



**UNIVERSIDADE FEDERAL DO PARÁ  
INSTITUTO DE TECNOLOGIA  
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM ENGENHARIA ELÉTRICA  
MESTRADO EM ENGENHARIA ELÉTRICA**

**Francisco Robson Alves da Silva**

**AMBIENTE COMPUTACIONAL INTERATIVO PARA  
AUXÍLIO DO PROCESSO DE ENSINO APRENDIZAGEM DE  
MATEMÁTICA BÁSICA**

**DM – 23/2009**

**SANTARÉM  
2009**

**Francisco Robson Alves da Silva**

**AMBIENTE COMPUTACIONAL INTERATIVO PARA  
AUXÍLIO DO PROCESSO DE ENSINO APRENDIZAGEM DE  
MATEMÁTICA BÁSICA**

Dissertação de mestrado apresentada como exigência parcial para obtenção do título de Mestre em Engenharia Elétrica, elaborada sob a orientação Prof. Dr. Roberto Célio Limão de Oliveira e sob a co-orientação do Prof. Dr. Luiz Affonso Henderson Guedes de Oliveira.

**SANTARÉM  
2009**

---

586a Silva, Francisco Robson Alves da

Ambiente computacional interativo para auxílio do processo de ensino aprendizagem de matemática básica / Francisco Robson Alves da Silva; orientador, Roberto Célio Limão de Oliveira. - 2009

Dissertação (Mestrado) – Universidade Federal do Pará, Instituto de Tecnologia, Programa de Pós-graduação em Engenharia Elétrica, Belém, 2009.

1. Engenharia de software. 2. Matemática – ensino auxiliado por computador. 3. Estratégias de aprendizagem. I. Orientador. II. Título.

CDD 22. ed. 005.1

---

**Francisco Robson Alves da Silva**

**AMBIENTE COMPUTACIONAL INTERATIVO PARA  
AUXÍLIO DO PROCESSO DE ENSINO APRENDIZAGEM DE  
MATEMÁTICA BÁSICA**

Esta dissertação foi julgada e aprovada, para a obtenção do grau de Mestre em Engenharia Elétrica no Programa de Pós-Graduação em Engenharia Elétrica da Universidade Federal do Pará.

Santarém, 21 de setembro de 2009

---

**Prof. Dr. Marcus Vinícius Alves Nunes**  
Coordenador do PPGEE/CT/UFPA

**BANCA EXAMINADORA**

---

**Prof. Dr. Roberto Célio Limão de Oliveira**  
(Orientador - UFPA)

---

**Prof. Dr. Luiz Affonso Henderson Guedes de Oliveira**  
(Co-orientador – UFRN)

---

**Prof. Dr. Elói Luiz Favero**  
(Examinador – UFPA)

---

**Prof. Dr. Manoel Ribeiro Filho**  
(Examinador – UFPA)

**A meus pais, Raimundo e Francisca,  
que abdicaram de seus maiores sonhos em função dos filhos.**

# Agradecimentos

**Ao professor e orientador Roberto Célio Limão de Oliveira, por ter acreditado no produto deste trabalho.**

**Ao professor e amigo Luis Affonso, pelo seu exemplo, dedicação, por ter acreditado em minha capacidade e pela paciência do decorrer desta orientação.**

**Aos professores do Mestrado pela dedicação e empenho em todas as disciplinas que participei.**

**Aos colegas do mestrado, pelas reuniões, discussões e grande troca de idéias.**

**Aos funcionários do IESPES e, em especial para Dra. Irene Escher, por sua confiança, amizade e carinho.**

**A equipe do GEMACSTM, que incansavelmente trabalhou na produção do protótipo utilizado neste trabalho, em especial a Rodolfo e Willians.**

**Aos meus amigos de Santarém, que sempre me deram apoio e compreensão.**

**Aos meus familiares que tanto me incentivaram e torceram por mim ao longo destes anos. Em especial, aos meus queridos pais, Raimundo e Francisca, pela compreensão e incentivo.**

**A minha esposa e amiga Rosenilma, que tanto me incentivou nos momentos de dificuldades.**

**Aos meus filhos queridos: Renata, Thays, Eduardo, Lays e Robson Davi, pois em muitos momentos tive que me ausentar e não lhes dedicar maior atenção.**

**E finalmente, ao meu Anjo PROTETOR. Pois sem ele, sei que tudo seria mais complicado.**

## RESUMO

SILVA, Francisco Robson Alves da. **Ambiente Computacional Interativo para auxílio do processo de ensino aprendizagem de matemática básica**. 2009. 83f. Dissertação (Mestrado em Engenharia Elétrica) – Programa de Pós-Graduação em Engenharia Elétrica, UFPA, Santarém.

A aprendizagem é um processo contínuo permeado por construções e reconstruções do conhecimento, com a inserção do computador no processo de ensino aprendizagem, juntamente com a análise das abordagens da Psicologia Educacional e Educação Matemática, foi possível, neste trabalho, a elaboração de um protótipo computacional voltado para o auxílio à aprendizagem da matemática. Este protótipo é um ambiente computacional interativo para auxiliar o aprendizado das quatro operações básicas (adição, subtração, multiplicação e divisão). Assunto este de grande repercussão no ambiente escolar, pois se não aprendido adequadamente, apresenta sérios problemas na evolução do aprendizado matemático do estudante. O trabalho envolve quatro etapas: Aspectos teóricos sobre o processo de ensino aprendizagem, dando-se maior ênfase a abordagem construtivista; Processo de ensino aprendizagem de Matemática, suas dificuldades e perspectivas de mudanças mediante ao aprendizado auxiliado por meios computacionais; Concepção e modelagem do protótipo seguido dos Resultados obtidos durante aplicações do mesmo, resultados esses favoráveis à proposta inicial do trabalho.

Palavras-chave: ensino, aprendizagem, educação, Matemática, protótipo computacional.

## ABSTRACT

SILVA, Francisco Robson Alves da. **Interactive Environment for Computational aid the process of teaching learning of basic mathematics**. 2009. 83f. Dissertation (Master in Electrical Engineering) - Post-Graduate Program in Electrical Engineering, UFPA, Santarém.

Learning is permeated by a continuous process of knowledge construction and reconstruction, with the introduction of computer education in the process of learning, together with the analysis of approaches of Educational Psychology and Mathematics Education, was possible in this work, the development of a prototype computer turned to the aid the learning of mathematics. This prototype is an interactive computational environment to support the learning of the four basic operations (addition, subtraction, multiplication and division). This issue of great impact in the school environment, it is not learned properly, presents serious problems in the development of the student's mathematical learning. The work involves four steps: Theoretical education on the process of learning, with greater emphasis on constructivist approach, the teaching process learning of mathematics, its problems and prospects of change through learning assisted by computer, design and modeling of the prototype followed by the results obtained during the same applications, these results support the proposal's original work.

Keywords: teaching, learning, education, mathematics, computer prototype.

## Sumário

<b>1 INTRODUÇÃO.....</b>	<b>13</b>
1.1 Localização do Problema com sua Relevância.....	13
1.2 Objetivos do Trabalho.....	13
1.3 Divisão do trabalho.....	14
<b>2 ASPECTOS TEÓRICOS SOBRE ENSINO E APRENDIZAGEM.....</b>	<b>15</b>
2.1 A Construção do Conhecimento Psicológico.....	17
2.2 Teorias Psicológicas de Desenvolvimento e Aprendizagem.....	18
2.2.1 Interacionismo.....	21
2.2.1.1 A abordagem construtivista de Jean Piaget.....	21
2.2.1.2 A abordagem sócio-construtivista do desenvolvimento cognitivo de Lev Vygotsky.....	24
2.2.1.3 A abordagem sócio-construtivista de Henry Wallon.....	26
2.2.1.4 Contribuições dos teóricos.....	28
2.3 Conclusões do Capítulo.....	28
<b>3 PROCESSO DE ENSINO E APRENDIZAGEM DE MATEMÁTICA.....</b>	<b>30</b>
3.1 Aprendizagem da Matemática.....	30
3.1.1 A Inteligência Lógico-Matemática.....	31
3.2 Ensino da Matemática.....	32
3.2.1 Educação Matemática.....	34
3.3 Ensino Mediado por Computador.....	36
3.3.1 Suporte computacional para auxílio à aprendizagem.....	36
3.3.1.1 Concepções do computador na educação segundo Carraher.....	38
3.3.1.2 Concepções do computador na educação segundo Valente.....	39
3.3.2 Ensino da Matemática mediado por computador.....	41
3.3.2.1 Análise de softwares educativos para o ensino de matemática nos anos iniciais	

do ensino fundamental.....	43
<b>4 A CONCEPÇÃO DO SISTEMA PROPOSTO.....</b>	<b>44</b>
4.1 Requisitos do Sistema Proposto.....	44
4.2 Descrição da Proposta.....	45
4.3 Aspectos de Implementação.....	56
4.3.1 Linguagem de programação.....	56
4.3.2 Ferramentas.....	57
4.3.3 Telas de interface.....	58
4.4 Funcionamento do Protótipo.....	60
<b>5 RESULTADOS.....</b>	<b>65</b>
5.1 Avaliação do Software.....	65
5.2 Aplicações do software.....	66
5.2.1 Primeira aplicação.....	67
5.2.2 Segunda aplicação.....	67
5.2.3 Terceira Aplicação.....	68
5.2.4 Demonstrativo de dados obtidos pelo computador na terceira aplicação.....	72
<b>6 CONCLUSÕES E FUTUROS TRABALHOS.....</b>	<b>76</b>
6.1 Conclusões.....	76
6.2 Trabalhos Futuros.....	77
Referências .....	78

## Lista de figuras

4.1 Tribo localizada na floresta amazônica, antes e depois da devastação.....	47
4.2: Estrutura do protótipo.....	48
4.3 Diagrama da Estrutura Macro Funcional.....	49
4.4 Diagrama Geração de relatório.....	50
4.5 Diagrama da Relação entre Aluno, Papagaio e Jogo.....	51
4.6 Diagrama da estrutura funcional de Login Aluno.....	52
4.7 Diagramas de relação funcional entre professor e servidor.....	53
4.8 Diagrama de atividades representando a atualização de alunos.....	54
4.9 Diagrama de atividades representando o carregar de exercício.....	55
4.10 Entidades de relacionamentos.....	56
4.11 Representação do designer inicial da interface do protótipo.....	58
4.12 Story board's referente ao inicio dos trabalhos, exercícios 1 e 3.....	58
4.13 Tela do Administrador.....	59
4.14 Tela do professor.....	59
4.15 Telas de login dos alunos.....	60
4.16 Liberação para início do jogo.....	61
4.17 Tela do exercício 1 e alunos com facilitador usando a “calculadora”.....	61
4.18 Tela do exercício 2.....	62
4.19 Telas do exercício 3.....	63
4.20 Seqüência de telas do exercício 4.....	64
4.21 Tela inicial do exercício 5.....	65
5.1 Indiozinho versão inicial.....	69
5.2 Análise do questionário aplicado aos alunos participantes da pesquisa.....	72
5.3 Análise de pontos ofertados pelo software e pontos obtidos pela aluna.....	74

<b>5.4 Tela do GEMACSTM com gráfico e tabela do grau de participação da aluna em cada um dos exercícios.....</b>	<b>75</b>
<b>5.5 Gráfico da média de notas da turma obtidas nos exercícios.....</b>	<b>76</b>
<b>5.6 Média de tempo da turma, em minutos, para resolver os exercícios.....</b>	<b>76</b>

## **Lista de tabelas**

<b>5.1 Análise das perguntas feitas aos alunos participantes da pesquisa.....</b>	<b>71</b>
<b>5.2 Consulta de desempenho de aluno, realizada pela professora.....</b>	<b>73</b>
<b>5.3 Pontos ofertados e obtidos pela aluna Ana nos exercícios resolvidos.....</b>	<b>74</b>

## Lista de quadros

<b>Quadro 4.1</b>	<b>Descrição dos atores e suas respectivas funções.....</b>	<b>49</b>
<b>Quadro 4.2</b>	<b>Descrição do armazenamento e dados e geração de relatórios.....</b>	<b>50</b>
<b>Quadro 4.3</b>	<b>Descrição dos atores e suas funções na relação entre o Aluno e o jogo.....</b>	<b>51</b>
<b>Quadro 4.4</b>	<b>Descrição da estrutura funcional de login do aluno.....</b>	<b>52</b>
<b>Quadro 4.5</b>	<b>Descrição das funções do Professor junto ao Servidor.....</b>	<b>53</b>
<b>Quadro 4.6</b>	<b>Camadas que compõem o protótipo.....</b>	<b>57</b>
<b>Quadro 5.1</b>	<b>Quadro de análise do questionário aplicado aos professores participantes da pesquisa.....</b>	<b>71</b>

---

# Capítulo 1

## INTRODUÇÃO

---

### 1.1 Localização do Problema com sua Relevância

Fazemos parte de uma sociedade globalizada onde tudo acontece muito depressa. Assistimos grandes invenções e tecnologias avançadas serem introduzidas de forma acelerada na vida cotidiana, representando uma mudança na cultura humana e transformando a sociedade atual em uma sociedade baseada na informação. Como tal, o computador está revolucionando não só as maneiras como se aprende, mas as formas como trabalhamos e nos comunicamos, permitindo a realização de várias atividades em pouco tempo e com qualidade.

A educação está acompanhando, gradativamente, este processo por meio da aplicação de recursos eletrônicos na escola, mesmo que num primeiro momento tenha apenas caracterizado uma simples reprodução computadorizada do ensino. Atualmente, o que se percebe é uma preocupação em criar ambientes de aprendizagem baseados no computador, de modo que os alunos possam explorar os conteúdos dos softwares e, assim, elaborar o seu conhecimento.

Ao verificarmos que a disponibilidade dos recursos é cada vez maior e ao mesmo tempo reconhecemos que a ênfase educacional, especificamente na Educação Matemática, está mudando de retenção do conteúdo para o desenvolvimento do conhecimento, iniciou-se uma busca por novas possibilidades de ensino-aprendizagem. Tal busca procura fazer da Matemática uma disciplina atraente, desvinculada do ensino tradicional que já se mostrou ineficiente.

### 1.2 Objetivos do Trabalho

Este trabalho visa contribuir com o processo de ensino e aprendizagem de matemática básica, buscando dentro da “Informática aplicada ao Ensino de Matemática” a construção de um protótipo de software educativo com pressupostos pedagógicos construtivistas, que possa:

- Desenvolver atividades que promovam a construção de habilidades operacionais úteis na edificação dos conhecimentos matemáticos dos educandos.

- Oferecer aos alunos oportunidades de construírem seus conhecimentos, reafirmando e garantindo um elo entre educação e informática.
- Propor a modernização do processo de ensino-aprendizagem a partir de um ambiente virtual considerando as teorias desenvolvidas na Psicologia.
- Diagnosticar, nos alunos, algumas dificuldades existentes no seu processo de aprendizado de Matemática em nível fundamental, assim como, propiciar o exercício da matemática através da interação com o recurso do computador.

### **1.3 Divisão do Trabalho**

Fundamentando-se na problemática mencionada, e tendo em vista o objeto de estudo, esta dissertação foi dividida em seis capítulos. No capítulo inicial é feita uma apresentação do tema a ser discutido durante toda esta dissertação e o objetivo do trabalho.

No Capítulo 2, destacam-se os aspectos teóricos sobre ensino e aprendizagem, fazendo-se uma maior referência à teoria construtivista.

No Capítulo 3, tem-se como propósito descrever sobre o processo de ensino e aprendizagem de Matemática. Além de tratar de algumas aplicações dos recursos do computador na Educação Matemática.

No Capítulo 4 abrange-se a concepção, construção e modelagem do sistema, apresentando o que esse sistema deve possuir e por que.

No Capítulo 5 são apresentados os resultados.

No Capítulo 6, finalmente, a análise é complementada com a conclusão e as recomendações para futuros trabalhos.

---

## Capítulo 2

### ASPECTOS TEÓRICOS SOBRE ENSINO E APRENDIZAGEM

---

*“Das muitas maravilhas que o homem já investigou na terra, no mar e no céu, a mais interessante de todas parece ser o próprio homem. Basta examinar os livros atuais, os filmes, os programas de televisão para verificar que a maioria das pessoas estão de fato muito mais interessadas na natureza humana do que na Mãe Natureza”.*

Sperling (1999, p. 1)

O interesse de algumas pessoas sobre a natureza humana é motivado apenas pela curiosidade, já outras têm um interesse mais prático em adquirir conhecimento acerca de tal “maravilha”, mais especificamente como se aprende.

O acesso ao conhecimento, no entanto, inicia com estudos sérios e aprofundados para dar bases sólidas ao profissional que tem um objetivo maior que simplesmente aprender para realizar determinadas tarefas. Tendo-se em vista que *“a questão da aprendizagem é crucial em qualquer vida humana e fundamental à sobrevivência dos grupos”* (La Rosa, 2003).

Levando-se em consideração que os processos de ensino e aprendizagem na instituição escolar são o centro da investigação e da prática didática, muitos estudiosos procuram entender e conceituar tais aspectos, tão importantes do processo educacional.

Neste contexto, percebe-se que **ensino** recebe a conotação de instrução, educação e castigo, enquanto que a **aprendizagem** configura-se como ação de aprender, e está associada ao tempo durante o qual se aprende. Mas numa abordagem mais ampla e contemporânea percebe-se que tais conceitos vão bem além, pois se sabe que é através da aprendizagem que o homem muda e transforma o mundo.

Em suas colocações sobre o tema, Piletti (1991) afirma que: *“o ensino e a aprendizagem são tão antigos quanto a própria humanidade”*, e tamanha é a sua importância ao ponto que atualmente *“ninguém pode deixar de refletir sobre o seu significado”*.

Segundo Campos (1986, apud La Rosa, 2003), *“a aprendizagem pode ser definida como uma modificação sistemática do comportamento, por efeito da prática ou da experiência, com um sentido de progressiva adaptação ou ajustamento”*.

Para Gagné (1980, apud La Rosa, 2003), “*a aprendizagem é inferida quando ocorre uma mudança ou modificação no comportamento, mudança esta que permanece por períodos relativamente longos durante a vida do indivíduo*”.

No entanto, a aprendizagem pode ser admitida como um processo pelo qual o comportamento, ou a potencialidade para um comportamento, é modificado pela experiência, ou ainda representa o estabelecimento de novas associações – ligações ou conexões – entre unidades que anteriormente não estavam relacionadas.

Além do que, a aprendizagem pode ocorrer em situações totalmente informais, ou pode ser o resultado de uma ação planejada e intencional. Desse modo é necessário conhecer a concepção que o aprendiz tem sobre o assunto que se quer ensinar. Considerando esse contexto, a aprendizagem não é apenas um processo de aquisição de conhecimentos, conteúdos ou informações, pois mesmo que as informações assim como todos os dados da experiência do indivíduo sejam importantes, faz-se necessário que tais informações sejam significativas ao ponto de modificar a vida dos mesmos.

Já o conceito de ensino pode evoluir e receber denominações de acordo com questionamentos ou mesmo pesquisas realizadas nas diversas áreas do conhecimento. No entanto, Piletti (1991, p. 28-29) assegura que:

“Segundo o conceito etimológico, ensinar (do latim *signare*) é ‘colocar dentro, gravar no espírito’. De acordo com esse conceito, *ensinar é gravar idéias na cabeça do aluno*. Nesse caso, o método de ensino é o de *marcar e tomar a lição*”.

Porém, em sua evolução, o conceito etimológico originou o conceito tradicional de ensino: “**Ensinar é transmitir conhecimentos**”, que se baseia em aulas expositivas e explicativas. Onde o professor fala aquilo que sabe sobre determinado assunto e espera que o aluno saiba reproduzir o que ele lhe disse. Tal tipo de ensino mostrou-se cada vez mais ineficaz, acarretando uma série de críticas, dando corpo a um novo conceito de ensino e de educação denominado Escola Nova ou Escolanovismo, que considera que “**o importante não é aprender, mas aprender a aprender**” (Piletti, 1991).

Ressaltando que o método de ensino do Escolanovismo é de difícil realização, Piletti (1991) afirma que tal método “*acabou por rebaixar o nível do ensino destinado às camadas populares, as quais muito freqüentemente têm na escola o único meio de acesso ao conhecimento elaborado*”. Mas, “*em contrapartida, a Escola Nova aprimorou a qualidade do ensino destinado às elites*” (Saviani, 1982 apud Piletti, 1991). Como tal, o Escolanovismo causou certo sentimento de desilusão nos meios educacionais. Surgindo, então, a concepção tecnicista que se fundamentou na questão pedagógica que o importante é aprender a fazer.

Para tanto, tentou-se implantar na escola o modelo empresarial, o qual se baseia nos princípios de racionalidade, eficiência e produtividade, próprios do sistema de produção capitalista. Privilegiando-se, assim, os recursos da tecnologia educacional.

Contudo, o ensino visa à aprendizagem, e na tentativa de entendermos a natureza da aprendizagem tomemos por base que correntes de pensamento se desenvolveram e se definiram para os modelos educacionais, tais como: o Empirismo e o Racionalismo representados em teorias como o Behaviorismo de Pavlov e Skinner, o Cognitivismo presente tanto no Gestaltivismo de Wertheimere e Köhler como no Construtivismo de Piaget, Vygotsky e Wallon. Porém, nenhuma das teorias citadas possui o monopólio da “verdade” psicológica, mas eventualmente chegam a se completar.

No entanto, as principais interpretações das questões relativas à natureza da aprendizagem remetem a um passado histórico da filosofia e da psicologia, pois são tão antigas quanto à história registrada, da qual faremos um pequeno apanhado.

## **2.1 A Construção do Conhecimento Psicológico**

Na busca de explicar os fenômenos do universo e a própria natureza humana, o conhecimento filosófico serviu de berço tanto para a Psicologia como para as demais ciências, embasando, assim, umas mais outras menos, as várias teorias psicológicas da atualidade.

Segundo Sperling (1999), *“a primeira teoria a explicar a natureza humana atribuída à consciência do homem um espírito interior, um ‘pequeno homem’ localizado em algum lugar no corpo”*.

Para Coutinho (2000), o conhecimento filosófico se desenvolveu na história ocidental a partir do século VI a.C. com o advento da filosofia grega, a qual se dirigia para uma explicação racional do mundo. No entanto, o pensamento grego predominou até o século V. Assim, nos dez séculos seguintes houve influência do pensamento judaico-cristão, sendo que este período não apresenta avanços significativos na construção do conhecimento do meio e do homem em suas relações com o mundo, numa perspectiva mais objetiva e pragmática, uma vez que o pensamento medieval manteve-se mais preocupado com a alma e com sua salvação. No entanto, a construção do conhecimento do meio ambiente tem, na Renascença, sua maior expressão em Galileu Galilei, que fundamenta o conhecimento na experiência. Ele construiu o método científico baseado na observação, na formulação de hipóteses, na experimentação com conseqüente formulação de leis. Galileu teve seu método indutivo formalizado por Francis Bacon, que lançou as bases lógicas de uma nova ciência que deveria dar ao homem o

domínio da realidade. Para Coutinho (2000) a obra iniciada por Galilei e Bacon teve em Descartes um eminente “continuador” que definiu os rumos a serem tomados na construção do conhecimento da natureza e do comportamento humano, sendo assim considerado o fundador da filosofia moderna e do racionalismo. A partir de Descartes, dois grandes sistemas filosóficos foram desenvolvidos – o racionalismo e o empirismo – que, por mais divergentes que fossem, visavam, ambos, libertar o homem da tutela das Escrituras Sagradas e fundamentar novas perspectivas de construção do conhecimento em uma nova ordem social (Coutinho, 2000). No entanto, para racionalistas como Descartes, Spinoza e Kant a razão é mais poderosa que a experiência sensorial porque ela nos dá a capacidade de saber, com certeza, muitas verdades que a observação sensorial nunca poderá avaliar (Kamii, 1994).

Em sua aplicação à aprendizagem, o racionalismo destaca mais problemas de organização, compreensão, interpretação e significado, aumentando, assim, a diferença fundamental entre o homem e os animais. Para tanto, reforça-se o pressuposto que todo o conhecimento é reduzido à razão, afirmando que o homem é provido de razão, e que a partir dela obtém o conhecimento.

Por outro lado, os empiristas oriundos de contraposições ao racionalismo cartesiano, discutiram em essência que o conhecimento tem sua fonte fora do indivíduo e que ele é interiorizado através dos sentidos, não acreditando, assim, na preexistência das idéias. Para tal a experiência sensorial é a fonte do conhecimento, ou seja, consideram a associação de idéias ou eventos para explicar a aprendizagem.

Na contemporaneidade, os eixos epistemológicos do racionalismo e empirismo, em suas diversas vertentes, subsidiaram as principais teorias psicológicas do desenvolvimento e da aprendizagem, sobre as quais procuraremos dissertar adiante.

## **2.2 Teorias Psicológicas de Desenvolvimento e Aprendizagem**

No âmbito da área psicológica, Ramos (1996) afirma que nos séculos XVII e XVIII havia nitidamente duas correntes psicológicas, os estruturalistas que buscavam estudar a mente e a introspecção, a partir dos elementos básicos da consciência, e os behavioristas ou ambientalistas, que apenas se preocupavam em estudar o comportamento, tentando adaptar o modelo da física clássica ao seu estudo.

Os estruturalistas eram assim chamados por declararem que as complexas experiências mentais eram verdadeiras “estruturas” construídas a partir de estados mentais simples. Para esses psicólogos, a premissa básica era explorar a “estrutura” da consciência e desenvolver as leis de sua formação (Sperling, 1999).

Já para os comportamentalistas ou behavioristas, que atraíram considerável atenção durante a Primeira Guerra Mundial, não se descartava a consciência de seus trabalhos, pois acreditavam que ela ocultava uma mente inconsciente (Sperling, 1999). Para estes estudiosos *“o principal pressuposto consistia em explicar que o comportamento complexo é a combinação de uma série de condutas simples”* (Barros, 1998), como tal, o conhecimento era obtido mediante a associação de idéias e princípios similares, ou seja, a capacidade de aprender estaria relacionada ao número de conexões estímulo resposta que o indivíduo possui, pois a clara relação causal entre estímulo e resposta conferia ao reflexo neurológico o status de componente fisiológico elementar básico para todos os padrões mais complicados de comportamento.

Para os comportamentalistas, toda aprendizagem pode ser reduzida ao condicionamento pavloviano, ou ao condicionamento skineriano.

A Teoria do Condicionamento Clássico ou condicionamento pavloviano, afirma que muitas de nossas ações podem ser explicadas através do estabelecimento de uma associação entre um estímulo externo e uma resposta, ou seja, uma situação na qual, antes da aprendizagem, não houvesse conexão. No entanto os comportamentos condicionados podem ser extintos desde que a resposta condicionada deixe de ser seguida da apresentação do estímulo já condicionado.

Já para a teoria do Condicionamento Operante ou condicionamento skineriano, os indivíduos aprendem por associação de estímulos, destacando-se a abordagem do reforço. O reforço, na teoria de Skinner, refere-se a qualquer evento que tem o objetivo de fortalecer um determinado comportamento operante. Através da manipulação de reforços é possível instalar, mover e remover comportamentos. Com a retirada do reforço ou a aplicação de um reforço incompatível ou ainda pela punição, há o enfraquecimento da resposta. Com isso, verifica-se que a idéia de aprendizagem resulta da experiência e que o erro é falta de treinamento, de repetição para tomar consciência.

Assim, para os behavioristas *“a aprendizagem é definida como sendo a modificação do comportamento ou a aquisição de novas respostas ou reações”* (Barros, 1985).

Para Ramos (1996), a contraposição entre as visões dualistas do behaviorismo e do estruturalismo, no início do século XX deu origem às teorias do funcionalismo e da Gestalt.

As teorias da Gestalt originadas na Alemanha, com os trabalhos experimentais de Wertheimer, Köhler, Koffka (Barros, 1985) e os seus líderes contemporâneos, têm com base a

percepção e a representação global de uma situação, destacando as diferenças individuais, assim como a maturação que é a base para que ocorram os *insights*<sup>1</sup>.

Na corrente Gestáltica, predominantemente racionalista, a atividade e o comportamento do sujeito são determinados de acordo com o modo pelo qual vê e pela qual compreende a estrutura dos elementos da situação problema. Até porque a percepção e pensamento não podem ser reduzidos a um acúmulo de sensações ou associações individuais, mas, são determinadas pela estrutura global.

Para tanto, essa escola não aceita a concepção do conhecimento como a soma de partes preexistentes, cuja unidade mínima de análise é a estrutura ou a globalidade. Rejeitando-se a idéia de que o conhecimento tenha natureza cumulativa ou quantitativa, de tal maneira que qualquer atividade ou procedimento poderia transformar-se em várias partes aleatoriamente separadas. Além de caracterizar que os indivíduos reagem, não a estímulos específicos, como explica a teoria do condicionamento, mas às configurações perceptuais que formam o aprendizado através da gradação, diferenciação, assimilação e redefinição.

De acordo com Coutinho (2000, p. 62-63) as teorias gestaltistas geraram alguns pressupostos básicos:

- A maturação é fator fundamental no processo de desenvolvimento;
- As estruturas racionais são pré-formadas no indivíduo;
- Essas estruturas vão se atualizando através de processos maturacionais progressivos e seqüenciais;
- A aprendizagem é um processo identificado como atualização de estruturas cognitivas pré-formadas, mediante a organização e reorganização do campo perceptivo;
- O indivíduo é ativo nesse processo e o meio ambiente passivo, uma vez que o indivíduo é que, através de suas estruturas, impõe uma organização e reorganização perceptual a esse meio;
- O ensino deve levar em conta as necessidades e possibilidades do aluno, o que sugere a seleção de conteúdos sempre significativos.

Assim, a função da educação escolar é a de fornecer estruturas cognitivas ao aluno, visando a um crescimento intelectual de dentro para fora.

A teoria funcionalista, formada por psicólogos insatisfeitos com a ênfase estruturalista dos estados mentais, resgata o estudo da consciência na psicologia, analisando o modo como os indivíduos “usam” a experiência mental no ajustamento ao meio, em vez de perguntar “O que é?”, perguntar-se “Para que serve?”. Os funcionalistas acreditam que a construção dos

---

<sup>1</sup> O *insight* é uma tomada de consciência (síntese), “compreensão súbita” do problema, movida por estímulos e estruturas.

estados mentais seja um fenômeno dinâmico, não sendo a estrutura o fator a ser analisado, mas o processo do funcionamento, que relaciona a vida como um todo.

Esse contexto de grandes contradições teóricas viu surgir os teóricos do Processamento da Informação ou Psicologia Cognitiva, que estudam a mente e a inteligência através de representações mentais e processos subjacentes ao comportamento observável, vindo a considerar o conhecimento como um sistema de tratamento da informação, um produto resultante do ambiente das pessoas ou de fatores externos a ela.

Entre tais teorias pode-se citar o Interacionismo que segundo Coutinho (2000) *“explica o conhecimento mediante a participação tanto do sujeito quanto dos objetos do conhecimento, o que resulta não só na organização do real como também na construção das estruturas do sujeito”*.

Diante de tal contexto surge a teoria psicológica do construtivismo, de cunho interacionista, que *“busca explicar o aparecimento de inovações, mudanças e transformações de ordem qualitativa que surgem no decorrer do desenvolvimento e os mecanismos responsáveis por essa evolução”*. (Leite, 1991)

## 2.2.1 Interacionismo

Quando se estuda a relação entre aprendizagem e desenvolvimento, no contexto construtivista, alguns autores se apresentam com relevante importância na fundamentação reflexiva. Entre os quais citaremos o suíço Jean Piaget (1896 – 1980), o bielorusso Lev Vygotsky (1896 – 1934) e o francês Henry Wallon (1879 – 1962). Pois como afirma La Taille (1992, p. 7):

*“O confronto, em profundidade, desses três pontos de vista pode colocar o investigador na chamada “zona crítica” da ciência psicológica, nos seus confins, a região onde se travam as polêmicas e se geram os avanços”*.

### 2.2.1.1 A abordagem construtivista de Jean Piaget

Jean Piaget, epistemólogo suíço, buscou explicar, através da epistemologia<sup>2</sup> genética, como o desenvolvimento mental do ser humano se constrói pouco a pouco, no campo do pensamento, da linguagem e da afetividade, à medida que as estruturas mentais e cognitivas se organizam, de acordo com os estágios de desenvolvimento da inteligência.

---

<sup>2</sup> Epistemologia é o ramo da Filosofia que estuda a investigação científica e o seu produto, o conhecimento científico.

Piaget foi, dentre os estudiosos da psicologia, quem mais contribuiu para que viéssemos a reconhecer a matemática como atividade intelectual humana organizada.

Os trabalhos de Piaget investigam como se dá a construção da cognição e aprendizagem em crianças, caracterizando o Construtivismo Cognitivo, que é baseado nos seguintes princípios (Piaget, 1977, apud Albuquerque, 2000, p. 10):

- O papel mais importante do professor é criar um ambiente no qual a criança possa espontaneamente realizar experiências de construção de conhecimento em sala de aula. O aprendizado surge através do desenvolvimento de processos mentais necessários à construção deste conhecimento, os quais devem ter sentido no contexto onde a criança está inserida.
- Aprendizado é um processo ativo, onde a existência natural de erros e a busca por soluções são elementos fundamentais.
- Aprendizagem é um processo social e deve se dar através da criação de grupos colaborativos, organizados de forma mais espontânea possível.

Para Piaget, a inteligência é antes de tudo adaptação. Onde os desequilíbrios entre experiência e estruturas mentais, essenciais na construção do psiquismo, é que fazem o sujeito avançar no seu desenvolvimento cognitivo, através de uma interação natural entre assimilação e acomodação.

Dolle (1987:69 apud Ramos, cap. 4, p. 5) destaca que, para Piaget, podem-se reter quatro fatores gerais do desenvolvimento mental, cuja responsabilidade, porém, é variável:

- O primeiro é o da maturação nervosa, neste caso é claro que tal condição é necessária, mas não suficiente para explicar o surgimento das estruturas operatórias do pensamento.
- O segundo fator é o do exercício da experiência adquirida na ação efetuada sobre os objetos. Este é um outro fator necessário, mas não suficiente para explicar a gênese do desenvolvimento.
- O terceiro fator é o das interações e das transmissões sociais, a linguagem sem dúvida é um fator do desenvolvimento, mas não é a sua fonte. Existem instrumentos de assimilação que são anteriores à linguagem. Mais ainda, e de uma maneira geral, o desenvolvimento operatório precede a expressão verbal. No nível operatório são fartos os exemplos que mostram que a operação está muito mais próxima da ação do que da verbalização.
- O último e determinante fator na visão de Piaget é justamente o da equilibração, este além de ser necessário para explicar cada um dos anteriores, comporta a sua própria especificidade. Este é um fator interno do desenvolvimento, e é uma espécie de dinâmica, de processo conduzido por reflexão e reconstrução a estados de estruturação superiores, cujos instrumentos são a assimilação e a acomodação.

Dentro desse contexto, a assimilação e a acomodação são, pois, as engrenagens que possibilitam a aprendizagem, uma vez que a adaptação intelectual ocorre quando há o equilíbrio de ambas.

Na assimilação o indivíduo aumenta seu conteúdo intelectual através da interação com o meio, mediante a incorporação de elementos do meio a si próprio, proporcionando mudanças intelectuais quantitativas.

Na acomodação, que corresponde às mudanças dos esquemas cognitivos existentes em função das novas características assimiladas, altera-se qualitativamente a construção intelectual, através do desenvolvimento de novas estruturas cognitivas.

Para Piaget a inteligência se constrói na medida em que novos níveis de equilíbrio adaptativo são alcançados, logo o mesmo estudou exaustivamente a gênese das estruturas cognitivas nas crianças o que lhe permitiu classificar grandes períodos na construção da inteligência do homem, classificando-os de estágios de evolução, que vão desde o nascimento até a idade adulta. Estes estágios que não são rígidos, havendo grande variação individual, são abaixo citados e posteriormente descritos.

- Estágio sensório motor (entre 0 e 2 anos aproximadamente).
- Estágio pré-operatório (entre 2 e 6 anos aproximadamente).
- Estágio operatório-concreto (entre 6 e 12 anos aproximadamente).
- Estágio operatório-formal (a partir dos 12 anos).

A estrutura inicial de inteligência é a *sensório-motora*. Durante esse estágio, o comportamento é basicamente motor, não incluindo a internalização da ação do pensamento e, logo, não há lógica. O sujeito não representa e não “raciocina” conceitualmente. Esse estágio que pode ser dividido em três períodos de lactância, estabiliza-se entre os 18 e 24 meses, terminando pela descoberta e combinações internas de esquemas.

O estágio do pensamento *pré-operatório* caracteriza-se pelo desenvolvimento da capacidade simbólica, através da linguagem e de outras formas de representação, como também pelo rápido desenvolvimento conceitual. O raciocínio, nesse estágio, é pré-lógico ou semiológico. O que o sujeito adquire através da ação, irá aprender a fazer em pensamento.

No estágio *operatório-concreto*, o sujeito faz novas modificações, desenvolve a habilidade de aplicar o pensamento lógico a problemas concretos. As operações de classificação e de seriação que se elaboram enquanto se constituem especialmente os invariantes de substância, peso, volume e distância dão muito mais mobilidade ao pensamento, tem início o relacionamento das operações concretas com objetos, mas não com hipóteses verbais.

No estágio *operatório-formal*, as estruturas cognitivas alcançam seu nível mais elevado de desenvolvimento; os sujeitos se tornam capazes de aplicar o raciocínio lógico a todas as classes de problemas, não mais somente aos objetos presentes, mas aos objetos ausentes e também hipotéticos.

O desenvolvimento das estruturas mentais segue uma lógica de construção coerente de sucessivos estágios, tal que pode ser descrita em suas estruturas.

Para tanto, a equilíbrio já enfatizada é um mecanismo auto-regulador, sendo necessário para garantir uma eficiente integração com o meio. Quando um indivíduo sofre um desequilíbrio, de qualquer natureza, o organismo vai buscar o equilíbrio, assimilando ou acomodando um novo esquema.

Piaget não desenvolveu uma teoria da aprendizagem, mas sua teoria epistemológica busca o saber como, quando e por que o conhecimento se constrói, cuja repercussão incide na área educacional. Sua teoria, segundo Mizukami (1986), é predominantemente interacionista e seus postulados sobre o desenvolvimento da autonomia, cooperação, criatividade e atividades centradas no sujeito, influenciaram práticas pedagógicas ativas centradas nas tarefas individuais, na solução de problemas, na valorização do erro dentre outras orientações pedagógicas.

### **2.2.1.2 A abordagem sócio-construtivista do desenvolvimento cognitivo de Lev Vygotsky**

Lev Seminovitch Vygotsky, formado em literatura e direito pela Universidade de Moscou com posterior estudo em medicina, centralizou seus trabalhos, principalmente, na origem social da inteligência e no estudo dos processos sócio-cognitivos. Ele foi o primeiro psicólogo moderno a sugerir os mecanismos pelo qual a cultura torna-se parte da natureza de cada pessoa, o chamado “**processo de internalização**”. Para este estudioso da área, a internalização ou reconstrução interna de um processo externo pode ser verificada pela repercussão da fala no comportamento.

No decorrer de suas pesquisas, Vygotsky apoiou-se na concepção de um sujeito interativo que elabora seus conhecimentos sobre os objetos, em um processo mediado pelo outro, uma vez que o conhecimento tem origem nas relações sociais, e como tal também é marcado por condições culturais e históricas, ocorridas muito antes da entrada da criança na escola. Para Vygotsky a criança nasce inserida num meio social, que é a família, e é nela que

estabelece as primeiras relações na interação com os outros. Vygotsky também associou a psicologia experimental com neurologia e fisiologia ao relacionar a dialética aos processos de construção do pensamento, conseguindo explicar a transformação dos processos psicológicos elementares em processos complexos. Além de destacar a importância dos sistemas de representação simbólica, especialmente a língua, pois para ele o processo de formação de pensamento é despertado e acentuado pela vida social e pela constante comunicação que se estabelece entre crianças e adultos, a qual permite a assimilação da experiência de muitas gerações. Como tal a linguagem intervém no processo de desenvolvimento intelectual da criança desde o nascimento e como afirma Vygotsky (1988, p. 27):

“o momento de maior significado no curso do desenvolvimento intelectual, que dá origem às formas puramente humanas de inteligência prática e abstrata, acontece quando a fala e a atividade prática, então duas linhas completamente independentes de desenvolvimento, convergem”.

Vygotsky também relatou que a linguagem egocêntrica, oriunda de quando a criança transfere formas sociais e cooperativas de comportamento para a esfera das funções psíquicas interiores e pessoais, tem um sentido intra-pessoal (internalização da fala social), pois estabelece um verdadeiro amálgama entre a história individual e a história social.

Em sua teoria Vygotsky distinguiu duas formas de funcionamento mental: os processos mentais elementares e os superiores.

Os processos mentais elementares correspondem ao estágio de inteligência sensório-motora de Piaget, resultando da herança genética da espécie, da maturação biológica e do relacionamento da criança com seu ambiente físico.

Já as funções psicológicas superiores são construídas ao longo da história social do homem. Na sua relação com o mundo, mediada pelos instrumentos e símbolos desenvolvidos culturalmente, fazendo com que o homem se distinga dos outros animais nas suas formas de agir no e com o mundo (La Taille, 1992).

Em suas implicações pedagógicas Vygotsky esclarece que o aspecto essencial é que as noções dos processos de desenvolvimento e de aprendizagem não coincidem e que os processos de desenvolvimento podem ser favorecidos pelas experiências de aprendizagem na qual o professor é o grande mediador.

Ao questionar a interação entre estes dois processos, Vygotsky aponta o papel da capacidade do homem de entender e utilizar a linguagem. Assim, vê a inteligência como habilidade para aprender, desprezando teorias que concebem a inteligência como resultante de aprendizagens prévias, já realizadas.

Para Vygotsky, existe um nível de desenvolvimento, denominado “**zona potencial ou proximal**”, que se refere à distância entre o nível de desenvolvimento atual, determinado pela capacidade de solução, sem ajuda, de problema, e o nível de potencial de desenvolvimento, medido através da solução de problemas sob a orientação de adultos ou em colaboração com as crianças mais experientes; o conceito de **zona potencial** possibilita compreender funções de desenvolvimento que estão a caminho de se completar.

### 2.2.1.3 A abordagem sócio-construtivista de Henry Wallon

Wallon, que foi um filósofo e médico francês, desenvolveu trabalhos sobre o psiquismo humano na sua formação e transformação. Para Wallon (apud Coutinho, 2000, p.75) “*A consciência, contudo, não deveria ser estudada a partir da introspecção, mas de forma objetiva, de modo a ser possível medir as manifestações psíquicas e as reações vitais que as acompanham*”. Nesse sentido, a teoria do desenvolvimento cognitivo de Wallon é centrada na psicogênese da pessoa completa. Onde a gênese da inteligência é genética e organicamente social, sendo que a inteligência e a afetividade se influenciam de forma mútua ao longo do crescimento infantil.

Focalizando seus estudos na criança contextualizada, onde o ritmo no qual se sucedem às etapas do desenvolvimento é descontínuo, Wallon argumentou que as trocas relacionais da criança com os outros são fundamentais para o desenvolvimento sócio-cognitivo da pessoa. Pois como afirma Galvão (2000):

“As crianças nascem imersas em um mundo cultural e simbólico, no qual ficarão envolvidas em um ‘sincretismo<sup>3</sup> subjetivo’, por pelo menos três anos. Durante esse período, de completa indiferenciação entre a criança e o ambiente humano, sua compreensão das coisas dependerá dos outros, que darão às suas ações e movimentos formato e expressão”.

Como para Wallon o desenvolvimento da criança surge descontínuo, marcado por contradições e conflitos, resultado da maturação e das condições ambientais, provocando alterações qualitativas no seu comportamento em geral, destacou com predominância afetiva e cognitiva, cinco estágios de desenvolvimento do ser humano (Galvão, 2000):

- **Impulsivo-emocional**, que ocorre no primeiro ano de vida. A criança não está empenhada na “construção do real”, mas sim em construir a si mesma, para depois explorar sistematicamente o mundo externo. A predominância da afetividade orienta

<sup>3</sup> O adjetivo sincrético costuma designar o caráter confuso e global do pensamento e percepção infantis.

as primeiras reações do bebê às pessoas, às quais intermedeiam sua relação com o mundo físico;

- ***Sensório-motora***, que vai até os três anos. É nesse estágio que ocorre o desenvolvimento da função simbólica, linguagem e da marcha dando à criança a possibilidade de objetivação de desejos, manipulação de objetos, exploração dos espaços;
- ***Personalismo***, que ocorre dos três aos seis anos. Nesse estágio desenvolve-se a construção da consciência de si mediante as interações sociais, a necessidade de auto-afirmação reorientando o interesse das crianças pelas pessoas;
- ***Categorial***, neste período que vai dos seis aos onze anos, os progressos intelectuais dirigem o interesse da criança para as coisas, para o conhecimento e conquista do mundo exterior; a consolidação desta função categorial se dá por volta dos dez anos, possibilitando ultrapassar o conhecimento puramente empírico por um conhecimento racional das coisas;
- ***Predominância funcional*** ocorre com a nova definição dos contornos da personalidade, desestruturados devido às modificações corporais resultantes da ação hormonal, puberdade e adolescência. Questões pessoais, morais e existenciais são trazidas à tona.

Na sucessão de estágios há uma alternância entre as formas de atividades e de interesses da criança, denominada de "alternância funcional", onde cada fase predominante (de dominância, afetividade e cognição), incorpora as conquistas realizadas pela outra fase, construindo-se reciprocamente, num permanente processo de integração e diferenciação.

Para Wallon a prática pedagógica deve levar em conta a dinâmica do processo de desenvolvimento como um dos determinantes do crescimento psíquico, onde as crises de oposições e os conflitos presentes na relação professor-aluno devem ser encarados como condições positivas para o trabalho pedagógico com o aluno. Isto é, desde que não seja o fato predominante da relação.

Wallon deixou-nos uma nova concepção da motricidade, da emotividade, da inteligência humana e, sobretudo, uma maneira original de pensar a Psicologia infantil e reformular os seus problemas.

#### **2.2.1.4 Contribuições dos teóricos**

Nessa perspectiva, os construtivistas (interacionistas) procuraram explicar que o conhecimento ocorre quando o sujeito e os objetos da aprendizagem participam de forma

recíproca no desenvolvimento desse processo. Isso leva o sujeito ou indivíduo a organizar o real e a construir suas estruturas para a apreensão dos objetos.

Assim a proposta Construtivista vem como um modelo pedagógico que inova a forma de ensinar e aprender com que tange o papel do professor e do aluno, por considerar que fatores epistemológicos, biológicos, culturais, lógico-matemáticos e lingüísticos são de grande aplicabilidade para ambientes educacionais.

Visto que um dos grandes desafios do educador é ajudar a tornar a informação significativa, a escolher as informações verdadeiramente importantes entre tantas possibilidades, a compreendê-las de forma cada vez mais abrangente e profunda e a torná-las parte do nosso referencial (Moran, 2000).

Além do que para Piaget (1987) “a inteligência é um caso particular de adaptação biológica”, no qual a criança é construtora de seu conhecimento, de forma individual, sendo que a aprendizagem se realiza num processo dinâmico de organização da ação humana, consistindo em um movimento contínuo de reajustamento ou de equilíbrio.

Wallon também acredita que o processo de construção do conhecimento passa por conflitos, momentos de crises e rupturas.

Já Vygotsky valoriza o trabalho coletivo, cooperativo. E a colaboração entre crianças pressupõe um trabalho de parceria conjunta para produzir algo que não poderiam produzir individualmente.

## **2.4 Conclusões do capítulo**

Nas diferentes teorias psicológicas, produzidas ao longo da história da psicologia, tal como apresentadas neste capítulo, podemos constatar que:

- No ponto de vista de alguns teóricos, de base empirista, o desenvolvimento e a aprendizagem são processos idênticos, que resultam da ação do meio sobre o indivíduo;
- Para teorias, de base racionalista, o desenvolvimento é resultante do amadurecimento progressivo de estruturas pré-formadas no indivíduo, enquanto a aprendizagem é um processo externo, independente do desenvolvimento;
- Em uma outra posição sobre a relação entre aprendizagem e desenvolvimento, interacionismo, são considerados esses dois processos complementares, e, embora inerentemente diferentes, cada um exerce influência sobre o outro. Onde os processos são resultantes de estruturações e reestruturações

progressivas, mediante a ação do sujeito sobre os objetos e destes sobre o sujeito.

Com base nestes pressupostos procuramos definir os processos de desenvolvimento e aprendizagem, a relação e as diferenças predominantes a cada “escola”, bem como buscaremos delinear, no próximo capítulo, a natureza do processo de ensino e aprendizagem de Matemática.

---

## Capítulo 3

### PROCESSO DE ENSINO E APRENDIZAGEM DE MATEMÁTICA

---

#### 3.1 Aprendizagem da Matemática

O raciocínio consiste naquela forma de pensamento em que as possíveis soluções são testadas simbolicamente e que na maioria das culturas, e em parte da nossa própria, o pensamento simbólico tem sido comumente muito mais valorizado do que o pensamento não simbólico.

Spierling (1999, p. 59)

Quando tratamos da problemática do aprendizado da Matemática, vários fatores devem ser levados em consideração, entre eles podemos dar ênfase a um cenário em que as crianças são, desde cedo, condicionadas a não gostar de Matemática, até porque têm inúmeros exemplos de pessoas de sua estirpe, que também não gostam e disso se vangloriam.

Para Valente (1993) as razões pela qual o aluno fracassa no aprendizado de matemática são diversas, como: o fato de o aluno não construir o conceito, a transferência do conhecimento não ocorrer automaticamente, os conceitos matemáticos serem complicados ou mesmo a notação matemática ter se tornado complexa, dificultando diretamente o pensamento matemático e o exercício do raciocínio. Assim a complexidade da notação matemática tem feito com que o processo de ensino-aprendizagem desta vasta área do conhecimento seja reduzido ao domínio da própria notação. Com isso a matemática deixa de exercitar o raciocínio para valorizar o ensino da notação que é utilizada para expressar o raciocínio.

Claramente pode se verificar que a dificuldade do aprendizado de matemática é encontrada desde as séries iniciais. Pesquisas descritas por Kamii (1994) mostram que, em crianças de 1ª série, todas as ações, percepções e cognições funcionam primeiro positivamente. Não se verifica nas crianças, desta faixa etária, a construção da noção de aspectos negativos, como inverso e recíproco. Tal fato acarreta em uma das dificuldades encontradas na resolução de problemas: o não relacionamento lógico do problema proposto. Porém mais tarde e gradativamente, as crianças constroem as noções de relações simples e sistemas de operações que geram sua correspondente inversa.

Ainda segundo Kamii (1994) para as crianças resolverem problemas de enredo é necessário que elas desenvolvam primeiro a sua lógica. Uma vez desenvolvida a lógica elas podem, com cuidado, deduzir a resposta certa. Tal afirmação deixa explícito a necessidade de um “trabalho” mais adequado junto às crianças que freqüentam as séries iniciais, visto que, se

a criança não desenvolver o relacionamento lógico de problemas propostos, a mesma será “penalizada” na seqüência do processo educacional, uma vez que não assimilará muitos conceitos necessários ao bom entendimento e posterior utilização, na prática, do conhecimento matemático já sistematizado.

### 3.1.1 A Inteligência Lógico-Matemática

Gardner, psicólogo e professor da Universidade de Harvard, vem desde a década de oitenta, pesquisando como se processa a inteligência nas pessoas. Para este fim utiliza o método e os esquemas desenvolvidos por Piaget, porém não os focalizando somente no sistema lingüístico, lógico e numérico da teoria piagetiana, mas em sistemas simbólicos englobando o musical, o corporal, o espacial e até o pessoal.

Para Gardner (1995) os indivíduos aprendem de maneiras diferentes e apresentam diferentes configurações e inclinações intelectuais – pois “*na verdade, exceto em indivíduos anormais, as inteligências sempre funcionam combinadas*”. Segundo este estudioso que muito tem contribuído para o processo educacional, onde ainda destaca o papel da educação no desenvolvimento global e na aplicação das inteligências, o ser humano possui múltiplas inteligências, ou um espectro de competências manifestadas pela inteligência. Sendo que todas essas competências estão presentes no indivíduo e se manifestam com maior ou menor intensidade, tornando o indivíduo mais ou menos capacitado dentro de uma ou várias dessas competências. Em sua teoria, defende que **As inteligências múltiplas** são: a lógico-matemática, a lingüística, a espacial, a musical, a corporal-sinestésica, a interpessoal e a intrapessoal.

Como o próprio nome indica, a inteligência lógico-matemática é a capacidade lógica e matemática, assim como a capacidade de raciocínio científico ou indutivo, embora processos de pensamento dedutivo também estejam envolvidos.

A inteligência lógico-matemática salienta uma natureza não-verbal, de modo que a solução de um problema pode ser construída antes de ser articulada. Esta inteligência envolve a capacidade de reconhecer padrões, de trabalhar com símbolos abstratos (como números e formas geométricas) assim como discernir relacionamentos ou então ver conexões entre peças separadas ou distintas. Relaciona-se, também, à capacidade de manejar habilmente longas cadeias de raciocínio, conceber problemas e levá-los a diante. Juntamente com a linguagem, é a principal base para os testes de QI, criados por Alfred Binet no início do século XX.

Para Piaget (apud Kamii, 1994) os conhecimentos físico e lógico-matemático são os principais. Segundo Kamii (1994) o conhecimento lógico-matemático consiste de relacionamentos feitos por cada indivíduo. Por exemplo, ao constatarmos diferenças

existentes entre dois objetos, estamos fazendo uso do conhecimento lógico-matemático. Kamii ainda afirma que o conhecimento físico é o conhecimento dos objetos na realidade externa: cor, peso, etc.

### **3.2 Ensino da Matemática**

Em se tratando de Matemática, a dificuldade existente no processo de aprendizado é bastante notória em comparação a outras disciplinas, uma vez que seu processo de ensino ainda é trabalhado, em grande parte, da maneira tradicional, sem referência ao que os alunos já sabem. Tal processo apresenta falhas que vão desde a programação mal distribuída, passando pela desconsideração do desenvolvimento cognitivo do aluno até a apresentação de conteúdos que nem desenvolvem o raciocínio, nem têm aplicações práticas, como é o caso da racionalização de denominadores.

Embora seja sensato afirmar que a Matemática apresenta dificuldades específicas – assim como qualquer outra disciplina do contexto educacional. Tais dificuldades, não parecem suficientes para justificar tanta nitidez na diferenciação das pessoas no que se refere à postura diante da aprendizagem e contextualização deste vasto conhecimento.

Para Dante (1994, apud Albuquerque, p. 20) falta algum elemento para o desenvolvimento integral do aluno e complementa:

(...) O ensino de matemática fica quase que apenas nos níveis de informação e utilização de métodos e procedimentos, isto é, o aluno ‘aprende’ a terminologia e as fórmulas e treina fazer substituições para resolver problemas de rotina. A matemática fica transformada em algo rígido, acabado, chato, sem finalidade. O aluno usa apenas a memória; não desenvolve as habilidades de extrapolar, resolver situações-problemas, raciocinar, criar. Não tem o prazer da descoberta. Ficam faltando elementos para o seu desenvolvimento integral.

Para Machado (1987), tal dificuldade pode estar no fato de se passar uma imagem de que a Matemática é, por excelência, o lugar das abstrações, enfatizando-se seus aspectos formais e divorciando-a da realidade, tanto para quem aprende como para quem ensina.

Esse quadro que envolve o processo de ensino da Matemática se caracteriza tão ineficiente a ponto de ser questionado, por alguns estudantes, sobre a necessidade do ensino deste conhecimento, visto que a maior parte dos processos matemáticos que aprendem a manipular não tem significação real. E mais ainda que apenas uma parcela do conhecimento matemático, então apresentada, acabará sendo utilizada no dia-a-dia ou na vida profissional.

Por outro lado, a matemática não é apenas uma ciência: é também uma forma de atividade humana, ao ponto de verifica-se nos dias atuais sua forte presença em todos os

sistemas educacionais do mundo, sem que haja destacada contestação de sua necessidade. Ao ponto de Machado (1994, p. 15) afirmar que:

“Em todos os países, independentemente de raças, credos ou sistemas políticos, a Matemática faz parte dos currículos desde os primeiros anos de escolaridade, ao lado da Língua Materna. Há um razoável consenso ao fato de que ninguém pode prescindir completamente de Matemática e, sem ela, é como se a alfabetização não se tivesse completado”.

Além do que a Matemática é uma atividade social como qualquer outra, responsável pela tarefa de crescimento e desenvolvimento de inúmeros problemas e soluções no nosso cotidiano, tendo assim valor instrumental e é utilizada como apoio nos diversos ramos do conhecimento. Partindo de tais pressupostos parece-nos mais produtivo, então, aceitar que a Matemática deva ser “ensinada” e passemos a nos preocupar em detectar os problemas, assim como as soluções que permeiam o seu processo de ensino aprendizagem.

Na perspectiva de proporcionar um melhor aprendizado, presenciamos afirmações de que o ensino de Matemática na escola de ensino fundamental deva ser feito a partir da manipulação de materiais concretos, situação também não muito condizente que é verificada por Schliemann (1995) onde faz a seguinte colocação:

tal afirmação faz vistas a uma interpretação não muito condizente das características dos estágios de desenvolvimento descritos por Piaget, onde a criança que se encontra no período das operações concretas somente poderia raciocinar a partir de objetos concretos, como em Ginsburg e Opper (1969, apud Schliemann, 1995, p 99).

Colocação esta contestada em afirmação do próprio Piaget (1969, apud Schliemann, 1995, p. 99), onde afirma que:

uma escola ativa não é uma escola de trabalho manual ... A atividade de pesquisa mais autêntica pode ocorrer em esferas de reflexão, da mais avançada abstração, e de manipulações verbais (desde que sejam espontâneas e não impostas à criança...).

Complementando a afirmação de Piaget podemos citar três princípios gerais, discutidos pelo próprio Piaget (1973, apud Schliemann, 1995 p. 101), que deveriam ser considerados no ensino de Matemática:

- A compreensão real de uma noção ou de uma teoria implica na reinvenção desta teoria pelo sujeito;
- Em todos os níveis, a criança é sempre mais capaz de fazer e compreender na ação do que de expressar verbalmente e conscientemente os princípios nos quais se baseiam suas ações.

- As representações ou modelos matemáticos utilizados deveriam corresponder à lógica natural da criança e a formalização deveria ser deixada para mais tarde como uma espécie de sistematização das noções já adquiridas.

De acordo com Schliemann (1995, p. 101):

esses princípios, centrais a concepção construtivista piagetiana sobre o conhecimento, permitem ver que o problema não é apenas de manipulação de materiais concretos, embora esses materiais possam ser úteis se fazem parte de situações significativas que provoquem a reflexão por parte da criança. Não é o uso específico do material concreto, mas sim, o significado da situação na construção do conhecimento matemático.

Pois os conceitos matemáticos não podem ser definidos em termos de propriedades físicas dos estímulos, mas sim, de ações efetivamente realizadas sobre os objetos.

### 3.2.1 Educação Matemática

Na busca contínua de minimizar as dificuldades encontradas no processo de ensino da matemática, há tempos, psicólogos, pedagogos, professores e matemáticos de várias nacionalidades vêm estudando as causas do fracasso do ensino de Matemática e as maneiras de evitá-lo.

Formou-se então um movimento internacional dedicado à Educação Matemática, com propostas de mudanças bem-sucedidas nos conteúdos e nos métodos de ensino, atualmente no Brasil estas propostas são norteadas pela Sociedade Brasileira de Educação Matemática (SBEM<sup>4</sup>) e demais grupos de trabalhos, distribuídos por instituições de ensino.

O movimento de Educação Matemática pode ser visto como uma forma de conceber a Matemática e, conseqüentemente, o trabalho escolar com ela. Podemos dizer que essa nova perspectiva nasce de debates profundos sobre a própria Matemática e sobre a matemática na educação básica, perspectivas essas onde os educadores matemáticos têm buscado novos métodos para levar à prática da sala de aula as idéias-chave de construção e de compreensão, entre os quais podemos citar, conforme D'Ambrosio (1989):

- **Resolução de problemas:** Os alunos defrontam-se com problemas - em alguns momentos colocados pelo professor - que envolvem generalizações, aprofundamentos, transferências a outras situações e até criação de regras, a partir dos quais vão construindo seu saber matemático, dentro de uma situação potencial, em interação

---

<sup>4</sup> <http://www.sbem.com.br>

com o grupo, e mediação oportuna do professor. Neste método a teoria vem depois dos problemas.

- **Modelagem:** Tomam-se circunstâncias da realidade, motivadoras para os alunos, nas quais os mesmos são convidados a explorar matematicamente situações não-matemáticas, procurando-se modelos matemáticos que a elas se apliquem. Pode-se ser entendida como uma dos “passos” da resolução de problemas.
- **Abordagens etnomatemáticas:** Numa abordagem etnomatemática, o professor valoriza conhecimentos matemáticos do grupo cultural ao qual pertencem os alunos e aproveita a experiência extra-escolar.
- **Abordagens históricas:** Usam-se motivações da história da Matemática como ponto de partida para o aprendizado. Pois em muitas situações pode esclarecer idéias que estão sendo construídas pelo aluno.
- **Uso de jogos:** O objetivo é abordar os conteúdos por meio de jogos, resgatando o lúdico do universo das crianças e também dos adolescentes. Pois por meio dos jogos os alunos não apenas vivenciam situações que se repetem, mas aprendem a lidar com símbolos e a pensar por analogia, desta forma tornam-se produtoras de linguagens e convenções, submetendo-se a regras, como se capacitando a dar explicações.
- **Uso de computadores:** O computador pode ser usado para reforço do velho ensino ou para implementar as novas idéias.

Como o ensino e aprendizagem de matemática através da interação com o recurso do computador é um dos objetivos deste trabalho, a próxima secção procura descrever esta modalidade de ensino.

### 3.3 Ensino Mediado por Computador

Todos podem notar que a sociedade está mudando nas suas formas de organizar-se, de produzir bens, de comercializá-los, de divertir-se, de ensinar e de aprender.

Mesmo não sendo responsáveis por toda a transformação cultural que elas impulsionam, o uso constante das tecnologias faz parte do mundo contemporâneo e sempre afetou o homem, desde as primeiras ferramentas utilizadas até o uso de máquinas.

Não fugindo a este contexto, a informática tem modificado os paradigmas do conhecimento e, nas últimas décadas, tem-se verificado que o acesso e o domínio de novas tecnologias de informação e comunicação constituem condições fundamentais para o desenvolvimento pessoal e profissional do ser humano como cidadão.

A entrada da tecnologia no processo educativo é fundamental, pois como afirma Ramos (1996) *“Com a incorporação da tecnologia ao processo educativo, tem-se concretamente a oportunidade de se implementar um novo paradigma pedagógico”*.

Porém é necessário entender que o uso do computador na educação pode ser problemático, tendo em vista que muito se cogita sobre seu uso no ensino ser a solução para muitos dos problemas da educação. No entanto, a maioria destes problemas não pode encontrar resposta nas tecnologias digitais o que pode resultar em uma visão muito simplista sobre o software e seu uso.

Logo para que seja possível desenvolver um trabalho usando o computador no processo educativo, devemos confiar na sua importância para que a aprendizagem seja clara e eficaz, principalmente se destacarmos o ensino da Matemática usando o computador como ferramenta lúdica e favorável à aprendizagem do aluno.

#### 3.3.1 Suporte computacional para auxílio à aprendizagem

“as técnicas, em suas diferentes formas e usos, constituem um dos principais agentes de transformação da sociedade, pelas implicações que exercem no cotidiano das pessoas” (PCN, Brasil).

Com o desenvolvimento das técnicas e métodos de ensino e o fato de, no final do século XX, ter surgido um conhecimento baseado por simulação, característico da cultura informática, faz com que o computador seja também visto como um recurso didático cada dia mais indispensável, ao ponto de considera-se importante discutir esse ambiente inovador da Educação. Pois como afirma Patrick Mendelsohn (1997, apud Perrenoud, 2000, p. 125):

as crianças nascem em uma cultura em que se clica, e o dever dos professores é inserir-se no universo de seus alunos. (...) Se a escola ministra um ensino que aparentemente não é mais útil para uso externo, corre um risco de desqualificação.

Porém para as escolas e para muitos professores, as novas tecnologias continuam a ser um corpo estranho, que provoca, sobretudo incomodo, ao ponto de durante muito tempo se questionar se deveria ou não usar o computador na escola. Contudo quando o computador começou a fazer parte do cotidiano das escolas privadas, o eixo de discussão deslocou-se para a necessidade e viabilidade de utilizá-lo em escolas públicas, não fugindo assim a um dos objetivos gerais do ensino fundamental: ***“saber utilizar diferentes fontes de informação e recursos tecnológicos para adquirir e construir conhecimentos”*** (PCN, Brasil, 1997).

Nesse contexto alguns educadores admitem que o uso do computador tenha sido marcado por muitos exageros, expectativas elevadas e também por muitos erros e fracassos, ocasionando assim certa cautela, por pensarem que o computador não irá produzir algo relevante. Visto que a integração do computador ao ambiente escolar é uma questão complexa, pois implica em compreender o papel que o computador pode assumir no processo de ensino e aprendizagem.

Porém muitos educadores ainda conservam-se otimistas, acreditando que o computador auxiliará na construção de uma escola com objetivos mais nobres. Tal perspectiva significa ter como “produto” cidadãos abertos e conscientes, capazes de aprender a aprender e de utilizar a tecnologia para a busca, a seleção, a análise, a construção e reconstrução de conhecimentos, fazendo uso de todos os meios disponíveis em especial o computador.

Nesta visão, não podemos esquecer que o uso das tecnologias, no caso o computador através de seus softwares, não representa uma experiência educativa completa. Pois a maioria da responsabilidade recai sobre o professor e o contexto curricular em que o programa se insere.

Contudo, pode-se afirmar que contribuições importantes para educação serão fomentadas através do uso de computadores, principalmente em áreas onde os métodos tradicionais não suprem à necessidade de aprendizado, pois os computadores multiplicam bruscamente a possibilidade de observação e de experimentação.

Fazendo vistas ao acima mencionado, descreveremos concepções do computador na Educação, conforme descritas por Carraher (1995) e Valente (1999).

### 3.3.1.1 Concepções do computador na Educação segundo Carraher

Para Carraher, a contribuição dos computadores na educação e informática é de ordem tecnológica e não conceitual, pois com exceção do professor de programação, o educador que atuar no campo da Educação e Informática precisa saber relativamente pouco sobre a computação e apresenta três modelos ou concepções sobre o uso do computador na educação: **como máquina de ensinar, como tutor inteligente e como ferramenta intelectual.**

- **O computador como máquina de ensinar**

Basicamente é a utilização de softwares que seguem a linha skinneriana, ou simplesmente softwares cujo papel é apresentar informações e informar ao aluno se sua resposta está correta ou errada, e o papel do aluno é aprender a dar respostas corretas.

Carraher afirma que as “máquinas de ensinar”, propostas por Skinner há décadas, foram consideradas pelo próprio Skinner como extensão natural e importante da sua teoria de aprendizagem para o campo da educação.

Segundo Skinner (1980, apud Carraher, 1995, *p.* 171):

Para que nosso conhecimento sobre a aquisição e manutenção do comportamento verbal seja aplicado à Educação, é necessária alguma espécie de máquina de ensinar. As contingências de reforço que alteram o comportamento dos organismos mais simples com muita frequência não podem ser planejadas à mão; é necessária a elaboração de um aparelho próprio para estes fins. O ser humano requer uma instrumentação ainda mais refinada.

Na prática, as máquinas de ensinar descritas por Skinner nada mais eram do que meios ou dispositivos mecânicos que maximizavam a instrução programada, instrução esta que consiste em apresentar aos alunos textos previamente elaborados pelo professor ou por um grupo de educadores da linha Comportamentalista. No caso de programas sobre Matemática apresentam ao aluno problemas a serem resolvidos que requerem, de forma direta, uma resposta numérica.

- **O computador como tutor inteligente**

Para Carraher (1995) no campo da Educação e Informática, o tutor inteligente corresponderia a programas capazes de acompanhar o raciocínio do aluno e fazer intervenções inteligentes, ou seja, é a utilização de programas que estabelecem uma comunicação autêntica com o usuário, sendo capazes de compreender e acompanhar o raciocínio e desenvolvimento cognitivo dos alunos. Porém os diálogos entre o usuário e o programa são simulações em que o computador, na melhor das hipóteses, aparenta possuir uma compreensão do raciocínio e dos motivos que levam os alunos a apresentarem certos desempenhos.

- **O computador como ferramenta intelectual**

Para Carraher a idéia central deste modelo é a de que o software deveria proporcionar aos alunos oportunidades de descobrir princípios, propriedades ou relações de ordem lógica, matemática, científica, lingüística ou até histórica, como tal o computador servirá de instrumento de pesquisa, englobando Softwares que disponibilizam atividades que constituem oportunidades para aprender, como por exemplo: linguagens de programação, simuladores das leis de Newton, jogos matemáticos e lingüísticos.

### 3.3.1.2 Concepções do computador na Educação segundo Valente

Segundo Valente para a implantação do computador na educação são necessários basicamente quatro ingredientes: o computador, o software educativo, o professor capacitado para usar o computador como meio educacional e o aluno. No entanto, classifica as modalidades em que o computador pode ser utilizado: **como máquina de ensinar e como ferramenta**.

- **O computador como máquina de ensinar**

Para Valente *“esta modalidade pode ser caracterizada como uma versão computadorizada dos métodos tradicionais de ensino”*, considerando que as categorias mais comuns desta modalidade são os tutoriais, exercício-e-prática, jogos e simulação.

Ainda segundo Valente os **programas tutoriais** caracterizam uma versão da instrução programada, com a vantagem de oferecer animação, som e a manutenção do controle do desempenho do aprendiz, facilitando o processo de administração das lições e possíveis programas de remediação. Porém o desenvolvimento de um bom tutorial é extremamente caro e difícil.

Valente ainda afirma que os **programas de exercício-e-prática** são tipicamente utilizados para revisar material visto em classe principalmente, material que envolve memorização e repetição, como aritmética e vocabulário. Tais programas requerem a resposta freqüente do aluno, propiciam feedback imediato, exploram as características gráficas e sonoras do computador e, geralmente, são apresentados na forma de jogos.

Para este autor os **jogos educacionais** apresentam uma abordagem pedagógica de exploração auto dirigida ao invés da instrução explícita e direta. Entretanto, o grande problema com os jogos é que a competição pode desviar a atenção da criança do conceito envolvido no jogo.

Já a **simulação** envolve a criação de modelos dinâmicos e simplificados do mundo real. Oferecendo a possibilidade de o aluno desenvolver hipóteses, testá-las, analisar resultados e refinar os conceitos. Esta modalidade de uso do computador na educação é muito útil para trabalho em grupo, principalmente os programas que envolvem decisões. Por outro lado, as boas simulações são bastante complicadas de serem desenvolvidas, requerem grande poder computacional, recursos gráficos e sonoros, de modo a tornar a situação problema o mais perto possível do real.

- **O computador como ferramenta**

Para Valente (1997, p. 13):

“o computador pode ser usado também como ferramenta educacional. Segundo esta modalidade o computador não é mais o instrumento que ensina o aprendiz, mas a ferramenta com a qual o aluno desenvolve algo, e, portanto, o aprendizado ocorre pelo fato de estar executando uma tarefa por intermédio do computador”.

A seguir são apresentados alguns exemplos desses diferentes usos:

- **Aplicativos para o uso do aluno e do professor** – são constituídos por programas de processamento de texto, planilhas, manipulação de banco de dados, construção e transformação de gráficos, sistemas de autoria, calculadores numéricos, são aplicativos extremamente úteis tanto ao aluno quanto ao professor.
- **Resolução de problemas através do computador** – o objetivo desta modalidade de uso do computador é propiciar um ambiente de aprendizado baseado na resolução de problemas, onde o aprendiz tem que expressar a resolução do problema segundo uma linguagem de programação.
- **Programas de controle de processo** – programas dessa linha oferecem uma ótima oportunidade para a criança entender processos e como controlá-los. Valente cita que um dos melhores exemplos de programas nesta área é o "TERC Labnet", desenvolvido pela "Technical Education Research Centers". O conjunto de programas do "TERC Labnet" permite a coleta de dados de experimentos, a análise destes dados, e a representação do fenômeno em diferentes modalidades, como gráfico e sonoro.
- **Computador como comunicador** – nesta modalidade os computadores podem ser interligados entre si formando uma rede de computadores, possibilitando o envio de mensagens de um para outro através de software que controla a passagem da informação entre os computadores, assim como a consulta a banco de dados, ou mesmo a construção compartilhada de um banco de dados.

### 3.3.2 Ensino da Matemática Mediado por Computador

“As razões pelas quais se ensina matemática na escola não são diferentes das razões pelas quais se propõe o uso do computador na escola”.

Valente (1995, p. 6)

Como sugerem as seções anteriores o computador pode apresentar contribuições diversas para a educação, não contradizendo o que afirma Magina (1998, apud Gladcheff, 2001, p. 2):

A tecnologia, em especial o computador, se utilizado de forma adequada, pode contribuir para criação de um cenário que ofereça possibilidades para o aluno construir uma ponte entre os conceitos matemáticos e o mundo prático.

Em seu trabalho publicado com o título “**A aprendizagem de conceitos matemáticos com auxílio do computador**” David W. Carraher (1995, p. 199) faz algumas considerações sobre o ensino de matemática via computador:

- O computador lida com a representação de objetos físicos com propriedades físicas (cor, forma e tamanho), porém é necessário considerarmos a possível contribuição do computador para a representação simbólica de conceitos não redutíveis a entes físicos.
- A psicologia pode contribuir para o campo da informática e a Educação através da elaboração de teorias psicológicas sobre a aprendizagem humana em contextos sociais, em que se utilizam mediadores simbólicos. Este tipo de teorização vai requerer da Psicologia abordagens capazes de oferecer subsídios para a compreensão dos processos de representação, bem como de formas de motivação não redutíveis à satisfação dos impulsos biológicos.
- A elaboração de software educativo requer a consideração das pesquisas empíricas sobre a Psicologia da Aprendizagem e do Desenvolvimento, bem como as pesquisas sobre os conceitos específicos na área do conhecimento em consideração.

Contudo o uso de softwares que desenvolvam a compreensão dos conceitos matemáticos através da manipulação de símbolos, necessita de uma abordagem teórica que dê ênfase aos processos de representação. Para tanto, Carraher (1995) afirma que teria de ser uma teoria construtivista, no sentido de oferecer subsídios para analisar como o conhecimento

do aluno é assentado nos conceitos e estruturas mentais elaborados através da interação do aluno com o ambiente, no caso, o ambiente simbólico sustentado pelo computador.

Porém, o fato de se utilizar o computador como ferramenta para construção do conhecimento – visão interacionista – não implica em escolher um software com características “construtivistas”, pois isto não é garantia que seu uso pedagógico seja interacionista, pois a orientação construtivista, mesmo não revelada, de um software na prática pedagógica é de responsabilidade do educador. Não obstante, um software com características citadas tem sido chamado por Papert de Construcionista que descrevemos a seguir.

O **Construcionismo** é um modelo educacional, proposto por Seymour Papert<sup>5</sup> (NEAAD/UFES), a partir da reconstrução teórica do construtivismo piagetiano, como tal trabalha sobre a vertente do conhecimento designando o uso do computador para a representação, a reflexão e a depuração de idéias, por meio de um processo interativo que propicia a construção do conhecimento. Neste modelo educacional, utilizando-se do computador, o indivíduo visualiza suas construções mentais, estabelecendo relação dialética entre o concreto e o abstrato criando assim condições para que mais conhecimento possa ser adquirido.

A atitude do modelo construcionista implica na meta de ensinar, produzindo o máximo de aprendizagem, com o mínimo de ensino, de tal forma que o erro torna-se um objeto de análise, para que equívocos cometidos sejam identificados e reformulados no processo de reflexão e depuração promovendo assim a aprendizagem e o desenvolvimento.

Na visão construcionista, é na universalidade de aplicações do computador e na sua capacidade de simular modelos mecânicos, que podem ser programados por crianças, que reside a potencialidade do computador em aprimorar o processo de evolução cognitiva da criança.

### **3.3.2.1 Análise de softwares educativos para o ensino de matemática nos anos iniciais do ensino fundamental**

Da diversidade de softwares educativos de matemática existentes no mercado, faremos uma breve exposição de alguns dos programas analisados por Bona (2009) os quais estão disponíveis na internet. Esta análise tem como base uma sinopse dos conteúdos explorados, idioma, licença, endereço para download e procura observar a concepção teórica

---

<sup>5</sup> matemático, considerado um dos pais do campo da Inteligência Artificial e internacionalmente reconhecido como um dos principais pensadores sobre as formas pelas quais a tecnologia pode modificar a aprendizagem.

de ensino presente nestes materiais e se os mesmos são de natureza construtivista ou comportamentalista.

SOFTWARE	SINOPSE	IDIOMA	LICENÇA	DOWNLOADS
Elica  Elica.Ink	O Elica é uma aplicação para a linguagem Logo que oferece a possibilidade de desenvolvimento de animações tridimensionais com diferentes objetos. Este recurso pode ser utilizado em diferentes contextos: modelos virtuais animados, visualização matemática, jogos e outros.	Inglês	Gratuito	<a href="http://www.baixaki.com.br/download/elica.htm">http://www.baixaki.com.br/download/elica.htm</a>
<b>Kolobok 2.0</b>	Calcula o máximo divisor comum, míni-múltiplo comum e tem opção de cálculos de adição, subtração, multiplicação e divisão.	Inglês	Gratuito	<a href="http://baixaki.ig.com.br/site/dwnld49892.htm">http://baixaki.ig.com.br/site/dwnld49892.htm</a>
<b>Matematicas D</b>	O programa coloca em prática exercícios para aprender a contar usando bolinhas.	Português	Gratuito	<a href="http://www.oscargarcia.es/binarios/MatematicasD.zip">http://www.oscargarcia.es/binarios/MatematicasD.zip</a>
<b>Cabri Geometry II Plus</b>	Explora conteúdos de Geometria, desenha e manipula figuras no plano e no espaço, das mais simples às mais complexas. Permite remover objetos, efetuar cálculos, fazer alterações é concebida para professores bem como para estudantes, do ensino básico à universidade.	Inglês, Francês Espanhol, Italiano, Alemão, Português.	Gratuito para testar	<a href="http://www.cabri.com">http://www.cabri.com</a>
<b>Xlogo</b>	É um <i>software</i> de linguagem logo ideal para pessoas que querem iniciar seus conhecimentos mais elementares em programação. Através de comandos pré-definidos é possível realizar inúmeras atividades.	Alemão, árabe, francês, inglês, espanhol, português, galês e esperanto.	Gratuito	<a href="http://www.baixaki.com.br/download/xlogo.htm">http://www.baixaki.com.br/download/xlogo.htm</a>
<b>SuperLogo</b>	A interação com o ambiente LOGO é feita através de um cursor em formato de tartaruga que obedece a comandos dados pelo usuário. Para elaborar os programas o usuário “ensina” a tartaruga sendo possível desenvolver projetos em qualquer área de conhecimento.	Português	Gratuito	<a href="http://www.nied.unicamp.br/publicacoes/software/slogo30.zip">http://www.nied.unicamp.br/publicacoes/software/slogo30.zip</a>
<b>KTurtle</b>	O KTurtle é um programa livre que roda em ambiente KDE (sistema operacional Linux). Não é exatamente um programa Logo, mas foi idealizado para iniciantes ou aqueles que disponham de computadores com poucos recursos.	Inglês	Gratuito	<a href="http://br.geocities.com/projetologo/logo/kturtle.html">http://br.geocities.com/projetologo/logo/kturtle.html</a>

Dos modelos analisados, somente os de linguagem de programação Logo (Superlogo, Xlogo, Kturtle, Elica) fazem referência ao uso de teorias construtivistas. Os demais não fazem referência a nenhuma teoria de aprendizagem que o embase. No entanto, podem ser utilizados em atividades construcionistas, levando-se em conta a atividade desenvolvida pelo educador.

A construção e depuração colaborativa de programas LOGO<sup>6</sup> (NEAAD/UFES) expressam visualmente através dos desenhos da Tartaruga, a concretização e o formalismo matemático, criando modelos que induzem a criança a “pensar sobre o ato de pensar” (Epistemologia), e que tem como conseqüências o avanço nos estágios de desenvolvimento cognitivo. O Logo tem sido muito utilizado nas escolas e surge agora com uma interface com a robótica, o *Lego Logo*, voltado para o comando programado de pequenos aparelhos e máquinas construídas pelos alunos.

Após a abordagem de algumas questões de grande relevância ao tema deste trabalho, a problemática notória no processo de ensino aprendizagem de matemática, procuramos descrever no próximo capítulo a concepção de um software, voltado ao auxílio, tanto do professor como do aluno, no processo de ensino aprendizagem de Matemática básica.

---

<sup>6</sup> Logo é uma linguagem de programação inicialmente proposta por Seymour Papert, e basicamente consiste na movimentação de uma tartaruga desenhada na tela do computador que deixa um rastro por onde passa. Esta tartaruga pode ser controlada, pelo aluno, interativamente (diretamente) ou através de um programa.

---

## Capítulo 4

### A CONCEPÇÃO DO SISTEMA PROPOSTO

---

Na proposta construtivista, a sala de aula deve possibilitar ao aluno a oportunidade de construir, com base no seu conhecimento prévio e no ritmo de assimilação, os novos conhecimentos propostos pela disciplina. É nesse contexto que o uso de um software educacional possibilita uma interação rica entre aluno-conhecimento, de maneira que o estudante possa confrontar-se com problemas que procuram representar o real.

As facilidades para criar possíveis soluções e debatê-las entre colegas ou com o professor fazem do software educacional uma ferramenta bastante útil no processo de aprendizagem.

Porém a estratégia de trabalho com o software é bem determinante para o aprendizado, pois o fato de se utilizar um software com características construtivistas, não garante que seu uso pedagógico siga esta teoria.

#### 4.1 Requisitos do Sistema Proposto

O objetivo principal deste trabalho é propor um ambiente de aprendizagem que possibilite ao aprendiz experiências diretas no ensino das quatro operações básicas, pois acreditamos que se o aluno tiver uma aprendizagem significativa desses conceitos, ele estará apto a aprender conceitos mais complexos, como operacionalizar com fração e proporção. A nossa experiência como educador corrobora com relatos apresentados na literatura, tal qual o de Augustine (1976) ao afirmar que “muitos pesquisadores demonstraram que ensinar o significado do algoritmo levará o aluno a transferir melhor a aprendizagem a novas situações, a discernir melhor as relações existentes e a formar uma estrutura em que os conceitos podem ser recordados com facilidade quando esquecidos pela falta de aplicação”.

Ao enfatizarmos a concepção do sistema aqui proposto, destacam-se, alguns ingredientes necessários e importantes, provenientes do estudo realizado nos capítulos anteriores:

- Deve-se respeitar a forma de pensar que o aluno possui para resolver um problema, tendo em vista que o mais importante não é o resultado em si, mas o entendimento do conceito matemático e suas possíveis operações;

- O ensino deve ser individualizado respeitando-se o ritmo de aprendizagem de cada aluno;
- Para planejar qualquer ensino, deve-se ter como base o desenvolvimento atual do aluno a que se vai trabalhar, ou, examinar o seu estado de prontidão;
- Deve-se usar o contexto do dia-a-dia do aluno, senão, um contexto que prenda a atenção, estimulando a descoberta das relações existentes entre os vários componentes dos conceitos matemáticos e suas operações;
- Devem-se usar inúmeros recursos concretos com o objetivo de **facilitar** a construção dos conceitos matemáticos, neste caso recursos virtuais;
- Trabalhos em grupos deverão ser propostos para a busca por questões práticas e interessantes;
- Um software educacional deve ser utilizado pelo professor em conjunto com as aulas teóricas, ilustrando os conceitos “complexos” presentes no processo de ensino aprendizagem de Matemática.

Contudo a presente proposta de sistema deve possuir:

- **Ambiente de construção** que permita, ao aluno, a partir da resolução de problemas propostos, tanto num trabalho individual como em grupo, compartilhar seus conhecimentos, assim como construir diretamente a partir de suas ações, estratégias que possibilitem alcançar o objetivo a ser atingido.
- **Simulação**, com este recurso o aluno construirá, um aprendizado consistente, pois a liberdade de experimentar situações (desenvolver hipóteses) e posteriormente efetuar sua avaliação possibilitará ao aluno aprender através de tentativas, acerto e erros.
- **Micromundo**, visto que para alcançar seu objetivo o aluno necessitará manipular as ferramentas apresentadas em cada ambiente proposto e a partir destas ferramentas disponibilizadas pelo software, juntamente com as idéias já pré-formadas, construir seu entendimento sobre o assunto em questão.

## 4.2 Descrição da Proposta

Seguindo a linha construtivista, o protótipo foi planejado inicialmente para alunos do ensino fundamental I (quarta série), abordando as quatro operações básicas, adição, subtração, multiplicação e divisão. Desta forma, e através de um processo investigativo, o aluno interage com o software para encontrar as respostas aos problemas propostos pelo professor. Estes

problemas envolvem sondagem, aprendizagem, análise e revisão que são aprofundados com exercícios que envolvem operações com fração.

Ao solucionar os problemas matemáticos propostos, o indiozinho Kim herói da aventura, comandado pelo aluno, procura salvar sua tribo, localizada em uma floresta figura 4.1, antes alegre e cercada vida. A solução de todos os exercícios proporciona a Kim encontrar uma pedra mágica que recomporá toda a vida e harmonia antes existente na floresta.

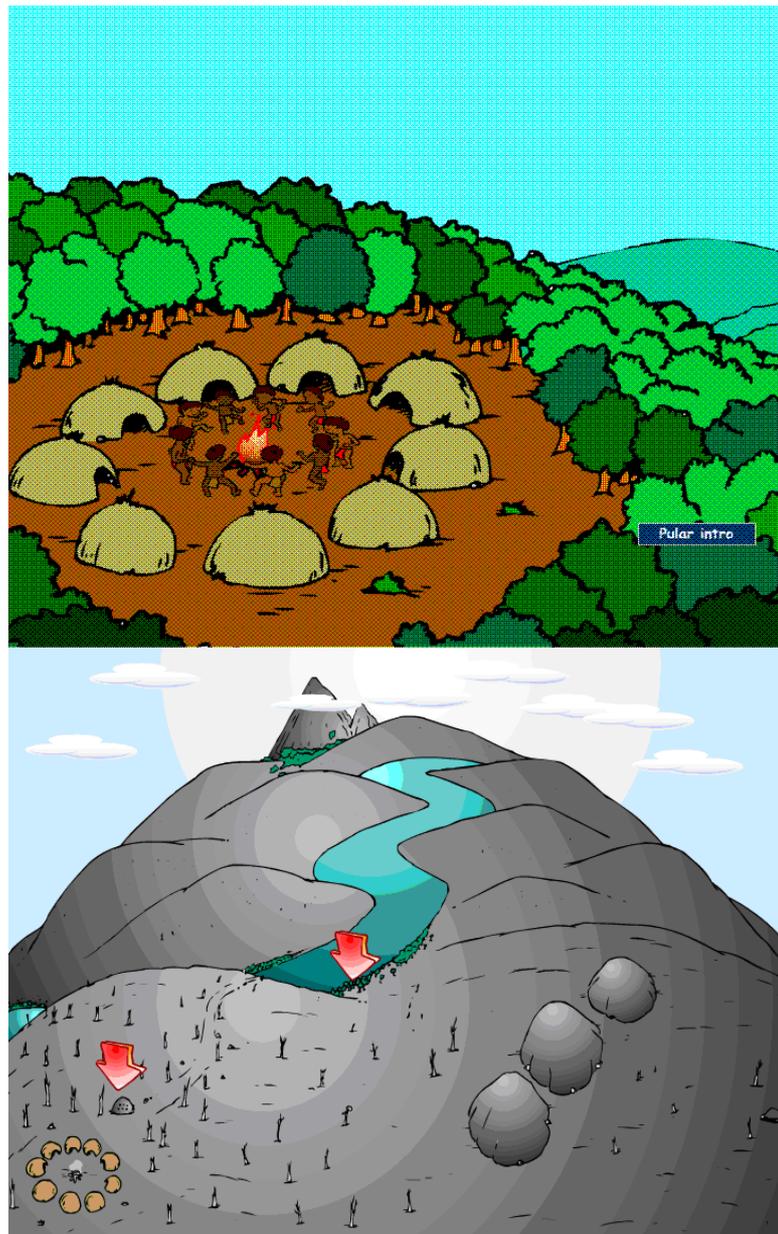


Figura 4.1 Tribo localizada em uma floresta, antes e depois da devastação

Todos os problemas matemáticos que compõem o protótipo deste software foram modelados de forma que o aluno possa construir a solução do mesmo, e assim de forma interativa e construtiva trabalhar o seu aprendizado.

Como o protótipo foi idealizado com o intuito de auxiliar no processo de ensino e aprendizagem do aluno assim como de avaliação por parte do professor, procura utilizar ferramentas computacionais (programas) que oportunizem o acesso conjunto de alunos, através de uma rede de computadores, como fica claro no diagrama da figura 4.2.

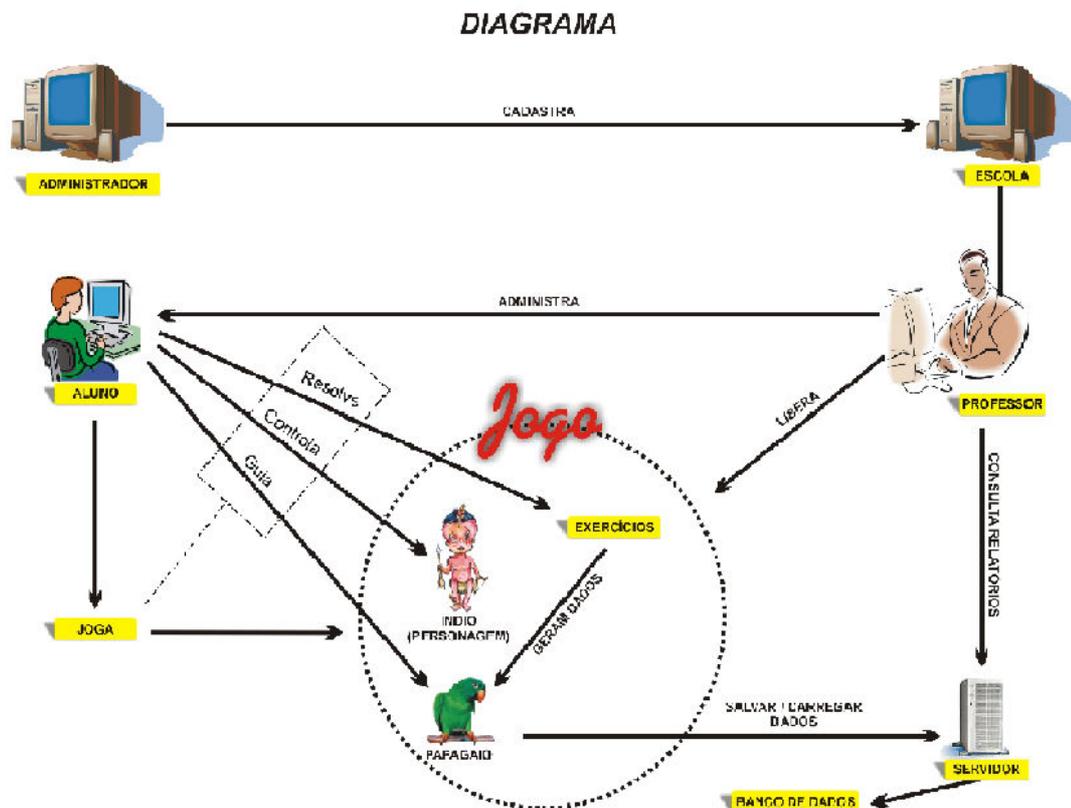


Figura 4.2: Estrutura do protótipo

Porém cada uma das dependências funcionais apresentadas, na figura 4.2, podem ser mais bem entendida nos diagramas de casos de uso expostos a seguir. Tais diagramas têm como objetivo identificar as dependências entre os casos de uso e definir a ordem de construção dos módulos que fazem parte do sistema.

## 4.2.1 Diagramas de Casos de Uso

A figura 4.3 mostra a estrutura macro funcional do protótipo, identificando as macro funções relacionadas aos atores que interagem com o sistema: Administrador, Aluno, Professor e Papagaio. E quadro 4.1 descreve os atores com suas funções.

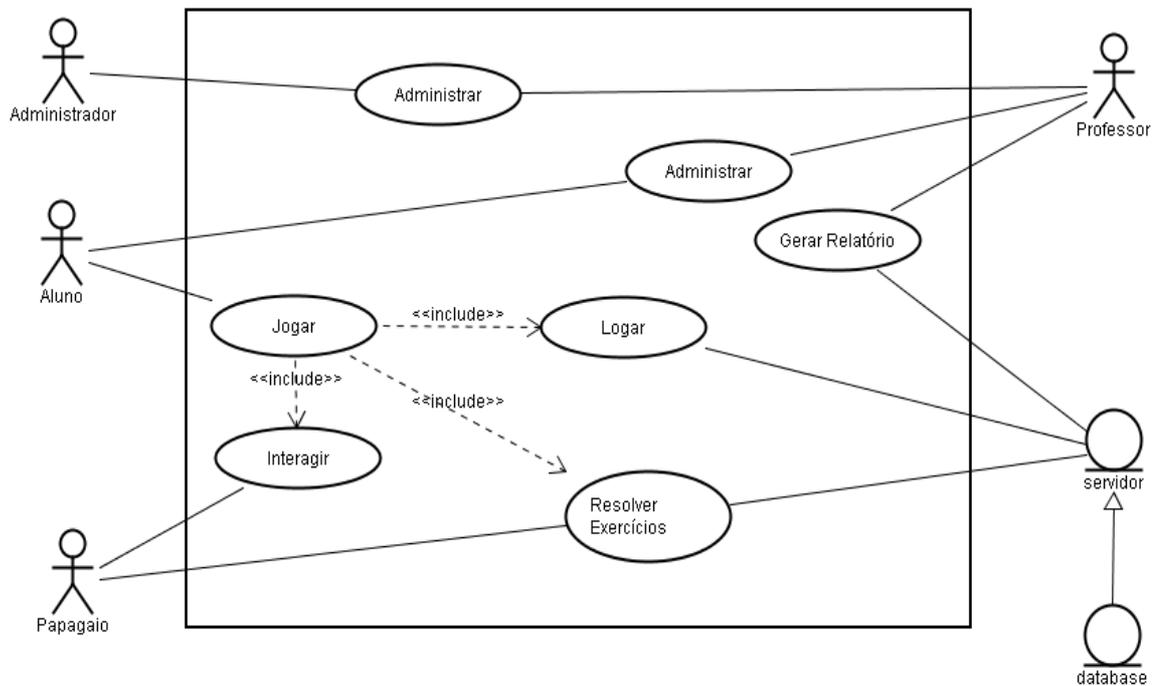


Figura 4.3 Diagrama da Estrutura Macro Funcional

Ator	Função	Descrição
<b>Administrador</b>	Administrar Professor	Controla o acesso ao software, realizando o cadastro, atualização e remoção dos Professores, além de cadastrar os exercícios e suas opções: fauna, flora e ecologia.
<b>Professor</b>	Administrar Alunos	Controla o acesso ao software, realizando o cadastro de escolas, turmas e alunos, podendo liberar e encerrar o uso do jogo, além de consultar relatórios.
<b>Aluno</b>	Jogar	Jogar, atividade que inclui o login, resolver exercícios e interagir com o “papagaio”.
<b>Papagaio</b>	Carregar Exercícios	Interagir e carregar os exercícios existentes no Banco de Dados, de acordo com o nível em que o aluno se encontra no jogo.
	Salvar Logs	Salvar e enviar os Logs gerados na resolução dos exercícios.

Quadro 4.1 Descrição dos atores e suas respectivas funções.

O diagrama mostrado na figura 4.4 destaca a estrutura funcional que possibilita a geração de futuros relatórios sobre dados e atividades dos alunos e seus respectivos aproveitamentos nessas atividades. E o quadro 4.2 descreve a função dos atores no armazenamento de dados e posterior geração de relatórios.

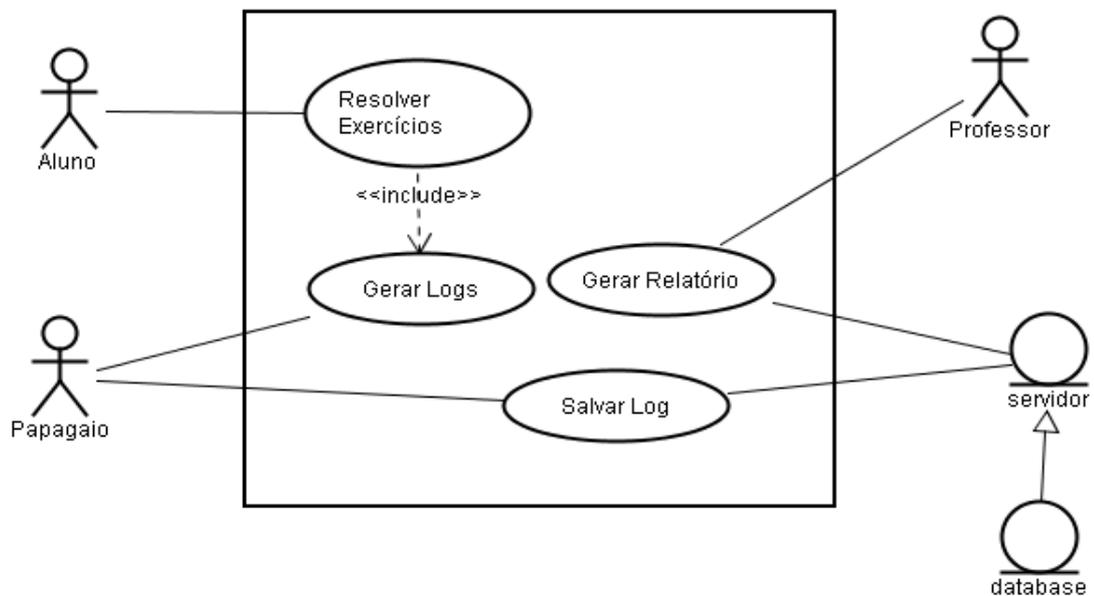


Figura 4.4 Diagrama Geração de relatório

Ator	Função	Descrição
<b>Aluno</b>	Resolver Exercícios	De acordo com as atividades propostas pelo jogo, o aluno resolve os exercícios.
<b>Papagaio</b>	Gerar e Salvar Logs	Durante a resolução dos exercícios o software gera dados que são enviados ao servidor e salvos no banco e dados.
<b>Professor</b>	Consultar Relatórios	Utilizando o software o professor consulta relatórios individuais, por turma ou tipo de escola: pública ou particular.

Quadro 4.2 Descrição dos atores com suas funções no armazenamento de dados e geração de relatórios.

A figura 4.5 mostra a estrutura funcional que relaciona a ligação entre o aluno e o jogo. E o quadro 4.3 descreve os atores e suas funções na relação entre o Aluno e o jogo.

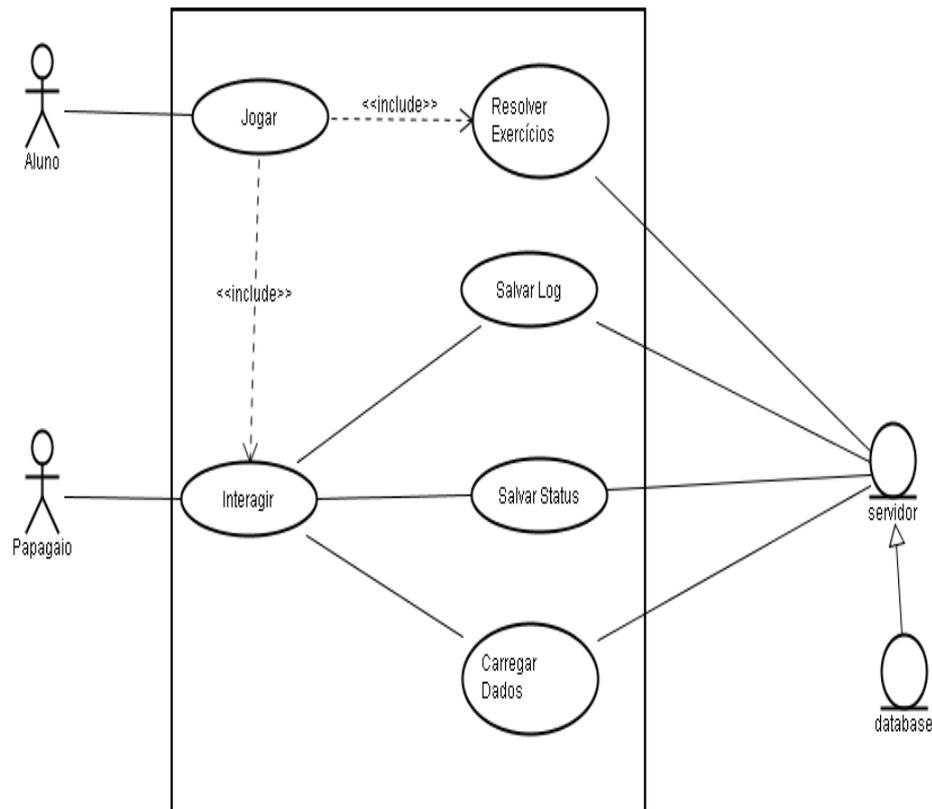


Figura 4.5 Diagrama de Relação entre Aluno, papagaio e jogo

Ator	Função	Descrição
<b>Aluno</b>	Jogar	De acordo com as atividades propostas pelo jogo, o aluno resolve os exercícios mantendo uma interação com o papagaio.
<b>Papagaio</b>	Interagir	Durante a interação com o jogador e servidor, o papagaio salva os Logs, salva o Status do jogador e carrega os dados armazenados no banco de dados.

Quadro 4.3 Descrição dos atores e suas funções na relação entre o Aluno e o jogo.

A estrutura funcional de login do aluno, no jogo, é apresentada no diagrama da figura 4.6 e descrita no quadro 4.4.

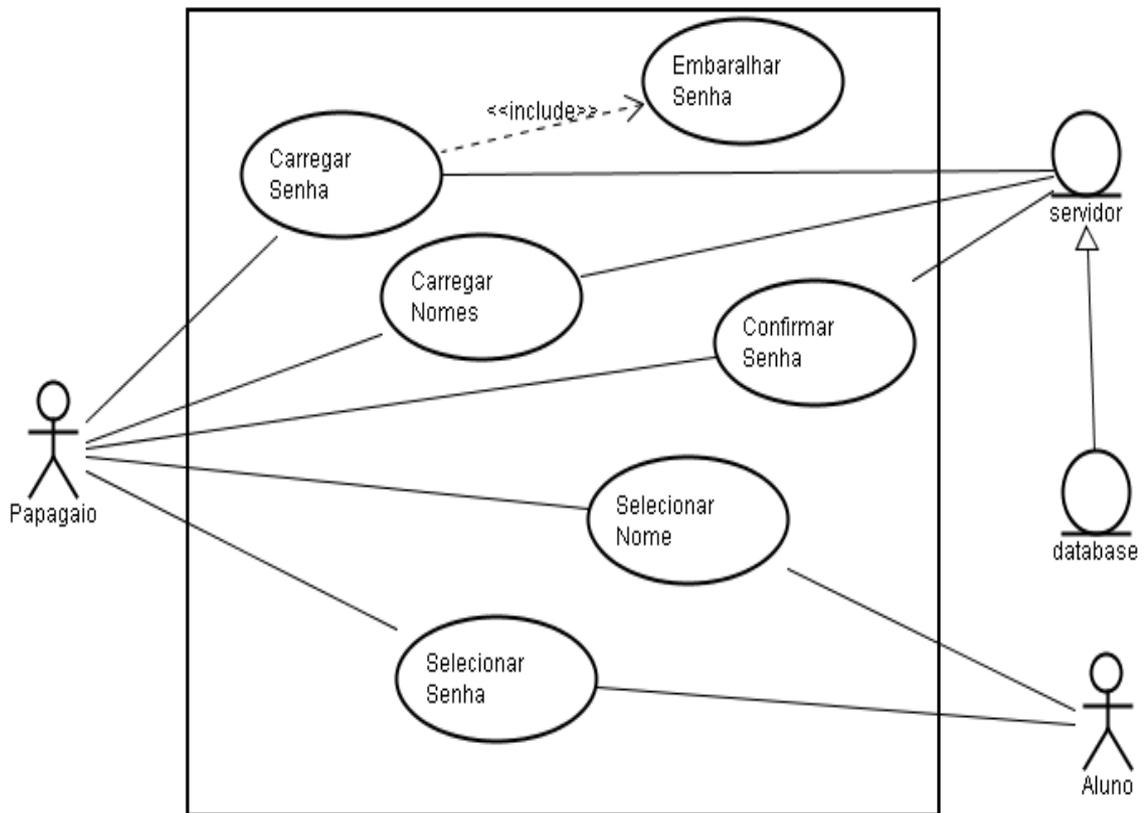


Figura 4.6 Diagrama da estrutura funcional de Login Aluno

Ator	Função	Descrição
<b>Papagaio</b>	Carregar Nomes	Após a abertura do jogo, o papagaio, carrega os nomes das escolas, turmas e respectivos nomes de alunos já cadastrados anteriormente.
	Carregar Senha	Mostra os botões com imagens de frutas e animais, que sempre são embaralhados, aos quais os alunos deverão clicar, conforme sua senha.
	Confirmar Senha	Após o aluno clicar sua seqüência de botões, o sistema vai confirmar se a senha esta correta.
<b>Aluno</b>	Selecionar Nome	Interagindo com o papagaio, o aluno, deverá selecionar sua escola, turma e nome.
	Selecionar Senha	Logo após a seleção de seu nome, o aluno, deverá clicar, em ordem correta, em três (03) animais ou frutas, selecionados anteriormente para sua senha.

Quadro 4.4 Descrição da estrutura funcional de login do aluno.

O diagrama de relacionamento funcional do professor com servidor é mostrado na figura 4.7, e posteriormente descrito no quadro 4.5.

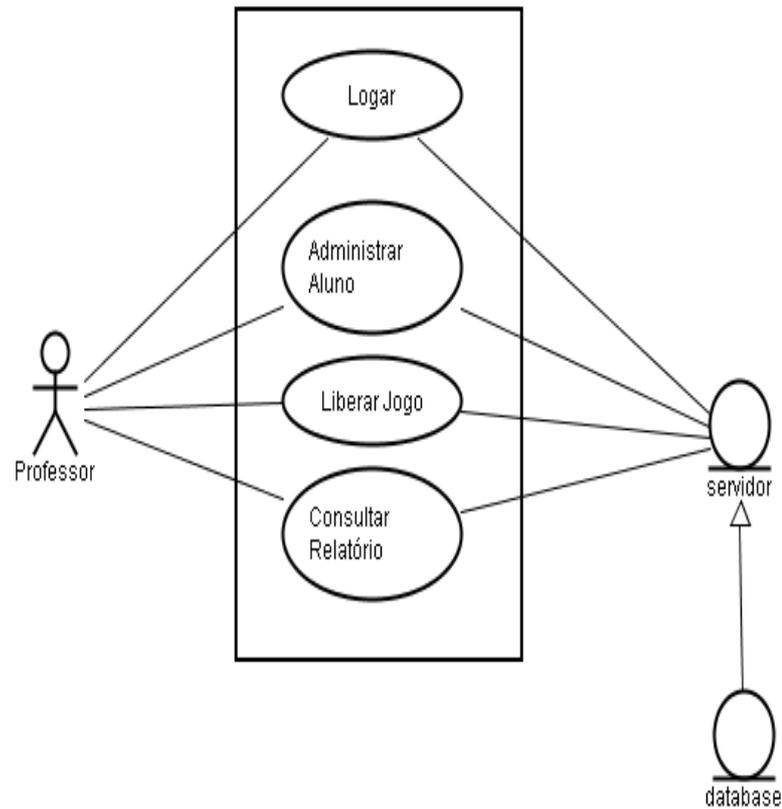


Figura 4.7 Diagrama de relação funcional entre professor e servidor

<b>Ator</b>	<b>Função</b>	<b>Descrição</b>
<b>Professor</b>	Logar	Realiza o login para posterior uso do software.
	Administrar Aluno	Realiza o cadastro e atualização de aluno, com suas respectivas escolas e turmas.
	Liberar Jogo	Libera e encerra o acesso dos alunos ao jogo.
	Consultar Relatório	Consulta relatório de desempenho, dos alunos ou turmas, nas atividades desenvolvidas.

Quadro 4.5 Descrição das funções do Professor junto ao Servidor.

### 4.2.2 Diagramas de Atividades

Sendo uma exigência inicial do jogo, os alunos são previamente cadastrados pelo professor, e devido a possíveis alterações de dados dos mesmos – endereço, turma, série ou mesmo escola – o professor dispõe da possibilidade de alterar os dados anteriormente registrados.

O diagrama de atividades apresentado na figura 4.8 representa a estrutura para cadastro inicial ou atualização de alunos que poderá ser verificada na tela do professor.

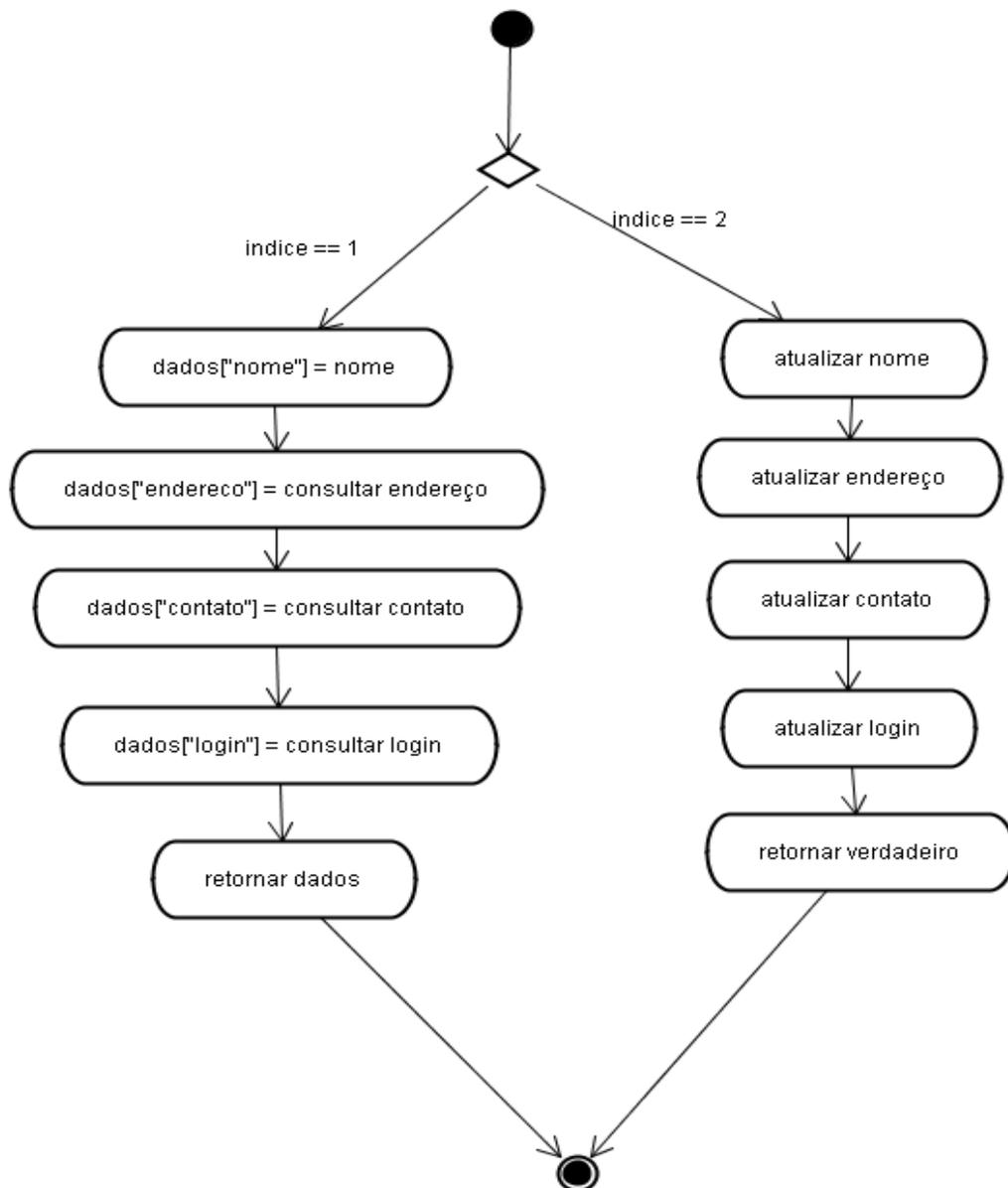


Figura 4.8 Diagrama de atividades representando o cadastro inicial ou a atualização de alunos

A apresentação de problemas para resolução é um item de grande importância no software e a figura 4.9 apresenta o diagrama de atividades responsável por carregar os exercícios. Esta atividade é mais evidenciada na escolha do aluno em resolver, por exemplo, novamente, o exercício 3 ou o exercício 4, pois o aluno tem a possibilidade de repetir o exercício caso deseje.

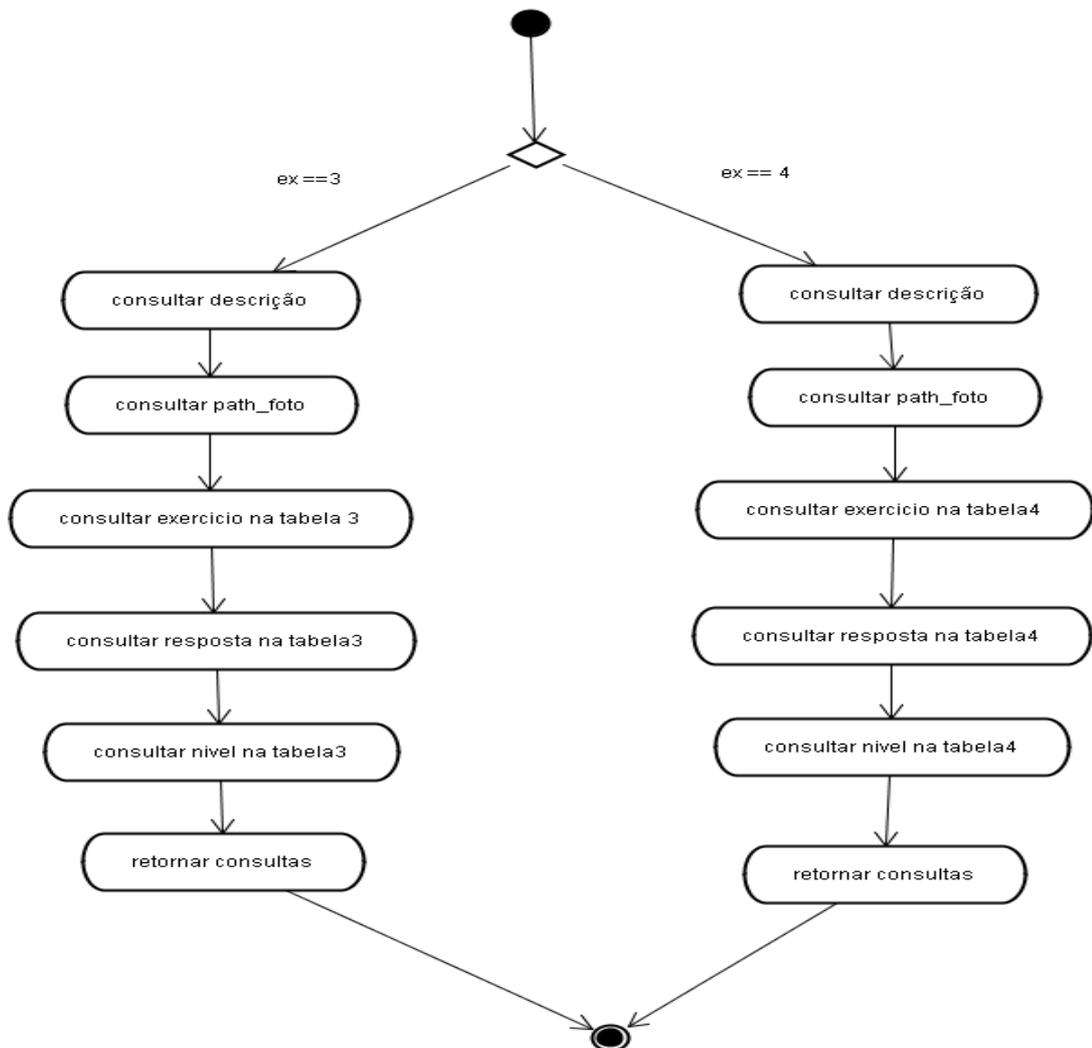


Figura 4.9 Diagrama de atividades representando o carregamento de exercício

### 4.2.3 Modelo de Entidades e Relacionamentos

A figura 4.10 tem o objetivo de descrever o modelo físico do banco de dados, identificando as entidades (tabelas) e seus atributos (campos), desta forma, otimizando a estrutura de dados e facilitando a criação do banco de dados.

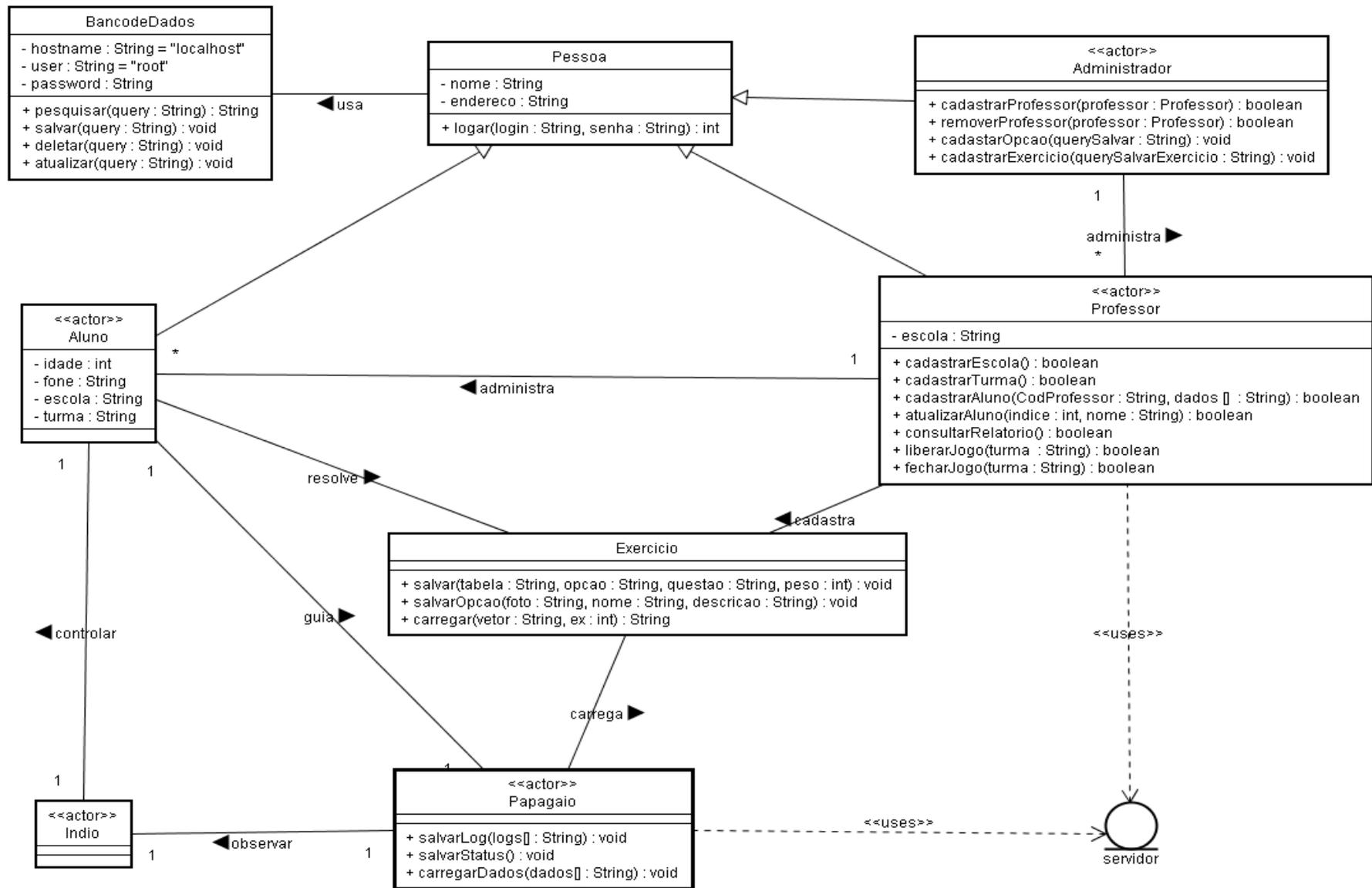


Figura 4.10 Entidades de relacionamentos

### 4.3 Aspectos de Implementação

Na fase de desenvolvimento, toda a especificação do software (protótipo) foi submetida ao time de desenvolvedores, denominado inicialmente por Grupo de Ensino de Matemática Auxiliado por Computador de Santarém (GEMAC-STM), que buscando sempre a qualidade do projeto inicial, construiu a primeira versão do protótipo.

Da mesma forma que no modelo proposto, pôde-se personalizar o software seguindo os objetivos pré-determinados e características da região amazônica, procurando assim proporcionar junto com o educador responsável pela aula, uma aprendizagem eficaz e eficiente das quatro operações básicas: adição, subtração, multiplicação e divisão.

#### 4.3.1 Linguagem de programação

Em relação aos programas que inicialmente foram utilizados, ficou estabelecido que o software fosse desenvolvido utilizando o ActionScript 2.0, Flash MX 2004, HTML 4.0, PHP 5.0 e o MySql 3.23.47.

Essas ferramentas foram selecionadas por se tratarem, algumas, de ferramentas OPEN SOURCE, ou seja, linguagens que são livres para o uso e que podem ser modificadas de acordo com as necessidades do projeto, e outras por serem ferramentas com oportunidade de rápido desenvolvimento, além da facilidade de execução do software no computador do cliente, visto que o “jogo” também poderá rodar no navegador de internet.

O protótipo foi desenvolvido com base no princípio de camadas, sendo a utilização das ferramentas dispostas da seguinte forma:

ActionScript 2.0
Flash MX 2004
HTML 4.0
Protocolo http
PHP 5.0 & MySql 3.23.47

Quadro 4.2 Camadas que compõem o protótipo

Nesta estrutura, ao passo que o aluno está controlando o índio, os dados gerados na interação serão capturados pelo ActionScript e repassados ao servidor via protocolo http. O PHP irá receber esses dados e salvar no Banco de Dados para que possam ser consultados posteriormente pelo professor.

### 4.3.2 Ferramentas

A execução das atividades propostas para o desenrolar do jogo sugeriram ferramentas características para cada fase. Logo para a construção do modelo, foram definidos os seguintes procedimentos:

- Elaboração de roteiro de construção das interfaces do modelo, da estrutura funcional e dos conteúdos;
- Análise de design da concepção do modelo;

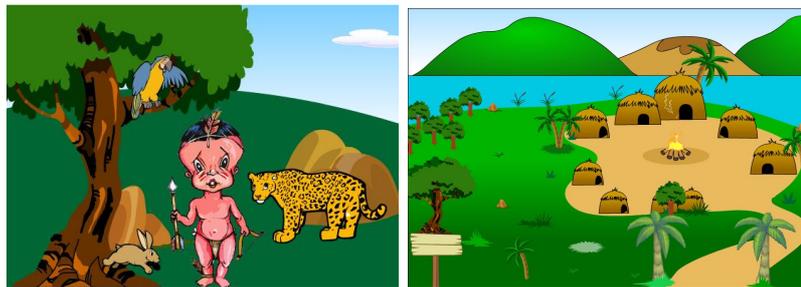


Figura 4.11 Representação do designer inicial da interface do protótipo

- *Story board* – concepção e desenho dos elementos que farão parte do ambiente virtual (atores e ferramentas);

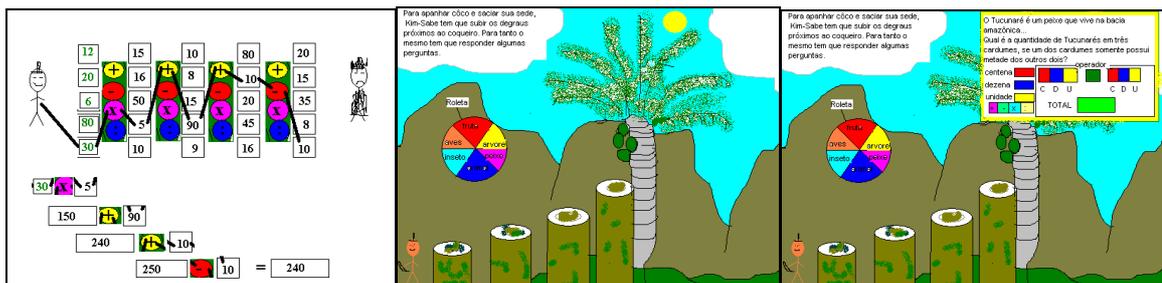


Figura 4.12 Story board's referente ao início dos trabalhos, exercícios 1 e 3

- *Lay-out* dos elementos que farão parte do modelo;
- Definição das ferramentas necessárias, dentro de cada exercício, que oportunizem tanto a interação do aluno com o software como a solução dos exercícios;

### 4.3.3 Telas de interface

Durante o uso do protótipo, todos os usuários têm suas respectivas telas de interface, como podem ser observada a seguir:

#### 4.3.3.1 Tela do administrador

As atividades do administrador do software, cadastrar professor, atualizar professor, remover professor, cadastrar opção e cadastrar exercício, são vistas na figura 4.13. Cada uma das atividades apresentada possui suas respectivas interfaces para conclusão da tarefa selecionada.



Figura 4.13 Tela do Administrador

#### 4.3.3.2 Tela do professor

Sendo considerada uma das funções mais importantes do protótipo, a figura 4.14 mostra as atividades do professor: cadastrar escola, cadastrar turma, cadastrar aluno, atualizar aluno, consultar relatório, liberar e fechar jogo. Da mesma maneira que na interface do Administrador, cada atividade selecionada pelo professor é seguida de outras telas que possibilitam a conclusão da tarefa selecionada.

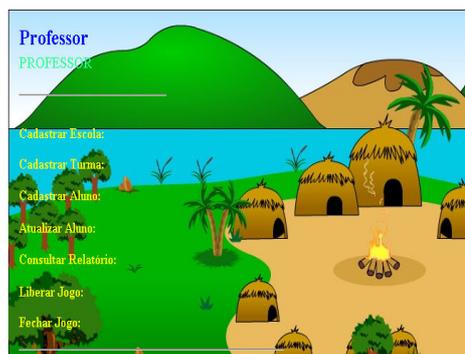


Figura 4.14 Tela do professor

### 4.3.3.3 Telas do aluno

Para participar da aventura, o aluno terá que ser cadastrado, anteriormente, por seu professor.

#### 4.3.3.3.1 Telas de login

No momento de acesso, do software, o aluno (a) selecionará sua respectiva escola e turma, figura 4.15, logo após, seu nome e um conjunto de figuras, sua senha, a qual é composta por animais e frutas, típicos da região amazônica, que fazem parte tanto da aventura como dos problemas sugeridos nas atividades.

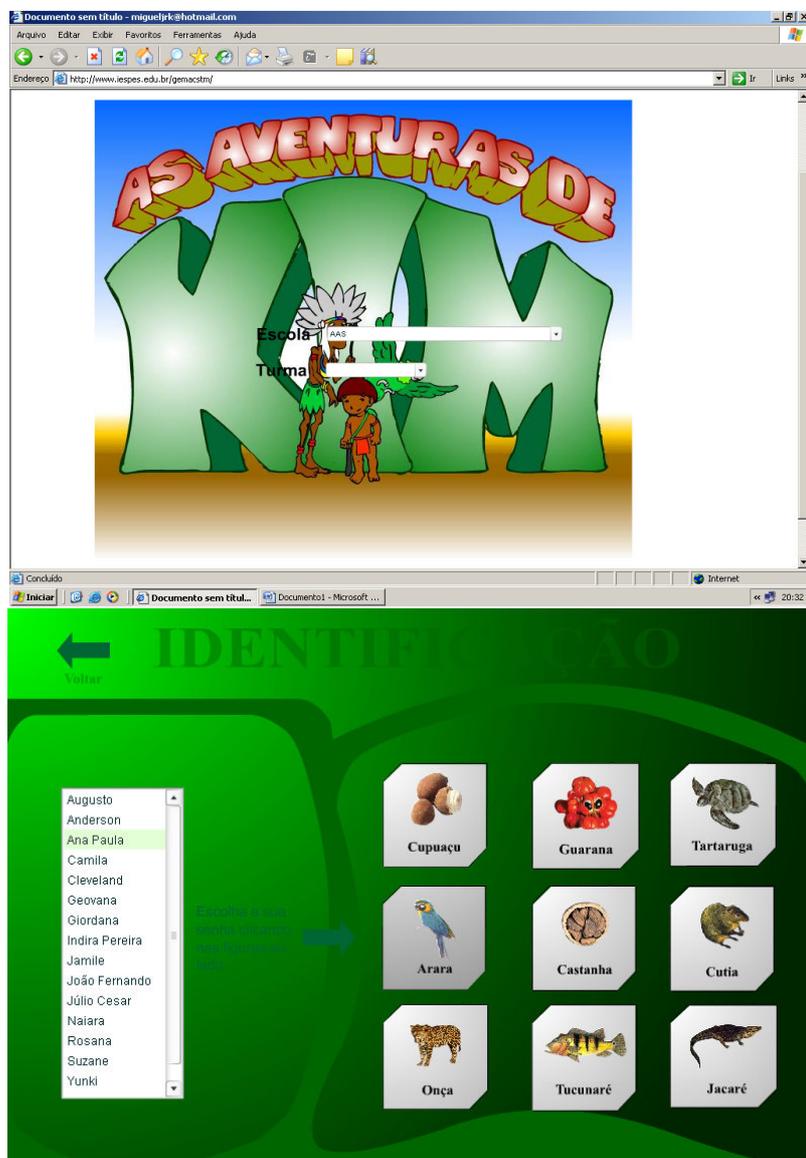


Figura 4.15 Telas de login dos alunos

## 4.4 Funcionamento do Protótipo

Após o cadastro e posterior liberação, realizados por seu professor figura 4.16, o aluno estará apto para iniciar sua aventura, e desta forma resolver os exercícios na tentativa de ajudar sua tribo.

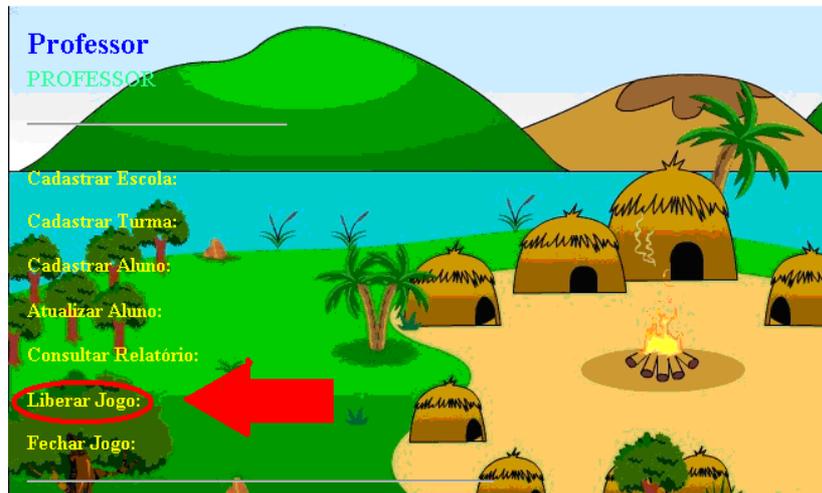


Figura 4.16 Liberação para início do jogo

### 4.4.1 Funcionamento do exercício 1

No exercício 1, figura 4.17, o aluno é convidado apenas a fazer uso do mouse, pois deverá clicar em botões, com valores selecionados aleatoriamente, na tentativa de obter um valor pré-determinado. Esta atividade visa estimular, no aluno, a construção de regras de adição, subtração, multiplicação e divisão entre números naturais, desenvolvendo, nos mesmos, a capacidade de fazer cálculos mentais.

Procurando não tornar a atividade exaustiva, neste estágio foi inserida internamente uma calculadora com valores pré-definidos, visto que cada vez mais este recurso, calculadora, esta sendo aceito nas salas de aula de matemática, ser de grande utilidade no cotidiano e contribuir largamente para o aprendizado da matemática.

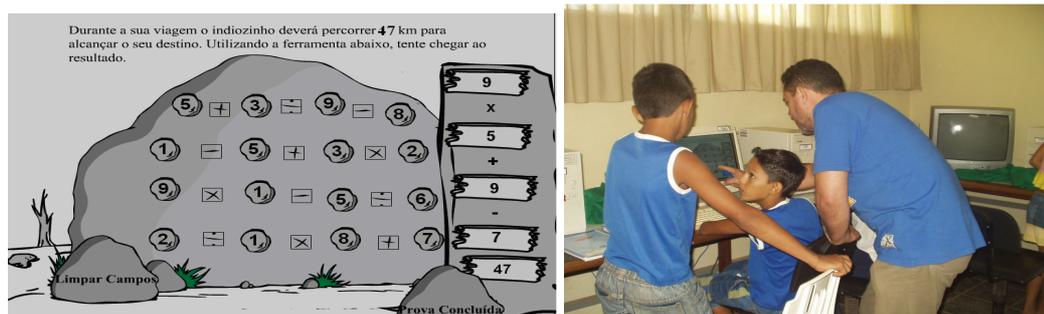


Figura 4.17: Tela do exercício 1 e alunos com facilitador usando a “calculadora”.

#### 4.4.2 Funcionamento do exercício 2

O exercício 2 tem o objetivo de estimular, de forma lúdica no aluno, a capacidade de concentração. Para tal o aluno é convidado a movimentar as “cobras” com base no jogo conhecido como “Torres de Hanói”, para tal deverá utilizar o *mouse*, porém desta vez terá de clicar, arrastar e organizar; desta forma construindo estruturas mentais de organização e posicionamento, características importantes, na resolução de problemas matemáticos e necessárias nos próximos exercícios.

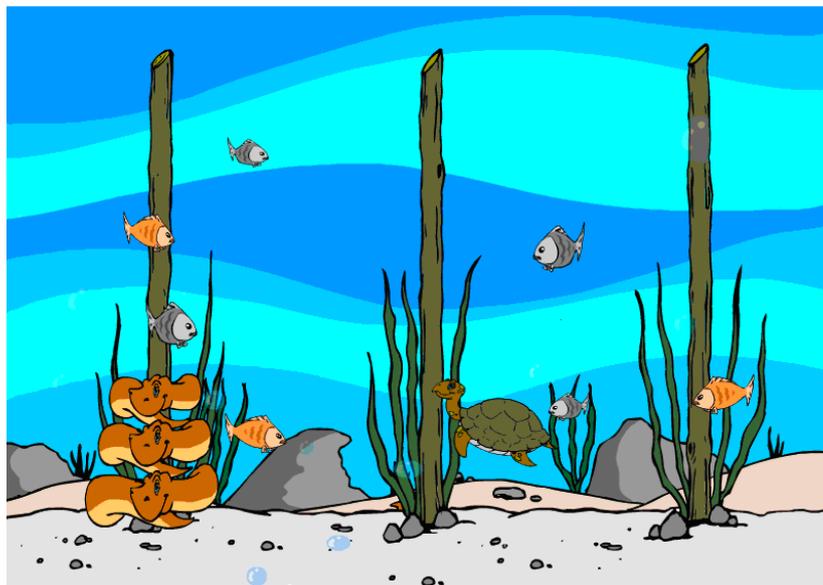


Figura 4.18: Tela do exercício 2

#### 4.4.3 Funcionamento do exercício 3

No exercício 3, o aluno, representado pelo indiozinho, deve alcançar o alto do coqueiro, porém, para alcançar seu objetivo deverá responder alguns problemas matemáticos que envolvem as quatro operações básicas (adição, subtração, multiplicação e divisão). Tais problemas, que dão ênfase a fauna, flora e questões mais abrangentes de ecologia, envolvem o aprofundamento de regras operatórias que possibilitem a solução dos mesmos.

Durante a resolução dos problemas propostos, o aluno é auxiliado por uma calculadora estilizada para este exercício e ao resolver cada problema proposto o indiozinho salta para o próximo tronco. Porém para usar a calculadora adequadamente o aluno deverá construir os números, pois as unidades, dezenas e centenas estão representadas respectivamente por ovos

azuis, amarelos e verdes, que deverão ser arrastados para os respectivos ninhos de unidades, dezenas e centenas.

A atividade visa provocar no aluno a construção de estruturas mentais que analisem de forma mais coerente os algoritmos utilizados nas operações, assim como o significado real dos algarismos que aparecem em problemas envolvendo números naturais.

**Pergunta:** Em um lago, foi verificado que um cardume de Tucunarés possui 32 peixes e um outro cardume de Curimatás possui 12 exemplares. Qual o total de peixes encontrados nestes dois cardumes?

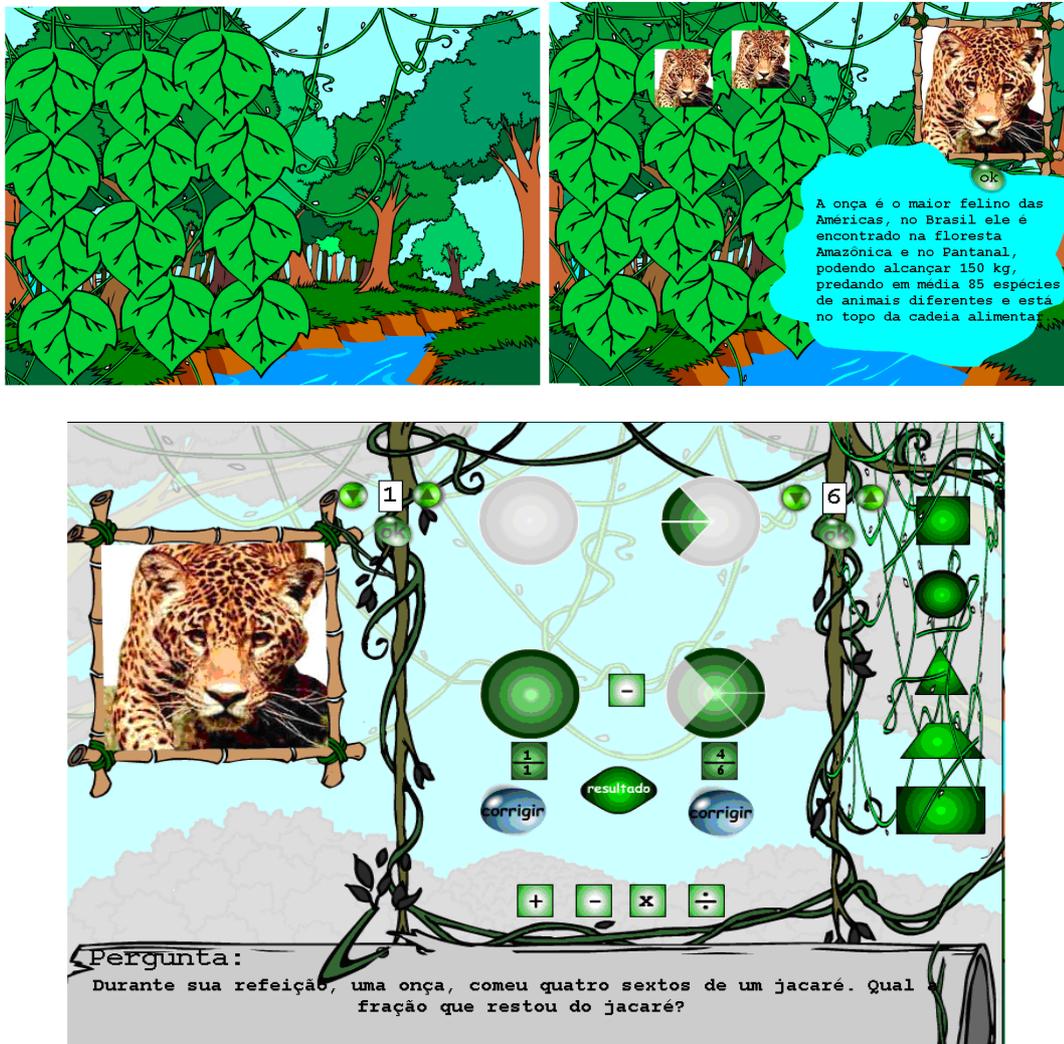
No Brasil são encontradas cerca de 1.500 espécies de peixe de água doce e 1.000, na Bacia Amazônica. Admite-se, porém, que haja no continente mais de 5.000 espécies de peixes fluviais e lacustres e, na Amazônia, certamente o número passaria de 2.000.

Figura 4.19 Telas do exercício 3

#### 4.4.4 Funcionamento do exercício 4

No exercício 4, o aluno deverá resolver problemas, mais complexos, envolvendo operações com frações. Para tanto, inicia com o jogo da memória, onde o aluno deve encontrar um par de figuras iguais, passando posteriormente a ferramenta que oportuniza a resolução de problemas apresentados. A ferramenta ora citada possui uma calculadora que possibilita a construção e operação com números racionais (na forma de fração). Para tal o aluno deverá escolher uma das formas geométricas disponíveis no campo apropriado. A diferença existente entre o formato das figuras oferece a oportunidade de mostrar a conservação da quantidade, pois embora os formatos sejam diferentes a quantidade representada permanece invariável.

O uso adequado da ferramenta possibilita o seccionamento da figura em partes iguais e necessárias ao entendimento da “fração”, permitindo assim a realização dos cálculos e obtenção do resultado pretendido e esperado pela tarefa.



A seqüência de quadros apresentados na figura 4.20 exemplifica o funcionamento da atividade 4. No primeiro quadro o aluno escolhe duas folhas, na tentativa de encontrar figuras iguais. Ao encontrá-las, surge uma referência a figura, quadro 2, seguida de um problema a ser resolvido. O problema sugerido também envolve a figura ora apresentada.

O terceiro quadro da figura 4.20, composto pela pergunta e por uma calculadora desenvolvida para resolver operações com frações apresenta a tela que oportuniza a solução problema.

#### 4.4.5 Funcionamento do exercício 5

No exercício 5, para concluir o jogo, o aluno deverá atravessar um labirinto, onde cada seqüência de portas apresenta questões referente a múltiplos e submúltiplos de números naturais.

O exercício oferece a oportunidade de testar os conhecimentos matemáticos de multiplicidade e divisibilidade dos números naturais, que deverão ter sido apresentados anteriormente aos alunos como estratégias que facilitam as operações de multiplicação e divisão.

Para seguir pelo labirinto o aluno deverá apenas clicar sobre a porta que apresenta a resposta correta, de acordo com as perguntas que surgem, ao atravessar cada seqüência de portas, as quais abrirão somente se a resposta estiver correta

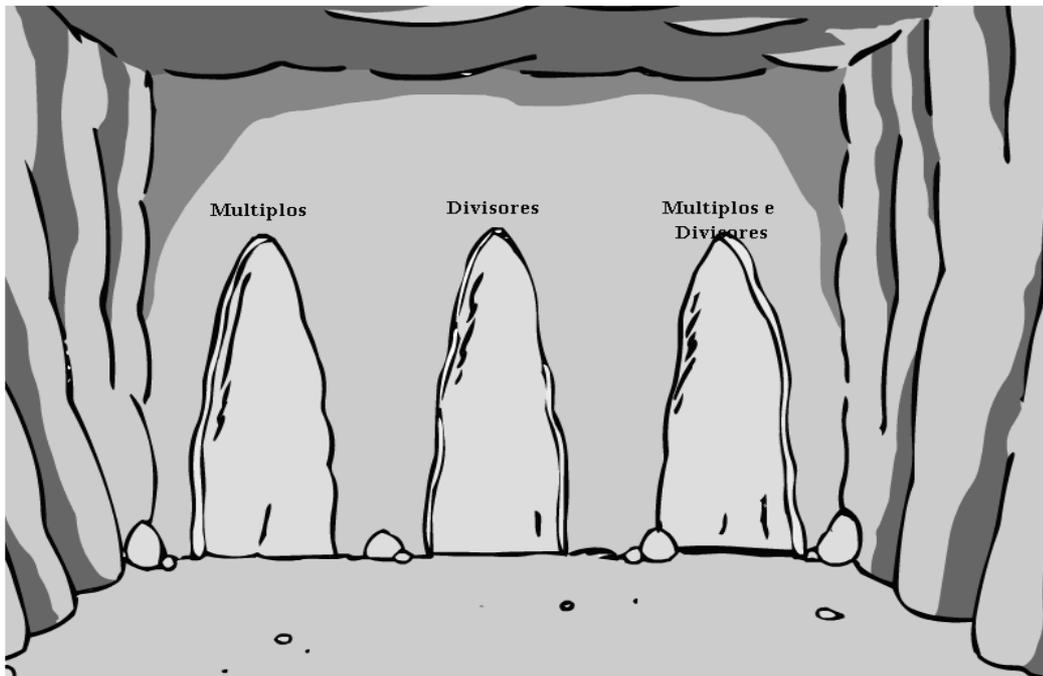


Figura 4.21 Tela inicial do exercício 5

A figura 4.21 mostra a tela inicial do exercício 5, na qual o aluno escolhe por onde quer iniciar sua aventura pelo labirinto. Para tal deverá clicar em uma das opções: múltiplos, divisores ou as duas ao mesmo tempo.

---

## Capítulo 5

### RESULTADOS

---

#### 5.1 Avaliação do Software

Considerando as abordagens sobre avaliação de softwares educacionais observados na literatura, pôde-se constatar que avaliar um software educativo, na visão de educadores, significa analisar as características de sua interface e suas implicações para o uso educacional. No entanto, tradicionalmente, os softwares educativos são analisados seguindo grades de categorias oriundas do campo da engenharia de software.

Mesmo não sendo o objetivo deste trabalho não podemos deixar de registrar padrões, já existentes, para avaliação da qualidade de software, fundamentados na série de normas ISO/IEC 9126, 14598 e 12119.

Essas normas, geradas e constantemente revisadas pelo ISO/IEC (International Organization for Standardization - ISO), são traduzidas e incorporadas no Brasil através da Associação Brasileira de Normas Técnicas – ABNT.

A ISO/IEC 9126 (NBR 13596) avalia as características de qualidade de software, a ISO/IEC 14598 oferece uma visão geral dos processos de avaliação de produtos de software e fornece guias para a avaliação, já a ISO/IEC 12119 estabelece requisitos de qualidade e instruções a respeito de como testar um pacote de software em relação aos requisitos estabelecidos: descrição do produto, documentação do usuário e programas e dados. Maiores detalhes sobre as normas de avaliação podem ser observadas junto a ABNT, acessível em <http://www.abnt.org.br>.

Porém como afirma Meira (1998, apud Gomes, 2002): “mais importante que o software, em si, é o modo como ele será utilizado, pois nenhum software é, em termos absolutos, um bom software”. Partindo deste princípio, procuramos caracterizar o protótipo inicialmente batizado por GEMACSTM, assim como testar sua utilidade junto a turmas de alunos com escolaridade compatível a proposta do software.

No decorrer das pesquisas realizadas observamos que um software que vislumbre nossa proposta deve ser definido, de acordo com Cristóvão (1997) e Casas (1999), como **Ensino Auxiliado por Computador (CAE - Computer Assisted Education)**. Pois como afirma Cristóvão (1997, p. 30):

o Ensino Auxiliado por Computador – CAE, de uma maneira mais geral incorpora as siglas como: **CAL** (*Computer Assisted Learning* - Aprendizagem Auxiliada por Computador) onde a iniciativa do estudante é mais significativa, **CAI** (*Computer Assisted Instruction* - Instrução Auxiliada por Computador) e o **CBT** (*Computer Based Training* - Treinamento Auxiliado por Computador), onde o computador tem mais iniciativa no processo.

Ainda para Cristóvão o **CAE** também é chamado de instrução programada. No entanto, como já anteriormente abordado, a instrução programada, proposta por Skinner através das máquinas de ensinar, não passavam de dispositivos mecânicos que maximizavam a instrução programada, e como afirma Casas (1999): o Ensino Auxiliado por Computador teve três gerações e, com o advento da Realidade Virtual (RV), está entrando na quarta.

A "*primeira geração*" baseava-se na teoria comportamentalista, implementando as abordagens tradicionais do planejamento instrucional.

A "*segunda geração*" do ensino auxiliado por computador sofreu algumas mudanças de ênfase: centrada no conteúdo do projeto instrucional, evoluiu para o modo como a informação é apresentada aos estudantes.

A "*terceira geração*" do ensino auxiliado por computador surgiu da crença de que a natureza da interação entre o estudante e a instrução é determinante na aprendizagem, de igual ou maior importância que o conteúdo ou a maneira como é apresentada à informação. Esta orientação é fortemente baseada na ciência cognitiva.

Ainda segundo Casas (1999, cap. 3):

*uma abordagem de ensino auxiliado por computador que aposta em um entendimento do modo pelo qual o estudante interage com os recursos de aprendizagem, parece primeiramente um pequeno passo para a hipótese da "quarta geração", na qual o conhecimento é construído pelos próprios estudantes e não fornecido pelos recursos de aprendizagem*

Logo, a emergente "quarta geração" da educação baseada em computador é, portanto, fundamentada nas teorias construtivistas de aprendizagem.

Para verificarmos a utilidade e ao mesmo tempo respondermos as demais expectativas levantadas no decorrer deste trabalho, realizamos aplicações do software GEMACSTM que são descritas nas próximas seções.

## **5.2 Aplicações do software**

Seguindo um plano de atividades pré-estabelecidas e com intuito de analisar as diferentes habilidades e competências dos alunos, mediante o recurso do ambiente de aprendizagem virtual foram realizadas aplicações do protótipo (software), com grupos de

alunos, oriundos de escolas públicas e particulares da cidade de Santarém-Pa, no ano de 2005, como seguem:

### **5.2.1 Primeira aplicação**

Realizada com o objetivo de verificar o funcionamento do protótipo. Foi selecionado, de maneira aleatória, um grupo de alunos recém matriculados na 5ª série do ensino fundamental da Escola Municipal Deputado Ubaldo Corrêa, que tivesse interesse e disponibilidade de participar da pesquisa. A escola foi escolhida por possuir um laboratório de informática e estar localizada em um bairro periférico de Santarém. Naquele momento foi levado em consideração, pela equipe, que o nível de conhecimento do grupo de alunos estava restrito a quarta série do ensino fundamental, visto que os mesmos ainda não cursavam a quinta série.

Ao iniciarem-se os trabalhos, nas dependências da referida escola, fez-se necessário o esclarecimento dos objetivos da pesquisa junto, à direção da escola, aos professores participantes e todos que de alguma forma estavam envolvidos no mesmo.

No decorrer das atividades, verificou-se que os alunos gostaram da maneira como foi abordado o conhecimento matemático. Porém o software apresentou problemas de funcionamento no decorrer das atividades, ocasionando o não armazenamento dos dados gerados, no banco de dados do software.

### **5.2.2 Segunda aplicação**

Sanado o problema apresentado na primeira aplicação, novamente convidou-se o grupo de alunos da Escola Municipal Deputado Ubaldo Corrêa para participar da nova aplicação, porém a aplicação foi realizada nas dependências do Laboratório de Informática (LABIN) do Instituto Esperança de Ensino Superior – IESPES.

Após o uso do software, os alunos foram convidados a responder um questionário que ressaltava, entre outros itens, as imagens e ferramentas utilizadas na resolução dos exercícios, assim como possíveis alterações que pudessem ser realizadas no protótipo.

Segundo os alunos, no início as atividades pareciam ser difíceis de resolver, porém, quando receberam as orientações do professor, todas as atividades propostas ficam bem mais simples.

Quanto às possíveis mudanças no software, a maior parte dos alunos questionou a ausência de sons, assim como a aparência do indiozinho (fig. 5.1), seguindo quase sempre da afirmação:

- Tem que mudar o indiozinho, ele é muito feio!



Figura 5.1: indiozinho versão inicial.

Feitas as devidas ponderações sobre os questionários aplicados e do diálogo final com os alunos, a equipe do GEMACSTM efetuou alterações, até então, possíveis e necessárias no protótipo.

### 5.2.2 Terceira Aplicação

A atividade, realizada nas dependências da Escola Santa Clara, no mesmo molde das demais aplicações realizadas em outros ambientes, foi precedida pela preparação dos alunos para utilizarem o LABIN. Em seguida, um membro da equipe fez, para os alunos, a narrativa da “historinha”, que compõe o enredo do software, posteriormente os alunos receberam instruções de uso do software, suas respectivas senhas e login.

Após o uso do software, foi realizada aplicação de questionários junto aos participantes da pesquisa, seis (06) professoras e dezessete (17) alunos, visto que foram sorteados três (03) alunos de cada turma, das quais as professoras participantes da pesquisa atuam, porém um dos alunos não compareceu no dia da aplicação do software. A análise dos questionários, a seguir, também pode ser verificada em Duarte (2006), visto que os resultados, assim como, o desenvolvimento do software fazem parte deste trabalho e do apresentado por Duarte (2006):

- a) Das perguntas feitas às professoras, participantes da pesquisa.

<b>Questionário aplicado ao professor</b>	<b>Análise da Avaliação</b>
1. Há quantos anos é formado (a)?	Dentre as seis (6) professoras entrevistadas a maioria tem aproximadamente dois anos de formação.
2. Há quanto tempo exerce a docência?	A maioria das professoras tem uma experiência em torno de dez anos, apenas uma tem 22 anos de prática docente.
3. Qual a faixa etária que trabalha?	Todas as professoras atuam no ensino fundamental I. Portanto, tem experiência com alunos de 03 a 12 anos de idade, ou seja, crianças que estão dentro da média de tempo para as séries do ensino fundamental I.
4. Usa o computador na escola? Há quanto tempo?	Todas as professoras entrevistadas destacaram que o uso do computador como instrumento de apoio pedagógico é uma prática muito recente. Existe em suas escolas a tentativa de articular os conteúdos por meio de atividades cujo principal responsável era o professor de informática. As entrevistadas afirmam que atualmente, ainda com algumas pequenas dificuldades, apóiam-se em recursos multimídias, no laboratório de informática, para realizar atividades pedagógicas. Antes de abordar a prática pedagógica propriamente dita a partir das descrições das próprias entrevistadas, é importante mencionar que a idéia de promover a articulação entre as atividades docentes e a informática educativa foi percebida inicialmente como sendo um trabalho a mais.
5. O que considera importante num software educativo? Por quê?	Algumas entrevistadas destacaram a interdisciplinaridade (temas transversais), outras consideram importante que seja desenvolvida ferramenta pedagógica diferente das tradicionais, que prenda a atenção do aluno. Esta questão remete reflexão, pois de acordo com a posição das professoras há um reconhecimento do dinamismo dado pelo uso de software educativo. Porém, esta questão sugere a necessidade de melhor qualificação por parte dos profissionais que atuam na sala de aula em relação ao uso das tecnologias no ambiente escolar.
6- Você usaria este software na escola? Por quê?	Todos os professores responderam sim, consideraram a necessidade de usar a tecnologia no âmbito educacional. Segundo as professoras trata-se de um software que proporciona trabalhar o uso do raciocínio e além de medir o nível de aprendizagem.
7- O software auxilia na avaliação das estruturas de pensamento (dimensão racional) do sujeito?	Para todas as respondentes o software trabalha a cognição dos alunos por desenvolver o raciocínio lógico. Contudo, observa-se que as professoras têm pouca preocupação na sua prática diária de exercitar o raciocínio dos alunos através de atividades significativas previamente planejadas. Com isso também, deixam de ser trabalhadas as condutas destes em sala de aula.
8- O software auxilia na avaliação dos aspectos emocionais implicados no processo de aprendizagem do sujeito?	De acordo com as entrevistadas, sim, o software implica em reações emocionais no aluno. Através das observações feitas pela equipe pesquisadora os alunos tiveram reações significativas durante a aplicação do software, diferenciadas das posturas assumidas anteriormente em sala de aula. Talvez pelo fato de criar um ambiente de aprendizagem (roteiro) anterior à aplicação software, o que remete para o próprio aluno a responsabilidade pelo seu próprio conhecimento.
9- O software auxilia na avaliação da articulação entre as dimensões envolvidas no processo de aprendizagem do sujeito?	Nesta questão as respondentes consideram o software satisfatório. O aluno passava a ter um conhecimento prévio do assunto estudado em sala de aula o que facilita o reforço dado pelo software, em função desse primeiro contato, novas formas de utilização e aplicação de novas estruturas cognitivas são utilizadas para resolver os exercícios.
10- Os botões e ações realizadas são intuitivos?	Todas as professoras foram unânimes mediante esta questão em dizer que os botões estão coerentes com a proposta.
11. Você achou alguma função ou ferramenta da interface que poderia ser mudada? Por quê?	Segundo as respondentes em se tratando ainda de um protótipo estão coerentes com a proposta da pesquisa.
12. O que você achou da funcionalidade do software?	Destaque maior nesta questão foi em relação às métricas que servem de auxílio para os professores avaliarem o nível de aprendizagem dos alunos individualmente e também da turma. Certamente é o grande diferencial do software.
13. O que você achou da parte gráfica?	Em se tratando da questão ambiental na Amazônia foi bem aceita pelas respondentes, por ser a questão ambiental necessária e urgente. E sendo a escola um espaço de mudança de comportamento deve-se dar ênfase a questões desta natureza.
14. Como você vê o uso do	As respondentes acharam que está de acordo com a realidade principalmente dos

cenário baseado na floresta amazônica?	alunos da região amazônica o que é analisado por elas como sendo bastante positivo a favor da aprendizagem dos alunos. Incentiva também a preservação do Meio Ambiente.
15. Os relatórios mensurando o grau de aprendizagem dos alunos ajudam os professores? Até que ponto?	Segundo as entrevistas os relatórios são bastante pertinentes a práticas educativas por possibilitar ao professor perceber as dificuldades dos alunos e obviamente rever e repensar a metodologia adotada no âmbito educativo.
16. O que você acrescentaria em termos de métrica no software? Por quê?	Neste aspecto não houve nenhuma contribuição por parte das professoras. As mesmas ficaram a priori satisfeitas com as descritas neste trabalho.
17. Faça comentários gerais.	<p><b>Professora 01:</b>  <i>“è muito importante utilizar o software educativo, pois temos que acompanhar os alunos na trajetória tecnológica”.</i></p> <p><b>Professora 02:</b>  <i>“Gostei muito do software, pois com certeza teríamos um bom aproveitamento com alunos através do rendimento escolar, e por ser uma novidade para eles”</i></p> <p><b>Professora 03:</b>  <i>“Acho que somente o nome deve ser mudado para um nome indígena, mais este trabalho está excelente por trabalhar a Matemática de uma forma mais prazerosa com as crianças que tem dificuldades ou aversão a esta disciplina”</i></p> <p><b>Professora 04:</b>  <i>“O cenário é regional, somente o nome deve ser indígena. É excelente, pois muitos alunos têm aversão a Matemática, mas com um software assim é diferente e chama atenção do aluno dá a impressão de um jogo”</i></p> <p><b>Professora 05:</b>  <i>“O software é excelente como ferramenta pedagógica e incentiva tanto o professor quanto o aluno a fazerem uso da tecnologia”</i></p>

Quadro 5.1: Quadro de análise do questionário aplicado aos professores participantes da pesquisa.

Em termos gerais pôde-se observar que o grupo de professoras ficou satisfeito com o software, porém é importante verificar alguns aspectos que foram notados:

- A professora (02) gostou muito da aplicabilidade do software, porém ressaltou que *“por ser uma novidade para eles”*, referindo-se ao software e alunos. Neste caso devemos ficar atentos à possibilidade do software se tornar *“apenas mais uma novidade”*, não atendendo seu papel de ferramenta auxiliar no processo de ensino aprendizagem.
  - As professoras (03) e (04) ressaltaram que o software é excelente como ferramenta pedagógica, porém o mesmo deve ter um nome indígena, fator este, o nome, que será alterado posteriormente.
- b) Das perguntas feitas aos alunos, participantes da pesquisa, eram três as alternativas para resposta: **sim**, **mais ou menos** e **não**.

Tabela 5.1: Análise das perguntas feitas aos alunos participantes da pesquisa

PERGUNTAS	ALTERNATIVAS					
	SIM		MAIS OU MENOS		NÃO	
	QUANT	%	QUANT	%	QUANT	%
<b>1. Você gostou da historinha?</b>	17	100	0	0	0	0
<b>2. Você se sente motivado a resolver os problemas propostos no software?</b>	14	82	2	12	1	6

<b>3. Quanto mais você utilizou o software ele foi ficando mais fácil?</b>	<b>15</b>	<b>88</b>	<b>2</b>	<b>12</b>	<b>0</b>	<b>0</b>
<b>4.O software é fácil de usar?</b>	<b>14</b>	<b>82</b>	<b>3</b>	<b>18</b>	<b>0</b>	<b>0</b>
<b>5. O professor explicou como resolver os exercícios?</b>	<b>16</b>	<b>94</b>	<b>1</b>	<b>6</b>	<b>0</b>	<b>0</b>
<b>6. O conteúdo é fácil de aprender?</b>	<b>14</b>	<b>82</b>	<b>3</b>	<b>18</b>	<b>0</b>	<b>0</b>
<b>7. Ficou mais fácil aprender as quatro operações usando o computador?</b>	<b>15</b>	<b>88</b>	<b>2</b>	<b>12</b>	<b>0</b>	<b>0</b>
<b>8. Você gostaria de ter um software deste na sua escola?</b>	<b>16</b>	<b>94</b>	<b>1</b>	<b>6</b>	<b>0</b>	<b>0</b>

Fonte: Alunos da 4ª série do ensino fundamental da Escola Santa Clara no ano de 2005.

Resultado do questionário aplicado à alunos da 4ª série da Escola Santa Clara no ano de 2005

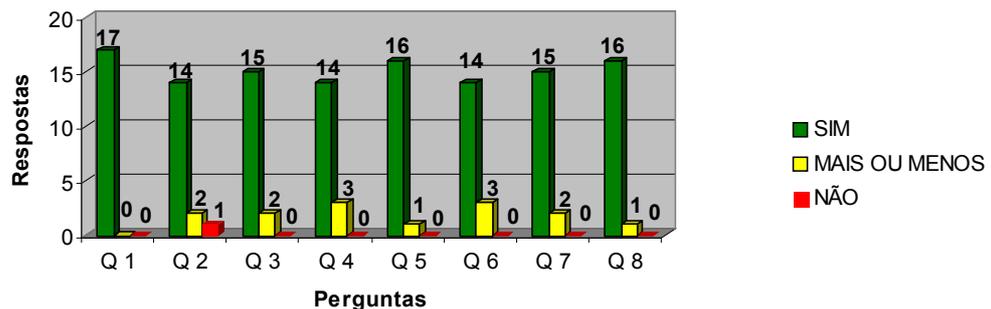


Figura 5.2: Análise do questionário aplicado aos alunos participantes da pesquisa.

Verifica-se pela figura 5.2 e tabela 5.1, que os alunos gostaram do software, pois 94% dos mesmos gostariam de ter um software desses em sua escola. Porém existem algumas restrições como:

18% dos alunos não se sentiram totalmente motivados a resolver os problemas propostos, dentre esses, apenas um aluno não sentiu motivação alguma, porém em contra partida os 82% restantes ficaram bastante motivados.

18% dos alunos não sentiram facilidade em usar o software com o passar das atividades, seja por não se sentirem motivados, por não terem entendido as explicações iniciais, o conteúdo abordado não ser de fácil entendimento, as ferramentas oferecidas para resolução dos problemas serem complicadas ou mesmo por aversão a Matemática.

Complementando as questões anteriores, os alunos participantes da pesquisa fizeram sugestões para aprimoramento do software, tais como: inserir no software macacos e araras, sonorizar o protótipo.

#### 5.2.4 Demonstrativo de dados obtidos pelo computador na terceira aplicação

Como o software proporciona a possibilidade do professor acessar, posteriormente à aplicação, relatórios de desempenho da turma e/ou de cada aluno, a seguir, são apresentados alguns dados obtidos durante a aplicação:

1. A tabela 5.2 apresenta o Relatório de desempenho individual da aluna Ana Paula, em relação ao número de pontos ofertados e o número de pontos obtidos por exercício e a possibilidade de gerar gráficos caso o professor julgue necessário.

Tabela 5.2 - Consulta de desempenho de aluno, realizada pela professora.

<b>Consultar Relatório</b>					
<b>Aluno:</b>	Ana Paula				
<b>Endereço:</b>	dj				
<b>Contato:</b>	hda				
<b>Login:</b>	Ana Paula				
<a href="#">Gráficos</a>					
<b>Métricas:</b>	<a href="#">Voltar</a>				
Professor	Exercicio	Tempo	Pontos Ofertados	Nota	Escola
001	1	3'19"	6	6	particular
001	2	35"	5	1	particular
001	3	3'15"	6	5	particular
001	4	14'38"	28	23	particular
001	5	57"	2	2	particular

Fonte: Banco de dados do GEMACSTM

Pelos dados que constam na tabela 5.2, podemos concluir que a aluna Ana Paula, oriunda de escola particular, apresentou excelente desempenho na resolução dos exercícios 1e 5, bom desempenho nos exercícios 3 e 4, deixando a desejar no exercício 2 pois perdeu muito tempo, ocasionando uma perda de quatro (04) pontos nesta atividade.

Uma vez pedido pelo professor, o programa gera tabelas e gráficos mais detalhados, como podem ser visualizados na tabela e figura 5.3.

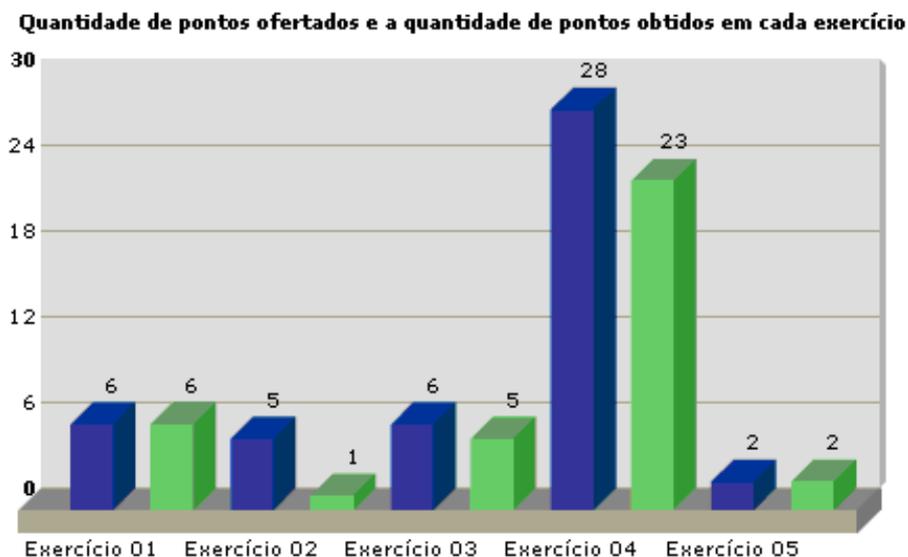
Na tabela 5.3 podem-se observar, em cada exercício, os pontos ofertados e obtidos com o respectivo percentual de acerto.

**Tabela 5.3 – Pontos ofertados e obtidos pela aluna Ana Paula nos exercícios resolvidos.**

<b>Exercício</b>	<b>Pontos Ofertados</b>	<b>Pontos Obtidos</b>	<b>Porcentagem de Acerto</b>
01	6	6	100%
02	5	1	20%
03	6	5	83%
04	28	23	82%
05	2	2	100%

**Fonte: Banco de dados do GEMACSTM**

No gráfico de colunas, figura 5.3, é feita a comparação dos pontos ofertados e os obtidos em cada exercício. Tal gráfico facilita a comparação visual dos dados até então apresentados como resultado de desempenho da aluna Ana Paula.



**Figura 5.3: Análise de pontos ofertados pelo software e pontos obtidos pela aluna Ana Paula.**

A figura 5.4 oportuniza a visualização do grau de participação do aluno em cada exercício. No caso da aluna Ana Paula, fica claro que a mesma procurou resolver cada exercício apenas uma vez, mesmo o software lhe proporcionando repetir qualquer um dos exercícios no qual tenha sentido dificuldade.

### GRÁFICOS DE ANA PAULA

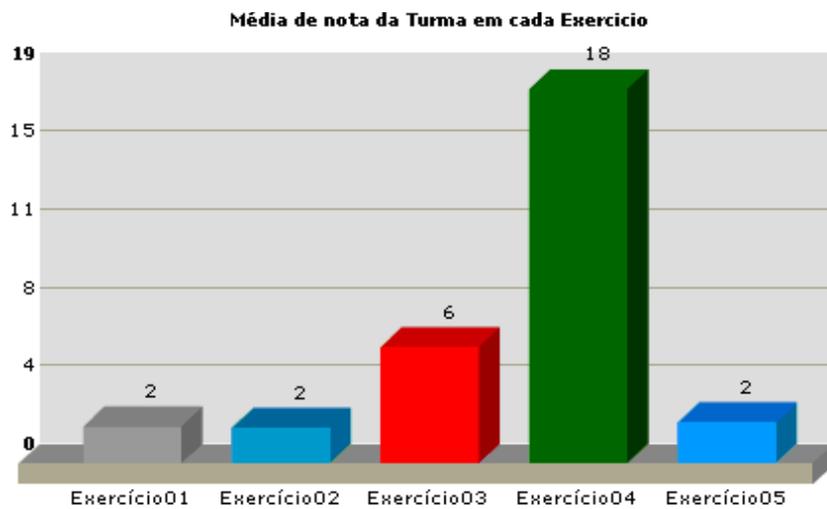
Exercício	Quantidade	%
01	1	20%
02	1	20%
03	1	20%
04	1	20%
05	1	20%

**mCharts 2.3** Grau de Participação nos Exercícios

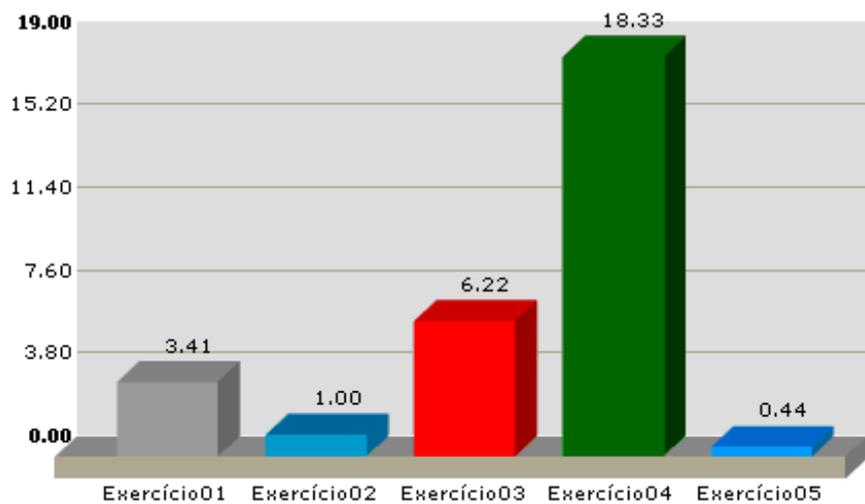


**Figura 5.4:** Tela do GEMACSTM com gráfico e tabela do grau de participação da aluna em cada um dos exercícios

2. O relatório gerado pelo programa cria gráficos de colunas, os quais apresentam a média de notas obtidas pela turma em cada exercício, figura 5.5, e a média de tempo que a turma leva para resolver cada exercício figura 5.6, os mesmos possibilitam que, em conjunto com os dados individuais oportunamente gerados, o professor possa analisar o desempenho individual do aluno em relação à turma, e mesmo as maiores dificuldades encontradas por cada aluno e, dessa forma, procurar saná-las posteriormente.



**Figura 5.5: Gráfico da média de notas da turma obtidas nos exercícios**



**Figura 5.6: Média de tempo da turma, em minutos, para resolver os exercícios**

### 5.3 Conclusões da avaliação do software

No decorrer das aplicações, realizadas com o jogo educacional, pôde-se constatar que objetivos iniciais foram alcançados, visto que a proposta de modernização do processo de ensino aprendizagem a partir de um ambiente virtual baseado nas teorias desenvolvidas na Psicologia foi parcialmente concluída.

As atividades desenvolvidas e as ferramentas disponibilizadas foram capazes de promover a construção de habilidades operacionais úteis na edificação dos conhecimentos matemáticos dos educandos, tendo em vista que foi respeitada a forma de pensar que o aluno possui para resolver um problema. Fato comprovado após as aplicações do software, pois alunos, participantes da pesquisa, foram sondados de maneira informal sobre alguns problemas que envolviam raciocínio lógico-dedutivo e se sobressaíram nas soluções apresentadas, característica essa não verificada anteriormente à aplicação do software.

Os resultados armazenados no decorrer da resolução dos problemas propostos, aos alunos, possibilitaram o diagnóstico individual de algumas dificuldades existentes no processo de aprendizado de Matemática, visto que o professor tem a oportunidade de formular os problemas com graus de dificuldade e de acordo com perspectivas de aprendizado dos alunos.

Contudo, devemos ressaltar alguns detalhes que julgamos importantes, pois mesmo com o jogo educacional sendo de fácil utilização, os usuários necessitam de:

- Orientações sobre o enredo da aventura;
- Orientações sobre a utilização das ferramentas disponíveis para resolução de exercícios e o caminho a ser seguido durante a aventura;
- Acompanhamento por parte de seus professores, caso surjam dúvidas sobre os exercícios a serem resolvidos.

---

## Capítulo 6

# CONCLUSÕES E TRABALHOS FUTUROS

---

### 6.1 Conclusões

A elaboração deste trabalho foi uma oportunidade única para entender cada vez mais as várias relações existentes entre o computador e a educação, bem como amadurecer uma visão crítica a respeito dos softwares educativos, além de fomentar várias questões sobre o processo de uso do computador na educação.

Verificamos que a informática educativa está melhorando a educação, contribuindo para que o aluno use o computador como uma ferramenta em potencial para o desenvolvimento da sua capacidade de pensar. Contudo, não podemos esquecer-nos de duas partes importantes neste processo: o professor e o software educativo.

Evidenciou-se que a preparação do professor é fundamental para o sucesso da implantação da Informática Educativa numa escola. Pois é este profissional que, entre muitas outras prioridades educacionais, deverá estar preparado para formular os problemas com graus de dificuldades e de acordo com perspectivas de aprendizado dos alunos, e sem o auxílio dele, as atividades educativas propostas poderão não surtir os resultados projetados inicialmente.

Quanto ao uso do software educacional, diz-se que o mesmo está transformando a educação, porém a garantia do elo entre educação e informática, mais especificamente entre Educação Matemática e informática será mantido se o software for utilizado pelo professor em conjunto com as aulas teóricas, podendo assim ilustrar, de formas diversas, os conceitos ditos complexos presentes no processo de ensino aprendizagem de Matemática. Para tanto, estes softwares devem disponibilizar ferramentas capazes de facilitar a construção de habilidades úteis na edificação dos conhecimentos dos alunos, fato este respeitado pelo jogo educacional ao qual apresentamos neste trabalho.

Destacamos ainda há existência de uma quantidade enorme de softwares aos quais são atribuídos mecanismos que visam facilitar o aprendizado de matemática, porém a grande maioria não apresenta um embasamento em teorias de aprendizagem, mais especificamente na

teoria construtivista, característica essa imprescindível a um bom software educacional voltado ao processo de ensino aprendizagem de matemática.

Contudo, o resultado deste trabalho já resultou em dois artigos. O primeiro intitulado **Ensino e Aprendizagem de Matemática Apoiada por Computador** foi incorporado aos anais e apresentado no **II Congresso Internacional de Formação Continuada Pesquisa e Saberes Docentes**, realizado em Fortaleza – CE, no período de 20 de junho a 01 de julho de 2005. O segundo artigo foi intitulado **O uso do computador como ferramenta de ensino e aprendizagem de Matemática**, foi incorporado aos anais e apresentado no **Simpósio Brasileiro de Informática Educativa – SBIE 2005**, realizado em Juiz de Fora – MG.

## 6.2 Trabalhos Futuros

As atividades até então realizadas não esgotam as propostas iniciais do trabalho, visto que os desafios são grandes e o trabalho volumoso, porém o mesmo poderá ser aprimorado com:

Sonorização do protótipo, visto que a versão atual disponibiliza apenas a interface e a comunicação do software com o usuário se faz por textos que aparecem na tela do computador;

Incorporação de um ambiente que possibilite a comunicação aluno-aluno e aluno-professor, favorecendo o esclarecimento de dúvidas online;

Realizar melhorias na interface do software, desenvolvendo um protótipo que possibilite a imersão do aluno no jogo, (JAVA 3D, possivelmente);

Desenvolver pesquisas mais aprofundadas na área de formação continuada de professores de Matemática com uso de softwares educacionais, culminando com mini-cursos, oficinas, seminários, etc.;

Implementar melhorias nas métricas oferecidas pelo software, visando sempre a melhor análise possível dos resultados armazenados pelo banco de dados do software.

Realização de novas e constantes “aplicações”, as quais produzirão novas idéias e questionamentos que acarretarão no aprimoramento do software.

Produção e apresentação de novos artigos que possam contribuir com o universo da informática educativa e o ensino de Matemática.

## REFERÊNCIAS

- ALBUQUERQUE, Marlos Gomes de. **Um ambiente Computacional para Aprendizagem Matemática baseado no Modelo Pedagógico Maria Montessori**. Dissertação de mestrado. Disponível em <http://www.inf.ufsc.br/~edla/orientacoes/marlos.PDF>, acessado em 23 de janeiro de 2009.
- AUGUSTINE, Charles H. d'. **Métodos modernos para o ensino da matemática**; tradução Maria Lucia F. E. Peres. – Rio de Janeiro: Ao Livro Técnico, 1976.
- BARROS, C. S. G. **Pontos de psicologia geral**. 2ª ed. – São Paulo: Ática, 1985.
- BONA, B. O. **Análise de softwares educativos para o ensino de matemática nos anos iniciais do ensino fundamental**. In: Experiências em Ensino de Ciências – V4(1), pp.35-55, 2009.
- CAMPOS, D.M.S. **Psicologia da aprendizagem**. Petrópolis: Vozes, 1986.
- CARRAHER, D.W. **A Aprendizagem de Conceitos Matemáticos com Auxílio do Computador**. In: Novas Contribuições da Psicologia aos Processos de Ensino e Aprendizagem. Org.: Eunice M. S. Soriano de Alencar. – 3ª ed. – São Paulo: Cortez, 1995.
- CASAS, Luis Alberto Alfaro. **Contribuições para a modelagem de um ambiente inteligente de educação baseado em realidade virtual**; Florianópolis 1999, <http://www.eps.ufsc.br/teses99/casas/cap3>, acessado em 23 de janeiro de 2009.
- COUTINHO, M. T.C. **Psicologia da educação: um estudo dos processos psicológicos de desenvolvimento e aprendizagem humanos, voltado para a educação: ênfase na abordagem construtivista**/ Maria Tereza da Cunha Coutinho, Mércia Moreira. 8ª ed. – Belo Horizonte, MG: Ed. Lê, 2000.
- CRISTOVÃO, Henrique Monteiro. **Ambientes Computacionais para Apoio à Aprendizagem: Um Experimento com frações**; 1997, dissertação de mestrado, 251f., Universidade Federal do Espírito Santo. Vitória, ES.
- D`AMBROSIO, Beatriz. **Como ensinar matemática hoje?** Revista Temas & Debates, n. 2, SBEM, 1989.
- DANTE, L. R. **Didática da Resolução de problemas de Matemática**. Editora Ática. São Paulo, 1994.
- DUARTE, Eliane Cristina Flexa. **Métricas para Avaliação do Processo de Aprendizagem via Software Educativo**. 2006. 110 f. Dissertação (Mestrado em Engenharia Elétrica) - Universidade Federal do Pará, Belém, PA.
- GALVÃO, IZABEL. **Henri Wallon: uma concepção dialética do desenvolvimento infantil**. 7ª.ed. Petrópolis, RJ : Vozes, 2000.(Educação e conhecimento).

GAGNÉ, R. M. **Princípios essenciais da aprendizagem para o ensino**. Porto Alegre; Globo, 1980.

GARDNER, H. **Inteligências Múltiplas: a teoria na prática**, trad.: Maria Adriana Veríssimo Veronese. Porto Alegre: Artes Médicas, 1995.

GLADSCHEFF, A. P.; ZUFFI, E. M.; SILVA, D. M. **Um instrumento para avaliação da qualidade de softwares educacionais de matemática para o ensino fundamental**. VII Workshop de Informática na escola. Anais do Congresso da Sociedade Brasileira de Computação, Fortaleza, CE, Brasil, 2001.

KAMII, C; DECLARK, G. **Reinventando a aritmética: implicações da teoria de Jean Piaget**/ Constance Kamii, Geórgia DeClark – tradução: Elenisa Curt, Marina Célia M. Dias e Maria do C. D. Mendonça – 9ª edição – Campinas, SP: ed. Papirus, 1994.

LA ROSA, J. **Psicologia e educação: o significado do aprender**/ Organização Jorge de La Rosa. 6ª ed. – Porto Alegre: EDIPUCRS, 2003.

LA TAILLE, Y.; OLIVEIRA, M. K.; DANTAS, H. **Piaget, Vygotsky, Wallon: teorias psicogenéticas em discussão**/ Yves de La Taille, Marta Kohl de Oliveira, Heloysa Dantas. São Paulo: ed. Summus, 1992.

MACEDO, Lino. **Para uma psicopedagogia construtivista** In: Novas Contribuições da Psicologia aos Processos de Ensino e Aprendizagem. Org.: Eunice M. S. Soriano de Alencar. – 3ª ed. – São Paulo: ed. Cortez, 1995.

MACHADO, N. J. **Matemática e Língua Materna (Análise de uma impregnação mútua)**. 3ª ed. – São Paulo: Cortez, 1994.

MARTINS, J. G. **Aprendizagem baseada em problemas aplicada a ambiente virtual de aprendizagem**, 2002, tese de doutorado, Universidade Federal de Santa Catarina. Disponível em: <<http://teses.eps.ufsc.br/defesa/pdf/2016.pdf>> acessado em 23 de janeiro de 2009.

MIZUKAMI, Maria da Graça Nicoletti. **Ensino: as abordagens do processo. Temas básicos de educação e ensino**. São Paulo: EPU, 1986. apud p. 19 dissertação de Valdete Silva: Florianópolis, março de 2000 MÓDULO PEDAGÓGICO PARA UM AMBIENTE HIPERMÍDIA DE APRENDIZAGEM. Disponível em: <http://www.deps.ufsc.br/diss2000/valdete/XX>, acessado em 23 de janeiro de 2009.

MORAN, J. M.; MASETTO, M. T.; BEHRENS, M. A. **Novas tecnologias e mediação pedagógica** – Campinas, SP: Papirus, 2001. – (Coleção Papirus educação)

NEAAD, Núcleo de Educação Aberta e a Distância, **Seymour Papert: O Construcionismo, uma pequena biografia**. Disponível em: <http://www.neaad.ufes.br/subsite/psicologia/obs08papert.htm>, acessado em 23 de janeiro de 2009.

PIAGET, J. **O nascimento da inteligência na criança**. Rio de Janeiro: Guanabara, 1987.

PILETTI, C. **Didática Geral**. Ed. Ática: 12ª edição, São Paulo, 1991.

PEREIRA, Antonio Luiz. **Problemas matemáticos: caracterização, importância e estratégias de resolução**. IME-USP – Instituto de Matemática e Estatística da Universidade de São Paulo. São Paulo. Disciplina: MAT450 – Seminários de Resolução de Problemas. [www.ime.usp.br/~trodrigo/documentos/mat450/mat450-2001242-seminario-8-resolucao\\_problemas.pdf](http://www.ime.usp.br/~trodrigo/documentos/mat450/mat450-2001242-seminario-8-resolucao_problemas.pdf), acessado em 23 de janeiro de 2009.

RAMOS, E. M. F. **Análise ergonômica do sistema hiperNet buscando o aprendizado da cooperação e da autonomia**, tese de doutorado, Universidade Federal de Santa Catarina, Programa de Pós-Graduação em Engenharia de Produção, Florianópolis, 1996

\_\_\_\_\_. **Educação e Informática – Reflexões Básicas**. Disponível em <http://www.edit.inf.ufsc.br:1998/album99/referencias/Q1.htm>. 1996, acessado em 23 de janeiro de 2009.

SCHLIEMANN, A. D.; SANTOS, C. M.; COSTA, S. C. **Da Compreensão do Sistema Decimal à Construção de Algoritmos**. In: Novas Contribuições da Psicologia aos Processos de Ensino e Aprendizagem. Org.: Eunice M. S. Soriano de Alencar. – 3ª ed. – São Paulo: ed. Cortez, 1995.

SILVEIRA, J. F. P. **O que é um problema matemático?**. Disponível em <http://athena.mat.ufrgs.br/~portosil/resu1.html>, acessado em 23 de janeiro de 2009.

SPERLING, A. P. **Introdução à psicologia**; tradução Esméria Rovai. São Paulo: Pioneira, 1999.

VALENTE, J. A. **Informática na Educação. Instrucionismo x Construcionismo**. [http://www.cultura.com.br/charles/texto\\_1.htm](http://www.cultura.com.br/charles/texto_1.htm). 1999, acessado em 23 de janeiro de 2009.

\_\_\_\_\_. **Por que o Computador na Educação**. In: Valente, J.A (org.) *Computadores e Conhecimento: Repensando a Educação*. Campinas, SP: Gráfica da UNICAMP I 993b. Disponível em <<http://www.nied.unicamp.br/publicacoes/separatas/Sep2.pdf>>, acessado em 23 de janeiro de 2009.

\_\_\_\_\_. **Diferentes usos do computador na educação**. In: VALENTE, J. Armando (Org.) **Computadores e conhecimento: repensando a educação**. Campinas: NIED/UNICAMP. 1995. Disponível em <[http://www.nied.unicamp.br/publicacoes/pub.php?cod\\_publicacao=10&classe=separata](http://www.nied.unicamp.br/publicacoes/pub.php?cod_publicacao=10&classe=separata)>, acessado em 23 de janeiro de 2009.

VYGOTSKY, L.S., 1988, p. 27: **Liev S. A formação social da mente**. 2ed. brasileira. São Paulo: Martins Fontes, 1988.