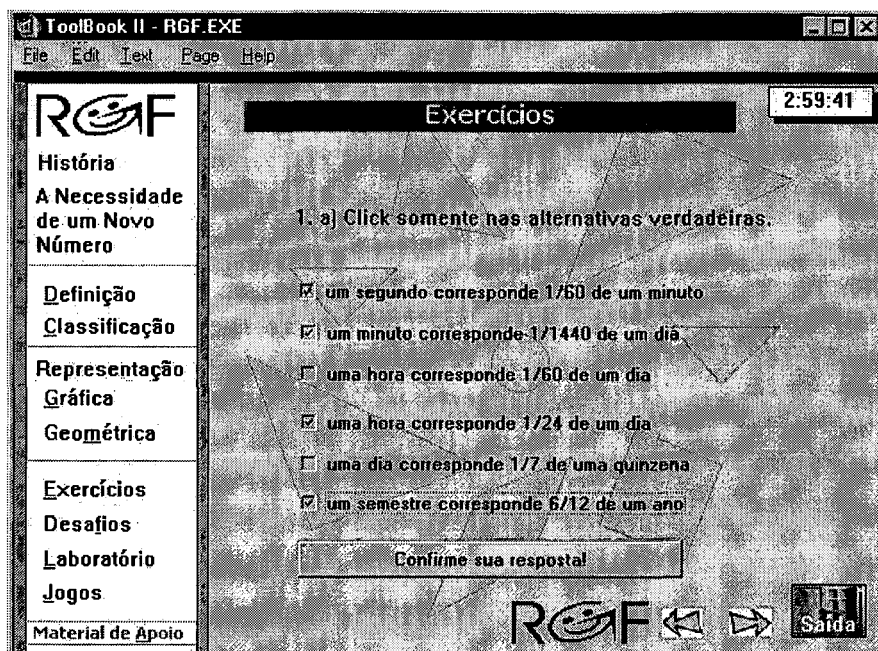


Figura 52- Tela do exercício 1a

A criança, para resolver o exercício, deverá clicar nas alternativas e posteriormente clicar no botão para confirmar a resposta. Se todas as alternativas selecionadas forem corretas, o protótipo dará um *feedback* (ver figura 53), caso contrário a criança terá a oportunidade de tentar quantas vezes quiser até acertar. Na confirmação do erro, o *feedback* (ver figura 54) não mostra quais itens estão incorretos, com isso faz a criança pensar e refletir em cada item. E assim o erro não é tão constrangedor para a criança, pois a relação é entre ela e a máquina, enquanto na sala de aula, o erro é um constrangimento coletivo, sendo compartilhado por seus colegas e pelo educador. Errar em qualquer questão, no modelo, não implica que a criança não poderá ir adiante em suas atividades, pelo contrário, ela terá a liberdade de acertar a questão em um outro momento.

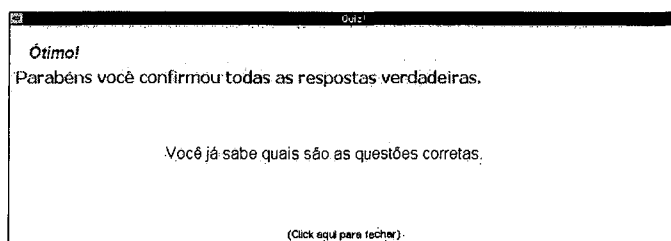


Figura 53- Tela de feedback do exercício 1a

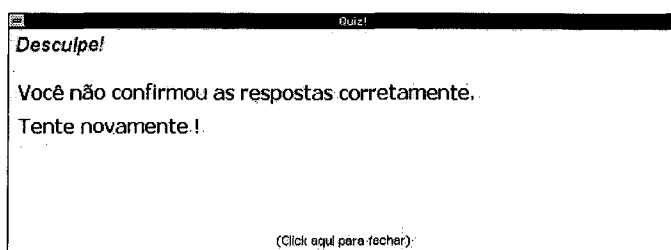


Figura 54- Tela de feedback do exercício 1a

De acordo com a pesquisa de campo, foram detectadas na questão g (ver anexo) grandes dificuldades em relacionar figura plana com sua respectiva fração numérica, tendo uma margem de erro de 51,7%. Segundo Kieren estaríamos trabalhando com a primeira face do número fracionário, que é a idéia de parte-todo dentro de um conjunto contínuo, sendo abordada nos exercícios (ver figura 55) e na representação gráfica contendo nove situações-problema.

Novamente a criança terá o *feedback* de quantos foram os seus acertos em relação ao total de itens. Na figura 55 temos que o usuário acertou 2 itens de 5. Ressaltamos que o *feedback* não mostra os itens incorretos, fazendo com que a criança construa uma representação mental, criando e selecionando um de seus esquemas mentais para chegar ao objetivo em questão.

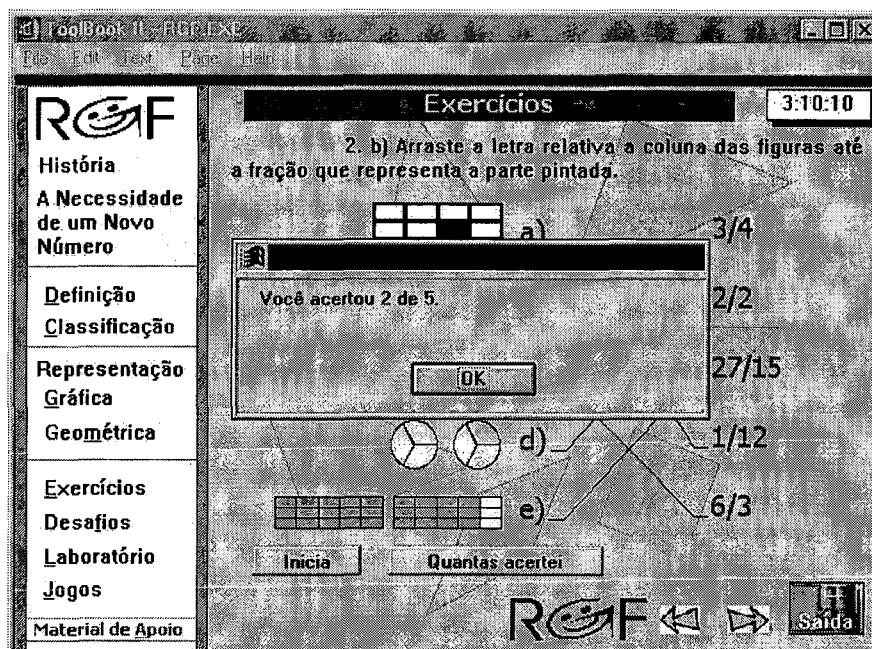


Figura 55- Tela do exercício 2b com feedback

Na figura 56 trabalhamos com a 6ª face do número racional propriamente dito, ou seja, sua localização na reta real, que também é esplanada na figura 57 com a conceituação da Representação Geométrica do número racional. A criança ao clicar sobre cada fração verá o posicionamento do número na reta real. Nesta situação foram utilizados os “*viewers*” ou “*visualizadores*” – pequenas telas que sobrepõem o aplicativo e servem para forçar a criança a uma visualização dos objetos sobrepostos.

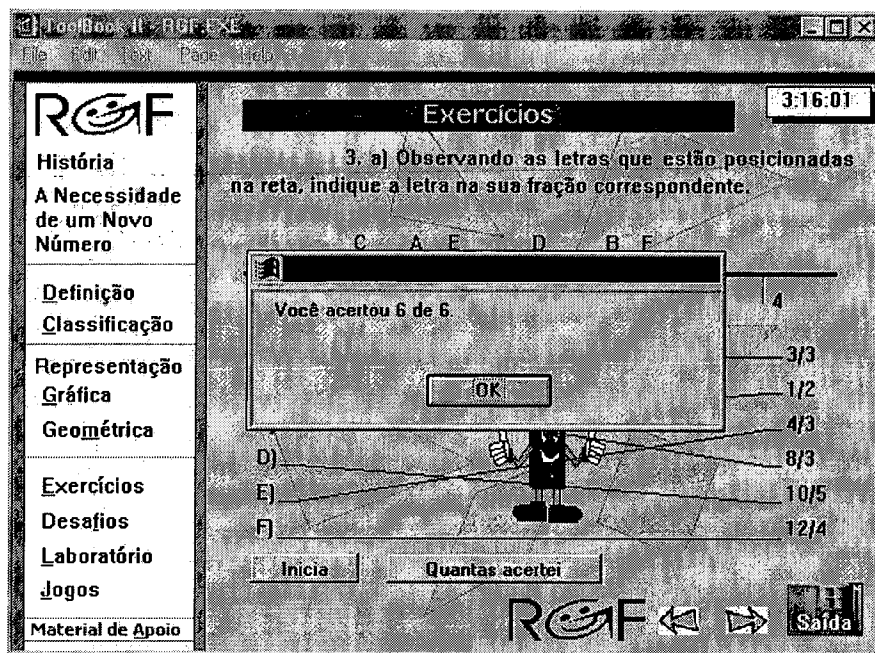


Figura 56- Tela do exercício 3a com feedback

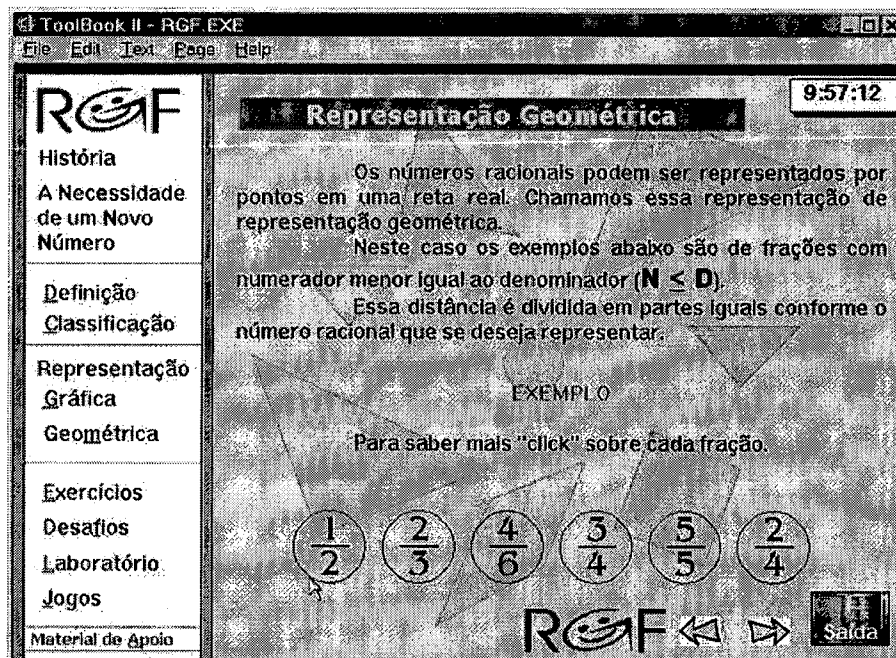


Figura 57- Tela de contextualização e ilustração da representação geométrica do número racional

A localização do número racional está inserida em forma de problemas trabalhando com a igualdade de distâncias. Para resolver o exercício devemos

relacionar a letra que está posicionada na reta real com a fração correspondente (ver figura 58).

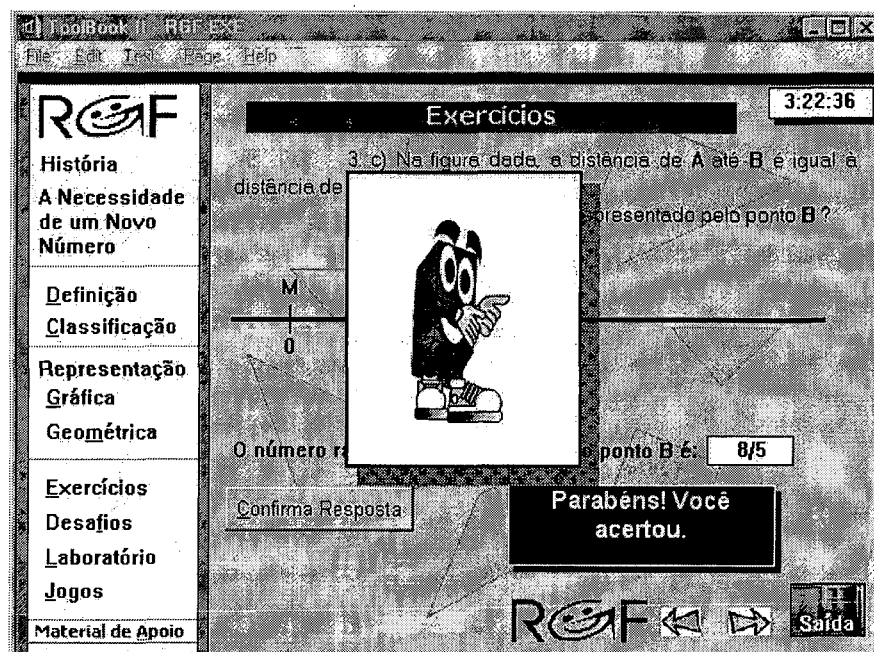


Figura 58- Tela do exercício 3c com feedback

A criança quando trabalha com a localização do número na reta real está trabalhando com a ordenação, como podemos observar na figura 59, tendo a oportunidade de trabalhar com um exercício na forma de um problema. Cabe ressaltar que na pesquisa de campo foram detectadas grandes dificuldades quanto à ordenação, obtendo uma margem de erro de 36,7%.

ToolBook II - RGF.EXE

File Edit Text Page Help

RGF

História

A Necessidade de um Novo Número

Definição

Classificação

Representação

Gráfica

Geométrica

Exercícios

Desafios

Laboratório

Jogos

Material de Apoio

Laboratório 5 9:57:42

Quem mora aonde ?

Ana, Paula e Pedro são sócios de um mesmo clube. Ana mora a $\frac{2}{3}$ de quilômetro do clube, Paula, a $\frac{5}{6}$ de quilômetro do clube e Pedro mora a $\frac{7}{9}$ de quilômetro do clube. No desenho seguinte, A representa a casa de quem mora mais próximo do clube e C representa a casa de quem mora mais longe.

Nessas condições, responda:

1. Quem mora em A ?

2. Quem mora em B ?

3. Quem mora em C ?

Confirma Resposta

RGF Sair

Figura 59- Tela do laboratório 5

Na figura 60 temos a oportunidade de trabalhar com conjuntos de quantidades contínuas, que é uma das faces do número fracionário, segundo Kieren. Para realizar o Laboratório 4, a criança precisa de barbante, régua e tesoura, que é uma forma de trabalhar interagindo com medidas e números decimais.

ToolBook II - RGF.EXE

File Edit Text Page Help

RGF

História

A Necessidade de um Novo Número

Definição

Classificação

Representação

Gráfica

Geométrica

Exercícios

Desafios

Laboratório

Jogos

Material de Apoio

Laboratório 4 9:58:06

Barbante, Colares e Frações

Karla faz colares e pulseiras

Ela coloca as contas em pedaços de barbante.

15 cm

Se a figura mostra $\frac{1}{2}$ do barbante de que ela precisa, de que tamanho será o colar ? Resposta:

Corte um pedaço de barbante do tamanho do colar. Resposta:

E se esse pedaço for $\frac{1}{4}$ do barbante ? Resposta:

Corte um pedaço de barbante do tamanho do colar. Resposta:

E se esse pedaço for $\frac{2}{3}$ do barbante ? Resposta:

Corte um pedaço de barbante do tamanho do colar.

Confirma Resposta

RGF Sair

Figura 60- Tela do laboratório 4

Para trabalhar com a idéia de equivalência dentro do modelo *RGF*, como podemos observar na figura 61, num simples problema de receita de bolo a criança pode desenvolver, de forma empírica, a idéia de equivalência e simplificação de frações. Na pesquisa de campo foi observado um índice elevado de erros em relação a esta questão.

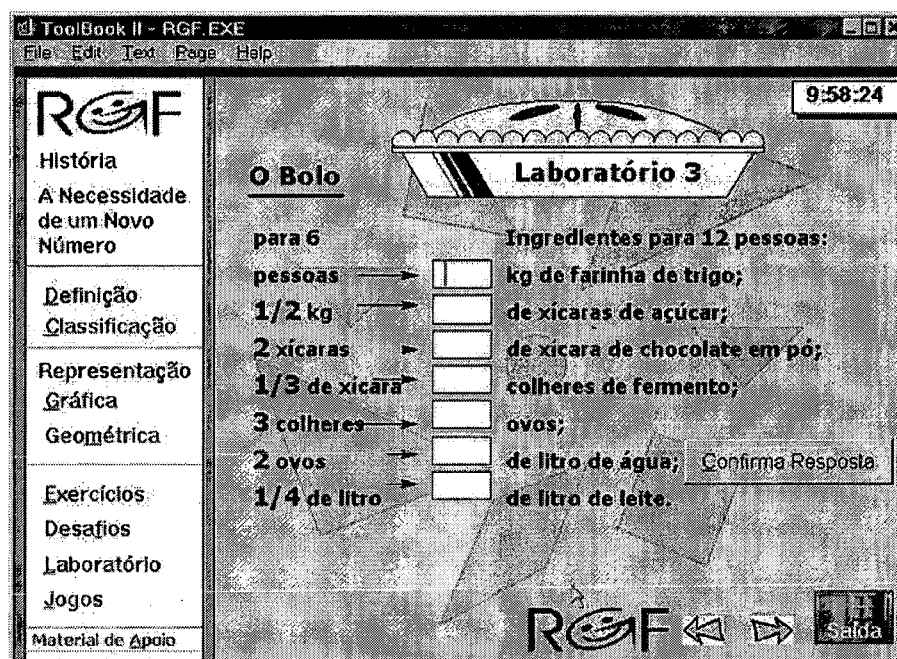


Figura 61- Tela do laboratório 3

Baseado na teoria de Moscovici, o ambiente *RGF*, como podemos observar na figura 62, possibilita à criança fazer anotações, numa caixa de texto, relacionadas às frações observadas por ela no seu dia-a-dia, para posteriormente discutir sobre estas com seus colegas de sala ou com seu educador. Ou ainda, o educador pode pedir às crianças que observem as coisas que as cercam diariamente, para que na aula seguinte seja registrada a informação e discutida entre todos.

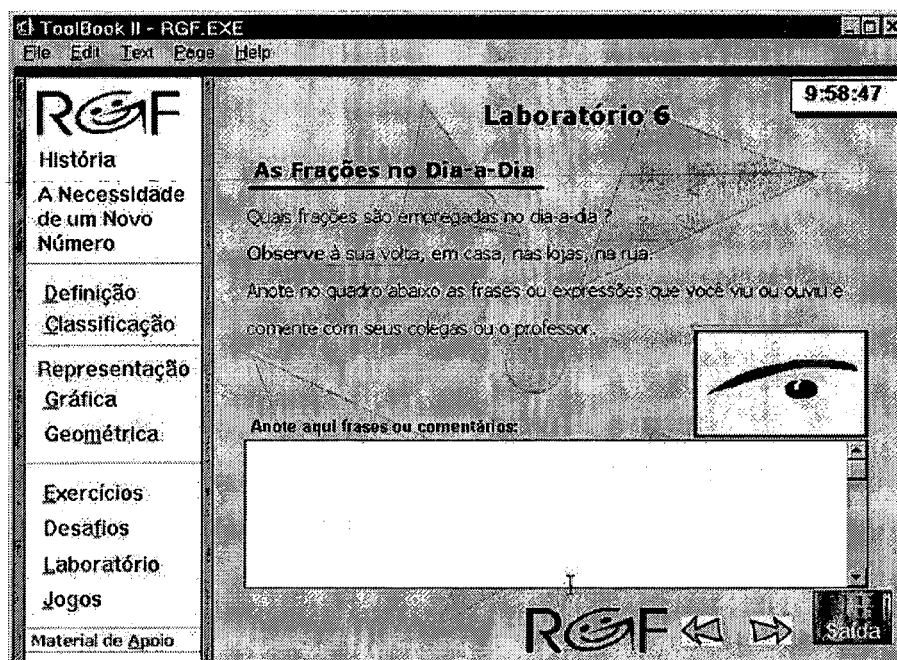


Figura 62- Tela do laboratório 6

Num momento qualquer ou em um específico, conforme os objetivos do educador, a criança tem a oportunidade de aprender brincando com os jogos (ver figura 63). O jogo da "Memória" (ver figura 64) tem como objetivo relacionar a figura com a parte numérica correspondente e o jogo "Organizando as Coisas" (ver figura 65) o de classificar cada fração e organizar conforme sua definição. Nas áreas "Desafio" e "Jogo", utilizamos scripts mais arrojados, onde contamos com o poder dos processadores dos microcomputadores.



Figura 63- Tela dos jogos

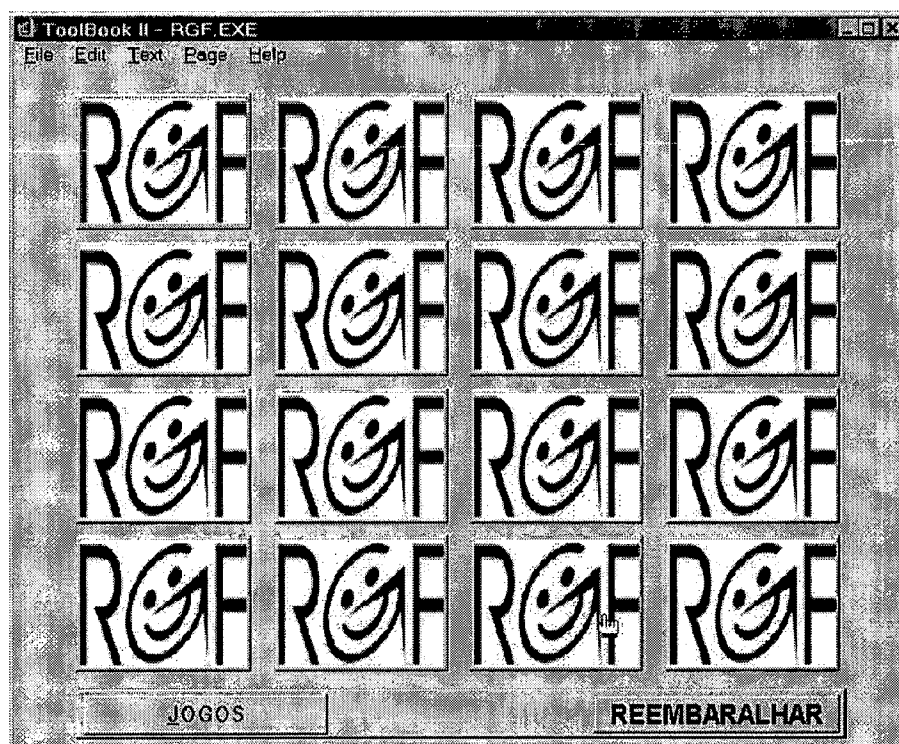


Figura 64- Tela do jogo da Memória

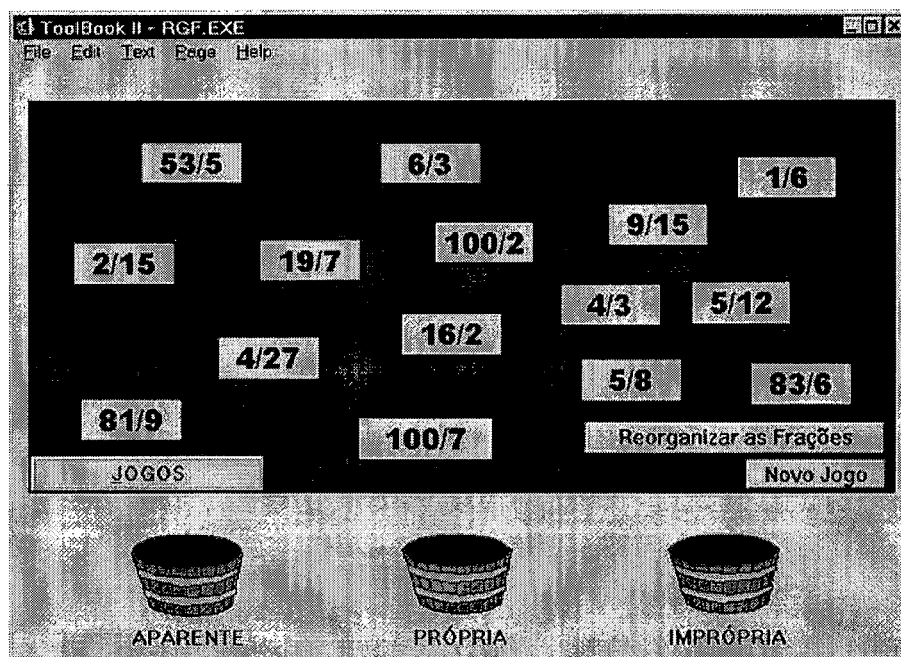


Figura 65- Tela do jogo Organizando as Coisas

Para Papert, o computador é a máquina das crianças, e segundo Piaget, o jogo, que é uma importante alternativa pedagógica, tem uma estreita relação com a construção da inteligência. Desta forma, ao fazermos uma combinação do computador com o jogo, determinamos uma fórmula perfeita para o processo educativo, associando duas fontes riquíssimas e lúdicas.

Segundo Ramos (1996), aprender brincando tem o sentido de que é possível aprender através de atividades que sejam realmente interessantes e significativas. Significa que a aprendizagem deve provir da ação efetiva do educando, seja esta motora ou intelectual. O jogo educativo deve proporcionar um ambiente crítico, fazendo com que a criança se sensibilize para a construção de seu conhecimento. Para isto é necessário que observemos a clareza dos objetivos que pretendemos atingir. Um objetivo bem formulado ajuda na elaboração da estratégia de ação e de um *feedback* apropriado (intervenções nos momentos adequados) e permite que a criança possa se auto-avaliar quanto ao seu desempenho. Os jogos produzem benefícios físicos, intelectuais, sociais e didáticos. E quando usados com finalidades educacionais trazem implícitas características que ajudarão a construir ou descobrir o conhecimento. A

curiosidade, a fantasia e o desafio são características que tornam os jogos intrinsecamente motivadores.

Nas figuras 66 e 67 mostramos, de forma ilustrativa, que em muitos momentos enfatizamos a importância de dividir qualquer que seja o objeto em partes iguais independente da sua forma geométrica.

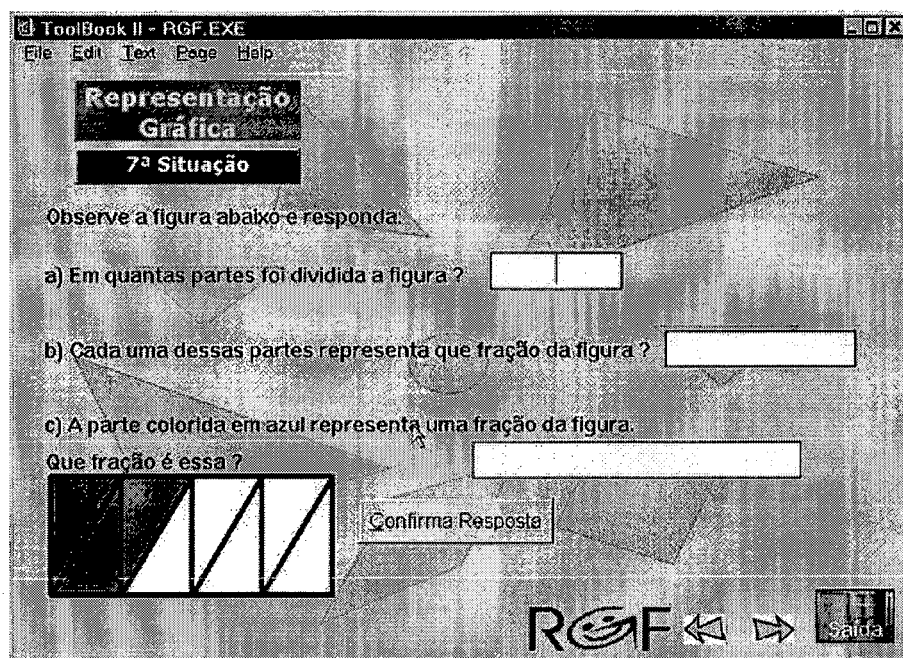


Figura 66- Tela de representação gráfica da sétima situação

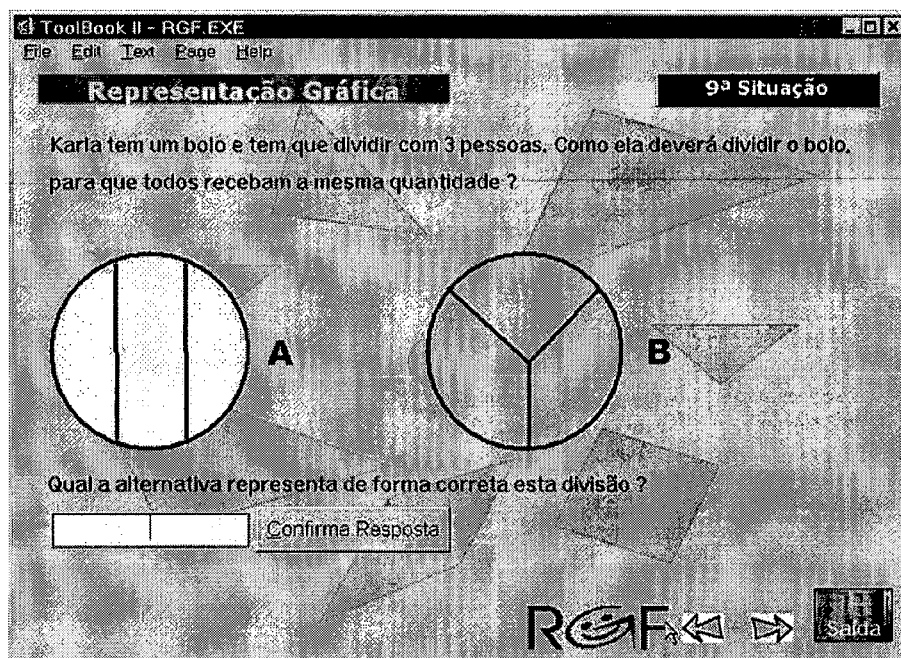


Figura 67- Tela de representação gráfica da nona situação

No modelo *RGF* a criança tem o auxílio do material de apoio (ver figura 68), o qual é composto de "*Observações Importantes*" que estão relacionadas com alguns materiais concretos e suas respectivas utilizações; "*Idéias Associadas ao Número Fracionário*", no qual temos algumas dessas faces trabalhadas por Kieren; o "*Tangram*", sua história e construção; a importância da "*Leitura das Frações*" e suas respectivas particularidades relacionadas ao denominador, e por último um "*Mini-Dicionário*" composto por 32 palavras contextualizadas dentro da temática trabalhada. Procuramos, no dicionário, utilizar um modelo hipertextual, no qual a criança encontra o que precisa onde quer que ela esteja navegando.



Figura 68- Tela de material de apoio

6.5 PROPOSTA DIDÁTICO/METODOLÓGICA DO *RGF*

Por ser um protótipo com grande quantidade de informações e para que essas informações se transformem em conhecimento para os educandos, podemos trabalhar com o *RGF* de algumas formas, de acordo com o público alvo.

Com as turmas de 3^a e 4^a séries podemos iniciar com a parte denominada Histórica ou a Necessidade desse novo número (não necessariamente nesta ordem), que são dois itens do menu principal, pois nestas séries as crianças já possuem a prática da leitura. Num segundo momento, de maneira dedutiva, podemos trabalhar com a idéia de equivalência, todo e parte desse todo, e isso pode ser trabalhado com o Tangram (desde sua história até sua construção) interagindo com o protótipo, através dos materiais: papel, régua, lápis e tesoura. Num terceiro momento o educador pode trabalhar com situações mais cotidianas com as crianças, utilizando materiais como: balas, folhas, régua, lápis e tesoura, propondo a elas algumas atividades com seus colegas. Essas situações com as balas e as folhas depois de trabalhadas podem ser vistas através de vídeos ilustrativos na parte de Representações no modelo *RGF*, para melhor

entendimento dessas atividades realizadas antes pelas crianças. Sendo assim, a criança manipulando e visualizando a realização das divisões vai aos poucos desenvolvendo e analisando suas representações mentais, aprimorando assim seus esquemas. E no quarto momento podemos brincar com o Jogo da Memória onde, sem ter o conceito de frações, a criança associará a fração à sua respectiva representação gráfica. E para a 4ª série ainda podemos trabalhar com a representação gráfica das frações. No modelo *RGF* foi elaborado um ambiente com nove situações-problema, contextualizadas no dia-a-dia da criança e que podem ser mediadas pelo educador a todo momento.

Com a turma de 5ª série antes de trabalhar qualquer conceito, a dinâmica pode ser iniciada da mesma forma que com as turmas de 3ª e 4ª séries. E posteriormente utilizando o Tangram podemos trabalhar o Desafio 1 e depois conceituar com o momento da Definição do número fracionário. Antes de o educador trabalhar com a classificação das frações, o conteúdo pode ser abordado de forma descontraída, inserido num ambiente lúdico com o jogo Organizando as Coisas. O jogo tem como objetivo organizar as frações em cada cesto de acordo com sua definição. A criança, pelo método dedutivo, analisará o que é comum a cada uma dessas frações, para poder colocar cada uma delas no seu respectivo cesto. Sendo assim, podemos navegar no modelo *RGF*, para formalizarmos a classificação das frações, através da conceituação seguida de exemplos ilustrativos. Num momento posterior podemos trabalhar a Representação Geométrica, que é a localização do número fracionário na reta real, o que chamamos de número racional propriamente dito. Em seguida podemos navegar no modelo *RGF* na parte dos Exercícios, Desafios e Laboratórios, onde cada um está contextualizado ao cotidiano da criança. E por último, a qualquer momento o educador pode trabalhar com a criança utilizando o material de apoio dentro do modelo *RGF*, o qual é composto de Observações, Idéias associadas às frações, Tangram, Leitura das frações e o Dicionário.

E para a 6ª série podemos utilizar o modelo *RGF* para rever alguns tópicos ou conceitos de frações. É importante salientar que para todas essas sugestões

para as turmas de 3^a, 4^a, 5^a e 6^a séries do ensino fundamental: devemos levar em consideração os conhecimentos prévios trazidos pelas crianças e a dinâmica da classe. Sendo assim, o educador terá que reformular a ordem de abordagem do conteúdo no modelo *RGF* respeitando esses itens:

6.6 EXPERIMENTAÇÃO DE FUNCIONALIDADE DO PROTÓTIPO *RGF*

Com o objetivo de verificar alguns aspectos de ergonomia, funcionalidade e aprendizagem foram realizadas aplicações práticas, que aconteceram em três momentos distintos. A primeira delas foi a utilização do protótipo por duas turmas de 6^a série do ensino fundamental do colégio particular Centro Educacional Barreiros (CEB), localizado no Bairro Barreiros no município de São José. A aplicação foi realizada com 50 educandos, que foram monitorados pela autora e pelos educadores das turmas. A navegação realizada pelos educandos foi feita de forma livre pelo protótipo, alguns em duplas, outros em pequenos grupos. Os educandos trabalharam no modelo *RGF* resolvendo exercícios, laboratórios, desafios, representação gráfica, entre outros problemas propostos pelo ambiente.

É relevante salientar que ocorreu a troca de informações entre os educandos destas turmas. Quando ocorria alguma dúvida ou problema a presença da autora ou do educador da turma era solicitada. Durante a realização da tarefa, observamos que os educandos possuíam uma boa familiaridade com o computador, dado este confirmado após a realização do questionário de satisfação (ver anexo). Por serem educandos de 6^a série, a aplicação serviu para revisão do conteúdo de frações, como foi detectado também pela pesquisa. Alguns usuários conseguiram navegar por todas as partes do modelo *RGF*. Após a navegação, foi entregue aos educandos um questionário de satisfação (ver anexo) com o objetivo de analisar os fatores que já foram citados anteriormente. Dentre as respostas oferecidas, podemos verificar que 40% usam computador somente na escola e os outros 60% têm acesso fora da escola. Em relação à linguagem utilizada, 82% responderam que era clara. Quanto aos símbolos

matemáticos, 98% responderam que são facilmente compreendidos. Sobre o tamanho e a cor da letra utilizada, 94% responderam que estava boa ou ótima. Quanto à posição e o tamanho das figuras, 96% responderam que estavam boas ou ótimas. Em relação às cores das páginas e suas combinações, 94% responderam que estavam boas ou ótimas. 5% dos usuários encontraram rejeição de alguma de suas respostas e erro nas respostas dos problemas propostos durante a navegação. Nenhum erro de ortografia foi registrado.

No que se refere à aprendizagem, 66% disseram que o modelo *RGF* motivou a resolução dos problemas, sendo que 32% responderam parcialmente; 88% responderam que o protótipo é adequado a seu nível de escolaridade; 86% responderam que o modelo apresenta recursos e estratégias dinâmicas que podem contribuir para sua aprendizagem; 86% responderam que o protótipo é interativo; 100% responderam que o modelo ajuda na aprendizagem das frações; 32% não tiveram a oportunidade de estudar frações através de problemas inseridos em um ambiente lúdico; 92% responderam que o protótipo fez rever alguns conteúdos como: a definição, a classificação, representação gráfica, entre outros; 36% acharam necessário o acompanhamento ou auxílio do educador para navegar no ambiente *RGF*; 80% responderam que a forma de abordagem do conteúdo é diferente da sala de aula e quando se perguntou a parte do protótipo que as crianças mais gostaram, em primeiro lugar tivemos os jogos, depois a parte histórica, os exercícios, os desafios, os laboratórios, o dicionário e outras partes do *RGF*.

Na segunda experimentação do protótipo foi realizada uma aula prática com uma turma de 5^a série do ensino fundamental do CEB. A aula foi realizada com a utilização do modelo *RGF* e com o material de apoio o Tangram (ver anexo), tendo como objetivo trabalhar a idéia de parte e todo. A aplicação foi realizada com 36 crianças, sendo que a aula foi ministrada pela autora e monitorada pela educadora da turma. No laboratório de informática do CEB agrupamos as crianças em pequenos grupos. De acordo com o objetivo já citado anteriormente, a navegação foi direcionada, começando pela história do Tangram, as imagens

criadas pelo mensageiro com as suas peças e sua construção e por último o desafio 1. Algumas mediações foram realizadas pela autora no decorrer da navegação. É relevante salientar que pelo fator tempo as crianças não puderam realizar a construção do seu próprio Tangram, mas isso não invalida os objetivos. Foi entregue um Tangram para cada grupo e posteriormente recortado por um dos integrantes do grupo. Com o Tangram recortado e o desafio 1 (tendo como objetivo formar quadrados utilizando duas peças primeiramente, depois três, quatro, cinco, seis e sete peças do Tangram) na tela do computador, o momento era de “mãos à obra”. Observou-se no decorrer da dinâmica de grupo a efervescência das crianças, a euforia de superar um desafio após o outro. As dificuldades foram aumentando à medida que o número de peças crescia. É nesse momento que a criança trabalha com a parte material e cognitiva. Isso faz com que ela crie ou recrie esquemas, e com as experiências selecione e aprimore seus modelos mentais.

É importante salientar que em nenhum momento foi mencionado o assunto de frações ou qualquer coisa semelhante. A ansiedade de conseguir realizar cada um desses desafios era uma vitória para o grupo. Depois de alguns minutos começaram a aparecer algumas conclusões, “*como se tivesse caído à ficha*” de algumas crianças, como podemos observar nas falas no quadro abaixo:

“o meu quadrado é duas peças de sete”;

“este quadrado é três partes do Tangram”; e

“este quadrado é cinco sétimos do Tangram.

Quadro 2- Falas das crianças colhidas na aula de experimentação

Podemos observar na primeira e segunda frases citadas acima que as conclusões são mais originais de acordo com os conhecimentos e descobertas das crianças. Na terceira frase temos uma conclusão matematicamente formalizada. Em virtude do pouco tempo foi sugerido aos educandos que realizassem extra classe outras relações de acordo com a atividade.

A terceira experimentação foi realizada com educadores de Matemática da Escola Técnica Federal de Santa Catarina, tendo como objetivo a conceituação matemática abordada no modelo. Os usuários navegaram livremente pelo modelo *RGF*, sendo que para esses foi solicitado que redigissem e/ou verbalizassem as observações ou sugestões surgidas no decorrer da navegação. Por terem os educadores formação em Matemática, as sugestões foram mais voltadas para o nível de conteúdo. Dentre as sugestões realizadas pelos mesmos, encontramos o uso de uma linguagem mais simplista, explanação de tópicos para melhor compreensão do conteúdo, dentre outras. Em termos de interface foram dadas algumas sugestões que servirão para melhorias de trabalhos futuros.

7. CONCLUSÃO

Neste trabalho mostramos o desenvolvimento de uma aplicação prática de um ambiente hipermídia para o auxílio no processo ensino-aprendizagem das frações.

Com as novas tecnologias no desenvolvimento de Softwares Educacionais, há uma busca constante de novas metodologias a serem aplicadas no ensino. O ambiente hipermídia proporciona a junção de recursos e estratégias dinâmicas, com isso, visando a potencialização da aprendizagem.

Foi desenvolvido o modelo computacional *RGF*, usando características e técnicas de hipermídia. Implementado em um ambiente para o desenvolvimento de sistemas de autoria, ToolBook II, cuja programação é orientada a objetos. Desenvolvido em ambiente Windows, possibilita ao usuário uma boa interatividade com o modelo.

De acordo com o estilo de cada usuário, a navegação pode ocorrer pelo mouse ou teclado, tornando o ambiente mais flexível. Em relação à interface, numa pesquisa realizada com o público alvo, atingiu índices elevados de adequação. Por ser um ambiente hipermídia o usuário pode navegar de forma não-linear, de acordo com sua necessidade, através do menu principal ou através das setas de página anterior ou próxima página.

É importante ressaltar a facilidade de implementar tais recursos, devido à eficiência de flexibilidade do Software de autoria nesses aspectos.

Apresentamos propostas metodológicas para a utilização do ambiente hipermídia *RGF* como apoio pedagógico no ensino de frações, no qual o educador pode explorar o modelo *RGF* de acordo com as necessidades específicas das séries do Ensino Fundamental e/ou de acordo com o andamento do conteúdo. É importante ressaltar que as aulas têm que ser ministradas em laboratório computacional. Para a elaboração, a construção e a implementação do modelo *RGF*, realizamos uma pesquisa de campo para investigar as

dificuldades existentes na aprendizagem das frações. O instrumento usado foi um questionário direcionado, realizado com as crianças da 5ª série do Ensino Fundamental, cujo objetivo era detectar essas dificuldades, com isso, facilitando a elaboração e a forma de explicar o conteúdo.

Três experimentações do protótipo foram realizadas. Uma com os educandos de 6ª série, outra com a 5ª série e uma última com os educadores. Verificamos através da experimentação realizada com as crianças de 6ª série, que as mesmas se mostram bastante motivadas, sendo que o modelo pode contribuir de maneira significativa no processo de revisão do conteúdo de frações.

Na experimentação com as crianças de 5ª série, percebemos que a motivação é explícita e a interatividade foi constante entre o modelo *RGF*, o educador e os educandos da turma. É importante ressaltar também a efervescência de cada desafio realizado; com a manipulação das peças do Tangram, as conclusões apareciam no decorrer do tempo, com isso, potencializando o processo de ensino-aprendizagem, mais significativo para as crianças, sendo que a motivação é um dos objetivos da nossa pesquisa. Esta potencialidade está vinculada em proporcionar ao educando diferentes formas de trabalhar, abordar e contextualizar o conteúdo a ser estudado, buscando a aquisição do conhecimento e ter a capacidade de relacionar diferentes registros para o mesmo objeto matemático, com isso, possibilitando a criança uma coordenação entre os registros matemáticos e suas transições, prevenindo dificuldades futuras.

Na experimentação com os educadores de Matemática, foi detectada a surpresa na forma de explanação, exploração e apresentação no modelo *RGF* em relação à representação das frações, o que comprova alguns dos objetivos do modelo.

O ambiente hipermídia é uma das novas tendências no auxílio do processo de ensino-aprendizagem, sendo que o mesmo possibilita a apresentação, a representação e a construção do conhecimento. O protótipo *RGF* representa uma pequena contribuição restrita ao processo ensino-aprendizagem das frações.

É importante salientar que a experiência adquirida com o desenvolvimento do protótipo gera grande expectativa e motivação para a continuidade do presente trabalho. O modelo deverá ser submetido a outras etapas de avaliação e revisão, sendo então validado.

Dentre as recomendações para trabalhos futuros, destacamos: a ampliação do protótipo com a incorporação da ajuda, proporcionando ao usuário o auxílio para a realização das atividades; a migração do sistema para a utilização via Internet; a introdução de uma base de dados com as respostas para fazer avaliação, além do manual para o usuário e o desenvolvimento de uma metodologia para validação deste tipo de Software.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- ALENCAR, Eunice M. L. Soriano de. *Psicologia: introdução aos princípios básicos do comportamento*. 7 ed. Petrópolis, (RJ) Vozes, 1986.
- ALMEIDA, Arthur C. & CORRÊA, Francisco J.S. de ^a. *Papiro de Rhind e as Frações Unitárias*. Revista do Professor de Matemática. Nº 35, páginas 2-8.
- AUSUBEL, D.. *Educational psychology: A cognitive view*. New York: Holt. Rinehart and Winston, 1968.
- BALASUBRAMANIAN, V.. *State of the Art Review on Hypermedia Issues and Applications*. Disponível em <http://netspot.city.unisa.edu.au/netspot/tutorial/hypertext.html>. Acessado em março de 1994.
- BEHR, M.J., LESH, R., POST, T.R. & SILVER, E. A.. *Rational number concepts. Aquisition de mathematical concepts and processes*. New York, (NY): Academic Press, 1983.
- BIELAWSKI, L. & LEWAND, R.. *Intelligent Systems Design - Integrating Expert Systems, Hypermedia, and Database Technologies*. USA: John Wiley & Sons, Inc., 1991.
- BUCKLAND, M. K.. *Emanuel Goldberg, Eletronic Document Retrieval, and Vannevar Bush's Memex*. Journal of the American Society for Information Science. Nº 4, páginas 284-294, 1992.
- BUSH, V.. *As We May Think*. Disponível em <http://www.isg.sfu.ca/~duchier/misc/vbush>. Acessado em abril de 1994.
- CARLSON, P. A.. *New Metaphors for Eletronic Text*. 1991.
- CHAIBEN, Hamilton. *Hipermídia na Educação*. Disponível em <http://www.cce.ufpr.br/~hamilton>. Acessado em novembro de 1999.

- COHEN, R.. *Conceptual styles, culture conflict, and nonverbal tests of intelligence*. American Anthropologist. Nº 71, páginas 828-856, 1969.
- COLLIER, G. H.. *Thoth-II: Hypertext with explicit semantics*. Hypertext '87 Proceedings. New York: Association for Computing Machinery Press, 1987.
- CONKLIN, J.. *Hypertext : An Introduction and Survey*. IEEE Computer, páginas 17-40, Setembro de 1987.
- CÔRTEZ, Pedro Luiz. *Conhecendo e trabalhando com o Toolbook*. São Paulo: Érica, 1997.
- DAMM, Regina F., MACHADO, Silvia Dias Alcântara... et al. *Registros de Representação*. In *Educação Matemática: uma introdução*. São Paulo: EDUC, 1999.
- DUTRA, Fábio Correa. *O Ensino de Frações no 1º Grau*. LEACIM – Laboratório de Ensino e Aprendizagem de Ciências e Matemática, UFES. 1998
- DUVAL, R.. *Registres de representacion sémiotique et fonctionnements cognitif de la pensée*. Annales de didactique et Sciences Cognitives, IREM-UPL, páginas 37-65. 1993
- EISENCK, M. W., KEANE, M. T.. *Psicologia cognitiva: um manual introdutório*. Porto Alegre, RS: Artes Médicas, páginas 490, 1994.
- EKLUND, J.. *Cognitive models for structuring hypermedia and implications for learning from the world-wide web*. Disponível em <http://elmo.scu.edu.au/sponsored/ausweb/ausweb95/papers/hypertext/eklund/index.html>. Acessado em novembro de 1995.
- ENGELBART, D. C.. *A Conceptual Framework for the Augmentation of Man's Intellect*. Vistas in Information Handling, Sp artan Books, páginas 1-29. 1963.

- ENGELBART, D. C.. *Toward Augmenting the Human Intellect and Boosting our Collective IQ*. Communications of the ACM, N° 8, páginas 30-33. 1995.
- EVES, Howard. *Introdução à história da matemática*. Campinas, SP: editora da UNICAMP, 1995.
- FAGUNDES, Léa da C.. *Informática na Escola*. Rio de Janeiro: 1992.
- FALZETTA, Ricardo. *Frações como torná-las um prato apetitoso*. Revista Nova Escola. Ano XIII, N° 113, páginas 10 – 17. junho de 1998.
- FIDERIO, J.. *A Grand Vision - Hypertext Mimics the Brain's Ability to Access Information Quickly and Intuitively by Reference*. Byte Magazine. N° 10, páginas 237-244, outubro de 1988.
- GROFF, Patrick. *A future for fractions*. Mathematics Teacher do NCTM (Conselho Nacional dos Professores de Matemática), N° 140, setembro de 1992.
- GROFF, Patrick. *Mathematics Teaching in the Middle School*, N° 8, janeiro/fevereiro de 1996.
- GUELLI, Oscar. *Contando a história da matemática*. A invenção dos números. 5 Ed. Ática, 1995.
- HAMPSON, P. J. & MORRIS, P. E.. *Understanding cognition*. Cambridge, MA: Blackwell Publishers Inc., 1996.
- HARIKI, Seiji. *Sobre Frações Próprias, Impróprias e Aparentes*. Revista do Professor de Matemática. N° 23, páginas 19 – 22. 1993
- HELLER, R. S.. *The role of hypermedia in education: A look at the research issues*. Journal of Research on Computing in Education. N° 22. páginas 431-441, 1990
- HETKOWSKI, Tânia Maria. *O computador na escola: entre o medo e o encantamento*. Dissertação de mestrado, Mimio. Ijuí: Unijuí. 1997

- HIEBERT, & BEHER, N.. *Introduction: Capturing the Major Themes*. Y. Hiebert e M. Beher. Number Concepts and Operations in the Middle Grades, páginas 1-18, 1988
- IFRAH, Georges. *Os números: história de uma grande invenção*. Rio de Janeiro: Globo, 1989.
- JOHNSON-LAIRD, P.. *Mental models*. Cambridge, MA: Harvard University Press, 1983.
- JONASSEN, D. H.. *Representing the Expert's Knowledge in Hypertext*, 1991.
- JONASSEN, D. H.. *Hipertext as Instructional Design*. Educational Technology Research and Development, Nº 1, páginas 83-92, 1991.
- JONASSEN, D.H.. *Designing Structured Hypertext and Structuring Access to Hypertext*. Educational Technology, páginas 13-16, Novembro de 1988.
- JONASSEN, D.H.. *Designing Hypertext for Learning*. New Directions in Educational Technology, Springer-Verlag, 1992.
- KIEREN, T.E.. *On Mathematical cognitive and instructional foundations of rational number*. Number and Measurement. Columbus, Eric/Smeac, 1976.
- KIRBY, P.. *Cognitive style, learning style, and transfer skill acquisition*. Information Series Number 195. Columbus: Ohio State University, National Center for Research in Vocational Education.
- LÉVY, P.. *As Tecnologias da inteligência: o futuro do pensamento na era da informática*. Ed. 34. Rio de Janeiro: 1993.
- LÉVY, Pierre.. *As tecnologias da inteligência: O futuro do pensamento na era da informática*. Ed. 34. Rio de Janeiro: 1997.

- LITTO, Fredric M.. *Repensando a educação em função de mudanças sociais e tecnológicas recentes*. In: OLIVEIRA, Vera B.. *Informática em Psicopedagogia*. São Paulo: SENAC, 1996.
- LOCATIS, C., LETOURNEAU, G., BANVARD, R.. *Hypermedia and instruction*. Educational Technology Research and Development, Nº 37, páginas 65-77. 1989
- LOING, Bernard. *Escola e Tecnologias: reflexão para uma abordagem racionalizada*. Tecnologia Educacional. Rev.. Rio de Janeiro, páginas 40-43, julho/agosto/setembro de 1998.
- MANNHEIN, Karl. *Essays on the sociology of knowledge*. New York: Paul Kecsckemeti, 1952.
- MARSHALL, C.C.. *Exploring representation problems using hypertext*. Hypertext '87 Proceedings. New York: Association for Computing Machinery Press. páginas 253-268. 1987.
- MARTINS, Marcela Barbosa & LOCH, Márcia. *Escola e Computador*. Disponível em <http://www.ced.ufsc.br/~a9718734/>. Acessado em outubro de 2000.
- McALEESE, R.. *Some Problems of Knowledge Representation in an authoring environment: Exteriorization, Anomolous State Metacognition and Self-confrontation*. Programmed Learning and Educational Technology, Nº 4, páginas 299-306. 1985.
- MORAES, M.C.. *Informática Educativa no Brasil: Uma História Viva, Algumas Lições Aprendidas*. Disponível em <http://www.edutecnet.com.br/edmcand.htm>. Acessado em novembro de 1999.
- MOSCOVICI, S.. *La psychamanlyse, son image et son public*. Paris: PUF, 1961.
- MURTA, Breno Hermont. *História do Computador*. Disponível em <http://www.breno.com.br/historia.html>. Acessado em outubro de 2000.
- NEGROPONTE, Nicolas. *A vida digital*. São Paulo: Companhia das Letras, 1995.

- NELSON, T.. *A File Structure for the Complex, the Changing and the Indeterminate*. Proceedings of the ACM 20th national conference, 1965.
- NELSON, T.. *Literary Machines*. Sausalito, Califórnia: Mindful Press, 1993.
- NORMAN, D.A.. *Some observations on mental models*. In Gentner, D. And Stevens, A. L. (Eds.). *Mental models*. Hillsdale, NJ: Lawrence Erlbaum Associates. páginas 6-14, 1983.
- OLIVEIRA, JOÃO BATISTA A.; CHADWICK, CLIFTON B.. *Tecnologias educacionais: teorias das instruções*. Petrópolis: Vozes. página 224, 1984.
- OREN, T.. *The architecture of static hypertext*. Hypertext '87 Preceedings. New York: Association for Computing Machinery Press. páginas 291-306, 1987
- PALUMBO, Bermúdez. *Using hypermedia to language minority learners in achieving academic success*. In REED, W Michael, BURTON, Jonh K., LIU, Min. *Multimedia and Megachange: New Roles for Educational Computing*. New York: The Hawort, páginas 171-188, 1994.
- PARKES, A. P.. *A Study of Problem Solving Activities in a Hypermedia Representation*. Journal of Educational Multimedia and Hypermedia, Nº 2, páginas 197-223, 1994.
- PERSIDSKY, Andre. *Director 7.0 para McIntosh e Windows: guia rápido visual*. São Paulo: Berkeley, 2000.
- PIAGET, J.. *Le jugement et le raisonnement chez l'enfant*. Delachaux & Niestlé, Neuchatel, 1924.
- Projeto Fundação. *Números-Linguagem Universal (a aparecer)*. Rio de Janeiro: Instituto de Matemática, UFRJ, 1994.
- QUILLIAN, M. R.. *Semantic Memory*. In MINSKY, M.. *Semantic Information Processing*. Cambrige: The MIT Press, páginas 227-270, 1968.

- RAMIREZ, M. & PRICE-WILLIAMS, D. *Cognitive styles in children: Two Mexican communities*. Interamerican Journal of Psychology, Nº 8, páginas 93-101, 1974.
- RAMOS, Edla M. F.. *Educação e Informática: reflexões básicas*. Florianópolis: UFSC, Revista Graf & Tec, julho de 1996.
- RASKIN, J.. *The hype in hypertext: A critique*. Hypertext '87 Proceedings. New York: Association for Computing Machinery Press, páginas 325-330, 1987.
- SBEM. REVISTA DA SOCIEDADE BRASILEIRA DE EDUCAÇÃO MATEMÁTICA. Ano 5, Nº 3, páginas 5 – 8. São Paulo: SBEM, janeiro de 1997.
- SKRÅMM, Y.. *Hypertext: Historical Structure or Research Tool*. Disponível em <http://orakel.hf.uio.no/vnet/ahc-94.html>. Acessado em novembro de 1994.
- SMITH, J. B., WEISS, S. F.. *Hypertext*. Communications of the ACM, Nº 7, páginas 816-819, Julho de 1988.
- SMITH, L. H., RENZULLI, J. S.. *Learning style preferences: A practical approach for teachers*. Theory into Practice, páginas 44-50, 1984.
- SPINILLO, Alina Galvão. *Competência Programática: Estrutura ou Contexto?* Mestrado em psicologia. Orientadora Dr^a. Terezinha Nunes Carreher, 1984.
- TINOCO, Lúcia A. A., LOPES, Maria Laura Mouzinho L.. *Frações dos resultados de pesquisa à prática em sala de aula*. REVISTA DA SOCIEDADE BRASILEIRA DE EDUCAÇÃO MATEMÁTICA. Ano 1, Nº 2, páginas 13–18. São Paulo: 1994.
- VERGNAUD, G., LABORDE, C.. *l'apprentissage et l'enseignement des mathématiques*. In VERGNAUD, G.. *Apprentissages et didactiques où en est-on?*, 1994.

- VERGNAUD, G.. *La théorie des champ conceptuels*. In Recherches en Didatiques des Mathématiques, N° 23, páginas 133-170, 1990.
- VIEIRA, Fábila M. Santos. *A Utilização das Novas Tecnologias na Educação numa Perspectiva Construtivista*. Disponível em <http://www.proinfo.gov.br/didatica/testosie/txnovatec.shtm>. Acessado em outubro de 2000.
- WAGMAN, M.. *Cognitive Science and Concepts of Mind - Toward a General Theory of Human and Artificial Intelligence*. USA: Praeger Publishers, 1991.
- WEISS, Alba Maria Lemme, ABREU, Sueli. *Por que o Uso do Computador na Educação*. Livro do Congresso – Congresso Internacional dos Exponentes na Educação – Habilidades, Competências e Tecnologias na Educação , setembro de 2000.
- WITKIN, H. A.. *A cognitive style approach to cross-cultural research*. International Journal of Psychology, N° 2, páginas 223-250, 1967.
- ZANDOMENEGHI, Ana L. A. Oliveira, SCHNEIDER, Ernani J., LINCHO, Paulo R. P.. *A Informática na Educação*. Livro do Congresso – II Congresso Internacional de Educação do Colégio Coração de Jesus – Ética e Educação: Brasil Outros 500, julho de 2000.

BIBLIOGRAFIA COMPLEMENTAR

Apostila POSITIVO. Ensino Fundamental. 5ª série. *Matemática*. Livro do Professor, Paraná: Positivo.

ACKERMANN, E.. *Comunicação Pessoal durante "The 10th International Conference on Technology and Education*. Cambridge, Massachusetts, 1993.

ALLINSON, L., Hammond, N.. *A learning support environment - The hitch-hiker's guide*. In R. McAleese, *Hypertext: Theory into practice*. Norwood, NJ: Ablex Publishing Corporation, páginas 62-74, 1989.

APPLE, M. V.. *O computador na educação: parte da solução ou parte do problema?*. Educação e Sociedade. São Paulo, Nº 23, páginas 25-48, abril de 1986.

ARARIBÓIA, G.. *Inteligência artificial - Um curso prático*. Rio de Janeiro: Livros Técnicos e Científicos Ltda, 1989.

AZENHA, M. G.. *Construtivismo: de Piaget à Emilia Ferreiro*. São Paulo: Ática, página 112, 1993.

BABIN, Pierre, KOULOUMDJIAN, Marie-France. *Os novos modos de compreender: a geração do audiovisual e do computador*. São Paulo: Edições Paulinas, 1989.

BAEKER, R. M., BUXTON, W. A. S.. *A historical and intellectual perspective*. In R. M. Baeker, BUXTON, W. A. S. (Eds.). *Readings in human computer interaction: A multidisciplinary approach*. Los Altos, CA: Morgan Kaufmann, páginas 41-54, 1987.

BAETHGE, Martin. *Novas tecnologias, perspectivas profissionais e auto compreensão cultural: desafios à formação*. Educação e Sociedade. São Paulo, Nº 34, páginas 7-26, dezembro de 1989.

- BARKER, P., Manji, K.. *Computer-based training: An institutional approach*. Education & Computing, Nº 8, páginas 229-237, 1992
- BERGER, D.. *Video-on-demand metadata query interfaces*. [Tese de mestrado]: Berkeley: Universidade da Califórnia, 1995.
- BERNERS-LEE, T., CAILLIAU, R., LUOTONEN, A., NIELSEN, H. F., SECRET, A.. (1994). The world-wide web. Communications of the ACM, Nº 37, páginas 76-82, 1994.
- BIANCHETTI, Lucídio. *Dilemas do professor frente ao avanço da informática na escola*. Boletim Técnico do Senac. Rio de Janeiro, Nº 2, páginas 3-11, maio/agosto de 1997.
- BIRKMAIER, C.. *What are the prospects for video on the net? How video might be coming soon to a PC, NC or TV near you*. Disponível em <http://www.netscapeworld.com/nw-01-1997/nw-01-videotech.html>. Acessado em 12 de março de 1997.
- BONILLA, Maria Helena Silveira. *A Internet vai à escola!* CD-ROM, ANPED. Florianópolis: UFSC/CED, 1998.
- BRACHMAN, R. J.. *The Basics of Knowledge Representation and Reasoning*. AT&T Technical Journal, Nº 1, página 15, 1988.
- BUCHANAN, B. G., FEIGENBAUM, E. A.. *DENDRAL and Meta-DENDRAL: Their Applications Dimension*. Artificial Intelligence, Nº 11, páginas 5-24, 1978.
- BUFORD, J. F. K.. *Uses of multimedia information*. In Multimedia systems. New York, NY: Addison-Wesley, 1994.
- CARVALHO, Mauro Giffoni. *Piaget e Vygotsky: as contribuições do interacionismo*. Dois Pontos. Rev., Nº 24, páginas 26-27, Belo Horizonte, 1996.

- CASTRO, M. A. S.. *Pesquisa científica e os novos ambientes eletrônicos*. In Catálogo eletrônico da 48ª reunião anual da SBPC. PUC-SP, julho de 1996.
- CD-ROM. Available: Infoco Consultoria de Sistemas/Mesa Redonda.
- CHAVES, Eduardo O. C., SETZER, Waldemar W.. *O uso de computadores em escolas: Fundamentos e críticas*. São Paulo: Scipione, 1988.
- COUTAZ, Joëlle. *Interfaces Homme - Ordinateur*. Paris: Bordos, 1990.
- DANTE, Luiz Roberto. *Matemática: livro do professor*. São Paulo: Ática, 1997.
- DELEUZE, G.. *Diferença e Repetição*. Rio de Janeiro: Graal, 1988.
- DEMO, P.. *Educar pela Pesquisa*. Campinas, São Paulo: Autores Associados, 1996.
- DUNCAN, E. B.. *A faceted approach to hypertext?*. In R. McAleese (Ed.), *Hypertext: Theory into practice*. Norwood, NJ: Ablex Publishing Corporation, páginas 157-163, 1989.
- DUVAL, Raymund. *Figure's Representational Function in Geometry and Figure's Multiple and Parallel Entries*. Disponível em http://www.cinvestav.mx/mat_edu/Duval2000.html.
- DUVAL, Raymund. *Representations and Mathematics Visualization*. Disponível em http://www.cinvestav.mx/mat_edu/guidelines2002.html.
- EVES, Howard. *Introdução à história da matemática*. Campinas, SP : Editora da UNICAMP, 1995.
- FAGUNDES, Léa. *A escolha de software educativo e a inserção de software em projetos educacionais*. In: III Encontro Nacional do PROINFO, MEC. Pirenópolis, GO: 1998.

- FALCÃO, J. T. R.. *Computadores e educação: breves comentários sobre alguns mitos*. Revista Brasileira de Estudos Pedagógicos. Brasília, Nº 165, páginas 243-56, maio/agosto de 1989.
- FEDERIGHI, C., ROWE, L. A.. *A distributed hierarchical manager for a video-on-demand system*. Proc. of Symp. On Elec. Imaging Sci. & Tech., páginas 185-197, fevereiro de 1994.
- FERREIRA, A. B. H.. *Dicionário Aurélio básico da língua portuguesa*. Rio de Janeiro: Nova Fronteira, 1988
- FLUCKIGER, F.. *Understanding networked multimedia applications and technology*. Hemel Hempstead, UK: Prentice-Hall, 1995
- FREIRE, P.. *Pedagogy of the Oppressed*. New York: The Seabury Press, 1970.
- FRIGOTTO, Gaudêncio. *Trabalho – educação e tecnologia: treinamento polivalente ou formação politécnica?*. Educação e Realidade. Porto Alegre, Nº 1, páginas 17-28, janeiro/junho de 1989.
- FRÓES, J.. *A tecnologia na vida cotidiana: importância e evolução sócio-histórica*. Rio de Janeiro, 1994. Mimeografado.
- FRÓES, J.. *Os Sistemas Informatizados: uma Cartografia do processo de introdução dos recursos informatizados na Escola*. Dissertação de Mestrado. Pontifícia Universidade Católica de São Paulo. São Paulo, 1997. Mimeografado.
- FRÓES, Jorge R.M.. *Educação e Informática: A Relação Homem/Máquina e a Questão da Cognição*. Disponível em http://www.proinfo.gov.br/didatica/testosie/prf_txtie4.shtm. Acessado em 2000.
- GATES, Bill. *A estrada do futuro*. São Paulo: Companhia das Letras, 1995.
- GERTLER, Nat. *Multimídia Ilustrada*. Rio de Janeiro: Axcel Books, 1995.

- GIBBS, S. J., Tschritzis, D. C., *Multimedia programming - Objects, environments and frameworks*. Workinghan, Inglaterra: Addison-Wesley, 1995.
- GIOVANNI, José Ruy. *A conquista da Matemática*. Coleção a conquista da matemática. São Paulo: FTD, 1998.
- GREENFIELD, P. M.. *Electronic technologies, education, and cognitive development*. In BERGER, D. E., PEZDEK, K., BANKS, W. P.. *Applications of cognitive psychology: Problem solving, education and computing*. Hillsdale, NJ: Lawrence Erlbaum Associates, páginas 17-32, 1987.
- GRIFFIOEN, J., YAVATKAR, R., ADAMS, R.. *Automatic and dynamic identification of metadata in multimedia*. Disponível em <http://www.computer.org/conferen/meta96/adams/paper.html>. Acessado em novembro de 1996.
- HARRISON, M. A.. *The essential elements of hypermedia*. In EARNSHAW, R. A., VINCE, J. A.. *Multimedia systems & applications*. San Diego: Academic Press, páginas 79-99, 1995.
- HIEBERT, Y., BEHER, N.. *Introduction: Capturing the Major Themes*. In HIEBERT, Y., BEHER, N.. *Number Concepts and Operations in the Middle Grades*, Reston, V.A, NCTM, páginas 1-18, 1998.
- IMENES, L. M., MARANHÃO, M. C.. *Jogos com frações*. In Revista de ensino de ciências, N° 17, São Paulo: FUNBEC, 1987.
- IMENES, Luiz Márcio Pereira. *Matemática*. São Paulo: Scipione, 1997.
- JANVIER, C.. *Contextualização e representação na utilização da matemática*. In GARNIER, C., BEDNARZ, N., ULANOVSKAYA, I.. *Após Vygotsky e Piaget: perspectivas social e construtivista, escolas russa e ocidental*. Porto Alegre: Artes Médicas, páginas 111-126, 1996.

- KASTRUP, V.. *A invenção de si e do mundo - uma introdução do tempo e do coletivo no estudo da cognição*. Tese de Doutorado. Pontifícia Universidade Católica de São Paulo, 1997. Mimeografado
- KLINE, M.. *Why Johnny Can't Add: the failure of the new math*. New York: Vintage Books, 1973.
- LEE, E. K., CHEN, P. M., HARTMAN, J. H., DRAPEAU, A. L. C., MILLER, E. L., Katz, R. H., GIBSON, G. A., PATTERSON, D. A.. *RAID-II: A scalable storage architecture for high-bandwidth network file service*. Proc. of 21st International Symposium on Computer Architecture, páginas 234-244, 1994.
- LÉVY, P.. *A Inteligência Coletiva - por uma antropologia do ciberespaço*. São Paulo, SP: Edições Loyola, 1998.
- LÉVY, P.. *Tecnologias da Informação. O futuro do pensamento na era da informática*. Rio de Janeiro: 34, página 208, 1993.
- LÉVY, P.. *Lefeu Libérateur*. A traduire en brésilien et en italien. 1999
- LIEBERMAN, H.. *Mondrian: A Teachable Graphical Editor*. (Artigo não publicado). Visible Language Workshop, Massachusetts Institute of Technology Media Laboratory, Massachusetts, 1992.
- LINDSTRON, R. L.. *Guia business week para apresentações em multimídia*. São Paulo: Makron Books.1995
- LINHARES, Célia Frazão. *Qualificação de professores: a produção histórica das "novas tecnologias" e as possibilidades emancipatórias da escola*. Contexto e Educação. Ijuí, InIjuí, Nº 31, páginas 13-25, julho/setembro de 1993.
- LITTLE, T.D.C., VENKATESH, D.. *Client server metadata management for the delivery of movies in a video-on-demand system*. Proc. of 1st Intl.

Workshop on Services in Distributed and Networked Environments, páginas 11-18, junho de 1994.

LOBO NETO, F. J. da S.. *A tecnologia educacional e o enfoque evolutivo: perplexidades e esperanças de um pedagogo*. Tecnologia Educacional. Rio de Janeiro, ABT, Nº 53, páginas 10-12, julho/agosto de 1983.

LOLLINI, Paolo. *Didática e Computador: Quando e como a informática na escola*. São Paulo: Loyola, 1991.

LOUGHER, P., SHEPHERD, D.. *The design of a storage server for continuous media*. The Computer Journal, Nº 36 , páginas 32-42, 1993.

MACHADO, N.J.. *Matemática e educação: alegorias, tecnologias e temas afins*. São Paulo: Cortez, 1992.

MADDUX, Clebone D., JOHNSON, D. Lamont, *Constructivist Uses of Educational Technology*. WILLIS, Jerry W.. Educational Computing, 2 Ed., páginas 212-236, 1996.

MAIA, L.. *Les représentations de leur enseignement: exemple des pourcentages*. Tese de doutorado. Lille: Universitaires du septentrion, 1997.

MANO, Rui. *A Evolução do Computador*. Disponível em <http://venus.rdc.puc-rio.br/rmano/comp2hc.html>. Acessado em 1998.

MANTOAN, M. T. E.. *O Processo de Conhecimento – tipos de abstração e tomada de Consciência*. NIED-Memo. Campinas, São Paulo: 1991.

MARTINS, Agenor. *O que é computador*. São Paulo: Brasiliense, 1991.

MAYES, J. T., KIBBY, M., ANDERSON, T., *Learning about Learning from Hypertext*. In JONASSEN, D.H., MANDL, H.. *Designing Hypermedia for Learning*. Springer-Verlag, 1990. Versão eletrônica disponível em <http://www.icbl.hw.ac.uk/ctl/msc/ceerb/task1/p3/paper3.html>.

- McALEESE, R.. *Navigation and browsing in hypertext*. In McALEESE, R.. *Hypertext: Theory into practice*. Norwood, NJ: Ablex Publishing Corporation, páginas 6-44, 1989.
- MCKNIGHT, C., RICHARDSON, J., DILLON, A.. *The authoring of hypertext documents*. In McALEESE, R.. *Hypertext: Theory into practice*. Páginas 138-147, 1989.
- MOREIRA, E. S., NUNES, M. G. V., Pimentel, M. G. C.. *Design issues for a distributed hypermedia-based tutoring system (HyDTS)*. Proc. of International Conference on Computer Application in Industry, páginas 108-113, 1995.
- MORI, Iracema, ONAGA, Dulce Satiko. *Matemática - idéias e desafios*. 2 ed. São Paulo: Saraiva, 1997.
- MOSQUERA, J. J. M. B. F.. *SKINNER: uma análise polêmica do comportamento humano*. In: MOREIRA, M. et al. *Aprendizagem: perspectivas teóricas*. Porto Alegre: Editora da UFRGS, 1985, páginas 14-52.
- NIELSEN, J. *Hypertext & hypermedia*. Boston: Academic Press, 1990.
- NORMAN, A. D., SPOHRER, J. C. *Learner-centred education*. Communications of the ACM, N° 39, páginas 24-27, 1996.
- NORMAN, K. L. *Teaching in the switched on classroom: An introduction to electronic education and hypercourseware*. Norwood, NJ: Ablex Publishing Corporation, 1997.
- PAIVA, Vanilda. *Inovação tecnológica e qualificação*. Educação e Sociedade. São Paulo, N° 50, páginas 70-92, 1995.
- PAPERT, S. *Mindstorms: Children, Computers and Powerful Ideas*. Basic Books, New York: Brasiliense, São Paulo, 1980.

- PAPERT, S. *Constructionism: A New Opportunity for Elementary Science Education*. A proposal to the National Science Foundation, Massachusetts Institute of Technology, Media Laboratory, Epistemology and Learning Group, Cambridge, Massachusetts, 1986.
- PENTEADO, Heloísa Dupas. *Um esboço de fundamentação teórica para projetos de pesquisa sobre "integração das tecnologias da comunicação à educação escolar"*. Contexto e Educação. Rio Grande do Sul, Ano 8, Nº 32, páginas 40-51, outubro/dezembro de 1993.
- PETERSON, John A., HASHISAKI, Joseph. *A Teoria de La Aritmetica*. Centro Regional de Ayuda Tecnica, México, páginas 197-241, 1969.
- PIAGET, J.. *Recherches sur L'abstraction Réfléchissante*. Études d'épistemologie génétique. PUF, tome 2, Paris, 1997.
- PIAGET, J.. *A formação do símbolo na criança: imitação, jogo e sonho - imagem e representação*. 3 ed., Rio de Janeiro: Zahar, 1978.
- PINTO, Ana M. R.. *Do feticismo da tecnologia à modernização da escola*. São Paulo: Idéias, Nº 15, páginas 31-46, 1992.
- Revista Nova Escola. *1ª Série do 1º Grau "Estraçalha" frações*. Ano IX, Nº 80, páginas 18-21, novembro de 1994.
- RINGSTED, M.. *On-site distance learning: A multimedia full-scale experiment in Denmark*. In A. D. N. Edwards, & S. Holland, *Multimedia interface design in education (NATO ASI Series)*. Berlin: Springer-Verlag, páginas 45-56, 1994.
- SANDHOLTS, Judith H.. *Ensinando com tecnologia: criando salas de aula centrada nos alunos*. Porto Alegre: Artes Médicas, 1997.
- SANTOS, Layment G.. *Informática e educação na encruzilhada*. Educação e Sociedade. São Paulo, Nº 32, páginas 111-115, abril 1989.

SBEM. REVISTA DA SOCIEDADE BRASILEIRA DE EDUCAÇÃO MATEMÁTICA. São Paulo, Ano 7, Nº 8, páginas 16 – 33, junho de 2000.

Secretaria Municipal de Educação de São Paulo. *Projeto Gênese - A Informática Chega ao Aluno da Escola Pública Municipal. Relatório Técnico.* Prefeitura do Município de São Paulo, São Paulo, 1992.

SKILLICORN, D. B.. *Using distributed hypermedia for collaborative learning in universities.* The Computer Journal, Nº 39, páginas 471-482, 1996.

SOUZA, P. C.. *Realidade virtual e informática educativa.* Disponível em <http://janus.inf.ufsc.br:1998/trabalhosFinais/index.html>. Acessada em dezembro de 1998.

STREITZ, N. A.. *Foundations of hypermedia design.* In SCHULER, W., HANNEMANN, J., STREITZ, N. A.. *Designing user interfaces for hypermedia* (ESPRIT Research Reports, Project 6532, volume 1), Berlim: Springer-Verlag, páginas 1-3, 1994.

SUPER interessante, Editora Abril, Ano 11, Nº 2, fevereiro de 1997.

TOLEDO, Marília. *Didática de matemática: como dois e dois: a construção da matemática.* São Paulo: FTD, 1997.

TURKLE, S.. *The Second Self: Computers and the Human Spirit*. Simon and Schuster, New York, 1984.

VALENTE, A. B.. *A Intransigência da Transferência de Conhecimento.* A ser publicado na Acesso, FDE, São Paulo, 1993.

VALENTE, J. Armando. *Por quê o Computador na Educação.* Disponível em http://www.proinfo.gov.br/didatica/testosie/prf_txtie9.shtm. Acessado em 2000.

VALENTE, J. A.. *Report from Latin America.* Logo Exchange, Nº 10, páginas 43-45. International Society for Technology in Education, Oregon, 1991.

- VALENTE, J. A.. *Logo and Freire's Educational Paradigm*. Logo Exchange, Nº 11, páginas 39-43. International Society for Technology in Education, Oregon, 1992.
- VALENTE, J. A., Valente, A. B.. *Logo: Conceitos, Aplicações e Projetos*. São Paulo: McGraw-Hill, 1988.
- VALENTE, J. A.. *Liberando a Mente: Computadores na Educação Especial*. Gráfica da UNICAMP, Campinas, São Paulo, 1991.
- VALENTE, José A.. *Análise dos diferentes tipos de softwares usados na educação*. III Encontro Nacional do PROINFO – MEC, Pirenópolis - GO, 1998.
- VARELA, F. J.. *Invitation aux sciences cognitives*. Editions du Seuil, Paris, 1996.
- VERGNAUD, G.. *Teoria dos campos conceituais*. Anais do 1º Seminário Internacional de Educação Matemática do Rio de Janeiro. Projeto Fundação, 1995.
- VYGOTSKY, L. S.. *Mind in Society: the development of higher psychological processes*. Harvard University Press, Cambridge, Massachusetts, 1978.
- WADSWORTH, B. J.. *A inteligência e a afetividade da criança na teoria de PIAGET*. 5 ed, São Paulo: Pioneira, página 223, 1997.
- WITTMANN, Lauro Carlos. *Tecnologia educacional: do ensino à educação*. Tecnologia Educacional. Rio de Janeiro: ABT, Ano XII, Nº 53, páginas 30-36, julho/agosto de 1983.
- YANKELOVICH, N., HAAN, B. J., MEYROWITZ, N. K., DRUCKER, S. M., *Intermedia: The Concept and the Construction of a Seamless Information Environment*, IEEE Computer, Janeiro de 1988.

ANEXOS

Florianópolis, Outubro de 1999.

Prezados educadores, Orientadores Educacionais, Supervisores Escolares e demais Técnicos atuantes na área da Educação.

Nós da área da Educação, que trabalhamos com crianças da faixa etária entre 10 e 12 anos, percebemos algumas dificuldades que tornam bastante difícil encontrar a forma adequada ou a mais acessível de transmitir o conteúdo imposto pela Secretaria de Educação.

Uma delas é que as crianças não percebem um número racional como um simples número e, mais preocupante ainda, têm muita deficiência na representação gráfica de uma fração. Observa-se que as crianças, muitas vezes, dominam as técnicas, mas as idéias que estão por trás delas, não podem ser bem compreendidas. Como conseqüência, multiplica-se, em vão, o esforço de aprendizado, como ocorre sempre que somos obrigados a dominar algo que não entendemos.

Este questionário tem por objetivo saber os motivos que levam às grandes dificuldades do ensino-aprendizagem das crianças no conteúdo de Frações com suas representações gráficas e procurar possíveis respostas para este problema. Além disto, ele está vinculado a uma dissertação de Pós-graduação junto à UNIVERSIDADE FEDERAL DE SANTA CATARINA - UFSC.

Para que não haja constrangimento, suas respostas poderão ser totalmente anônimas, não havendo nenhuma identificação pessoal no questionário.

Sua colaboração é imprescindível, por esta razão, pedimos a gentileza de devolver este questionário respondido.

Grata!

Rejane Costa

Aluna de Pós-graduação da UFSC

QUESTIONÁRIO SOBRE A REPRESENTAÇÃO GRÁFICA DE FRAÇÕES

I) Dados gerais - Assinale com um "X":

- a) **Sexo:** masculino() feminino()
- b) **Idade:** Menos de 10 anos ()
 10 anos ()
 11 anos()
 12 anos()
 13 anos ou mais ()
- c) **Turno:** matutino() vespertino()

II) Responda:

- d) Você gosta de estudar a disciplina de matemática? **Sim** () **Não** ()

Por quê? _____

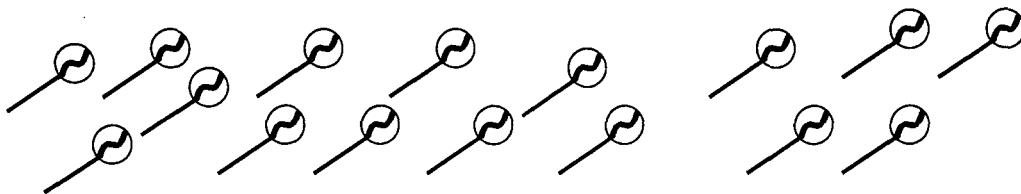
E se a sua resposta foi **Não**, qual a outra disciplina que você mais gosta de estudar? _____

- e) Você acha interessante estudar Frações? **Sim** () **Não** ()

Por quê? _____

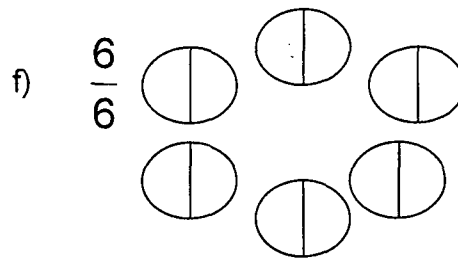
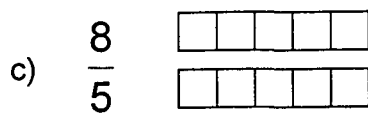
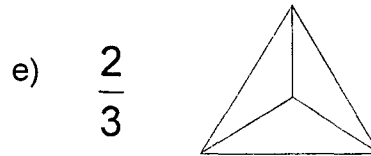
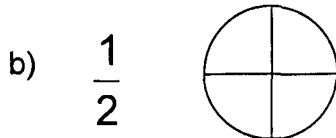
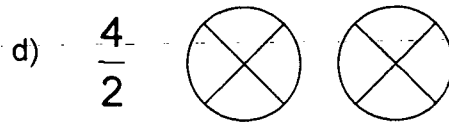
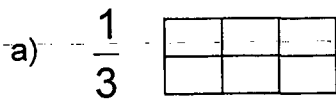
III) Para saber mais sobre seus conhecimentos, vamos agora trabalhar:

- f) Aninha ganhou $\frac{5}{8}$ desses pirulitos

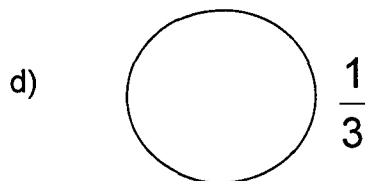
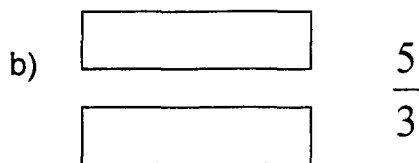
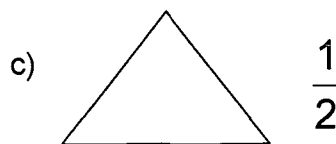


Pinte colorido dentro dos pirulitos que Aninha ganhou. Como você fez para resolver este problema? Explique! _____

g) Pinte nas figuras abaixo as frações indicadas:



h) Divida e pinte as figuras de acordo com a fração ao lado:



i) Pedro tem algumas despesas todo mês com o seu salário. Sendo que ele gasta $\frac{3}{5}$ em alimentação, $\frac{1}{3}$ em medicamentos, $\frac{2}{7}$ em mensalidade escolar e

$\frac{1}{8}$ em diversão (lazer). Com qual destes itens Pedro gasta mais? _____

Como você resolveu este problema? _____

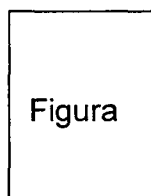
TÍTULO DO PROJETO: **RGF**

ALUNA:

ÁREA:

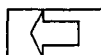
STORYBOARD**SUB-TEMA: FRAÇÕES****TELA Nº: 72****TÍTULO DA TELA: DESAFIOS**

Texto 1



1. Hiperlink
2. Hiperiink
3. Hiperlink

RGF

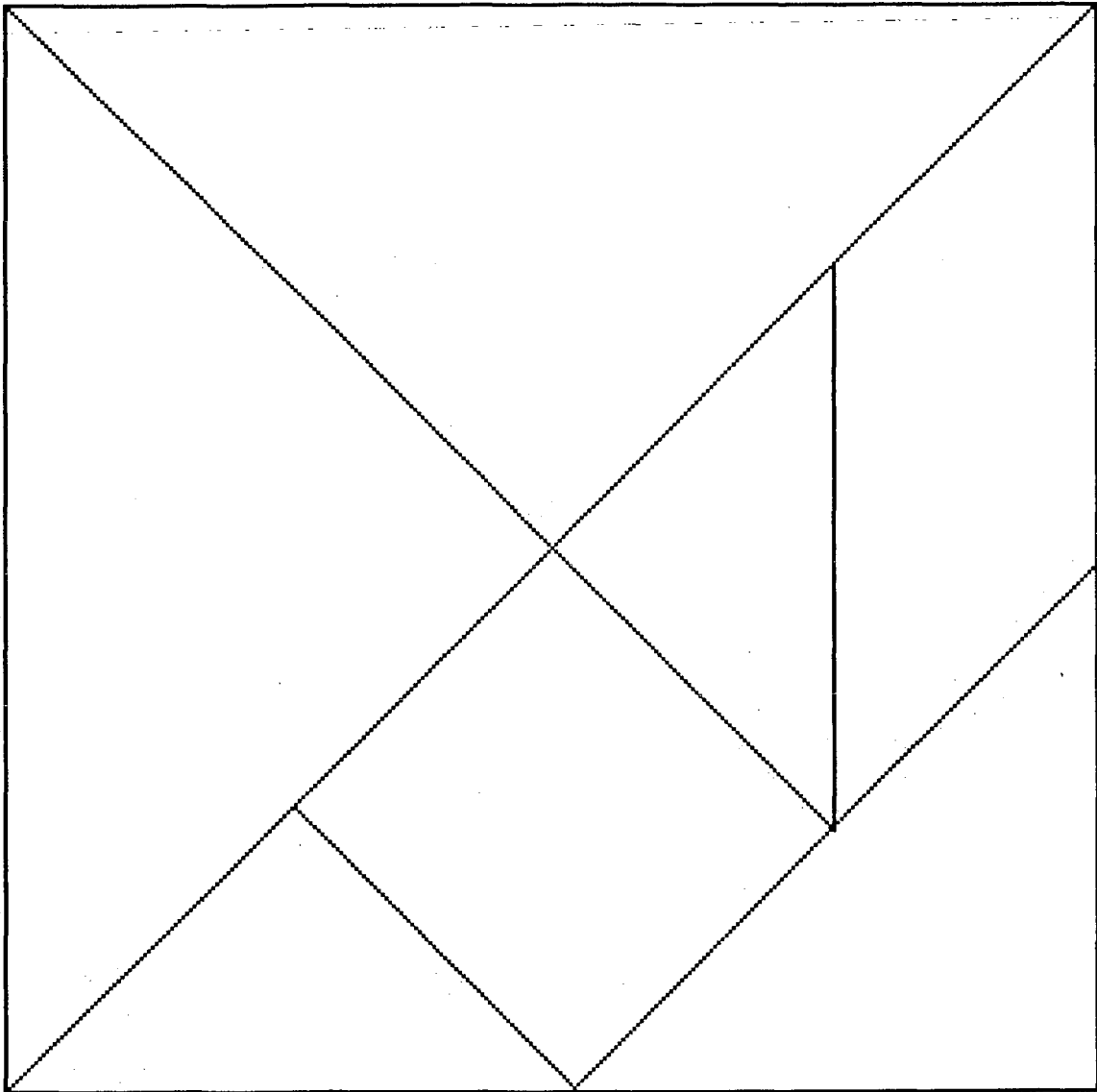


SAIR

LINK	Nº DA TELA DESTINO	TÍTULO DA TELA DESTINO
APRENDENDO COM TANGRAM	82	DESAFIO 1
AS TORNEIRAS	75	DESAFIO 2
OS QUADRADOS	88	DESAFIO 3
RGF	03	HOMEPAGE
VOLTAR PÁGINA	71	EXERCÍCIOS
AVANÇAR PÁGINA	82	DESAFIO 1
SAIR		SAIR DO SISTEMA
TEXTO: TEXTO 1 - A SITUAÇÃO É DESAFIADORA. SE VOCÊ GOSTA DE DESAFIOS, ESTA É UMA BOA OPORTUNIDADE PARA VOCÊ BOTAR A CUCA PARA FUNCIONAR.		
EFEITOS: NARRATIVA DO TEXTO 1		

Observações:

TANGRAM



RGF

Questionário de Satisfação**1. Questões Gerais**

1.1 Você usa com frequência o computador?

- Todos os dias Uma vez por mês
 Uma vez por semana Na Escola Outros: _____

1.2 Você utiliza ou sabe utilizar algum Software matemático?

- Sim
 Não

Quais? _____

2. Com relação à Ergonomia do Software

2.1 A linguagem utilizada está:

- Clara
 Confusa
 Difícil

2.2 Os símbolos matemáticos são facilmente compreendidos?

- Sim
 Não

2.3 Você classificaria o tamanho e a cor da letra utilizada como:

- Ótima
 Boa
 Regular

Ruim

2.4 A posição e o tamanho das figuras são:

Ótimas

Boas

Regulares

Ruins

2.5 As cores das páginas e suas combinações são:

Ótimas

Boas

Regulares

Ruins

3. Com relação à avaliação do Software

3.1 O Software rejeitou alguma das suas respostas?

Sim

Não

Onde? _____

3.2 Você encontrou algum erro nas respostas dos problemas propostos durante a navegação?

Sim

Não

Onde? _____

3.3 Você encontrou algum erro de ortografia?

Sim

Não

Onde? _____

4. Com relação aos objetivos do Software

4.1 O protótipo motivou-o a resolver os problemas propostos?

Sim

Não

Parcialmente

4.2 O protótipo é adequado a seu nível de escolaridade?

Sim

Não

Parcialmente

4.3 O protótipo apresenta recursos e estratégias dinâmicas que possam contribuir para sua aprendizagem?

Sim

Não

Parcialmente

4.4 O protótipo é interativo?

Sim

Não

Parcialmente

4.5 Você como aluno, acha que o uso do protótipo ajuda na aprendizagem das Frações?

Sim

Não

Justificativa _____

4.6 Você já teve oportunidade de estudar frações através de problemas inseridos em um ambiente lúdico?

Sim

Não

Parcialmente

4.7 O protótipo RGF fez você rever algum conteúdo?

Sim Quais? _____

Não

4.8 Foi necessário o auxílio do professor para navegar pelo RGF?

Sim

Não

Parcialmente

4.9 Você acha necessário o acompanhamento do professor?

Sim

Não

Parcialmente

4.10 A forma de abordagem do conteúdo é igual ou diferente da sala de aula?

Igual

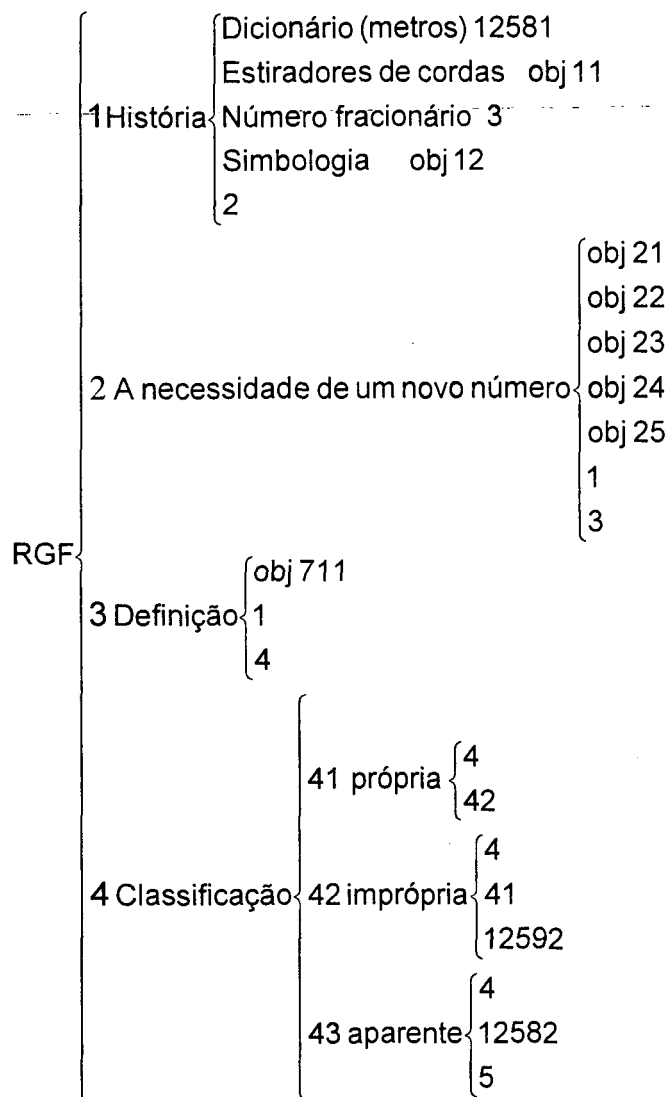
Diferente

Por que?

4.11 Qual a parte do protótipo que você mais gostou? _____

Espaço aberto para sugestões em gerais:

Mapa de navegação do Modelo RGF



...

5 Representação	51 - 1ª parte -	obj 511
		obj 512
		Dicionário (numerador) {12591
		Dicionário (denominador) {12531
	52 - 2ª parte -	obj 513
		obj 514
		obj 521
		obj 522
	53 - 3ª parte -	51
		obj 523
obj 531		
obj 532		
obj 533		
6 Representação Gráfica	6	
	52	
	obj 61	
	obj 62	
	63 - 1ª situação - {6	
	64 - 2ª situação - {63	
	65	
	65 - 3ª situação - {64	
	66	
	66 - 4ª situação - {65	
	67	
67 - 5ª situação - {66		
68		
68 - 6ª situação - {67		
69		
69 - 7ª situação - {68		
610		
610 - 8ª situação - {69		
611		
611 - 9ª situação - {610		
67		

