

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

**INFORMATIZAÇÃO DE CONTEÚDOS DE ENSINO E  
APRENDIZAGEM DE MATEMÁTICA UTILIZANDO  
SISTEMA ESPECIALISTA**

por

Gladis Terezinha Borges de Oliveira

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

Profa. Lia Caetano Bastos, Dra.

Orientadora



Florianópolis, outubro de 1998

# INFORMATIZAÇÃO DE CONTEÚDOS DE ENSINO E APRENDIZAGEM DE MATEMÁTICA UTILIZANDO SISTEMA ESPECIALISTA

**GLADIS TEREZINHA BORGES DE OLIVEIRA**

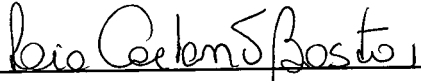
Esta dissertação foi julgada para obtenção do título de  
**Mestre em Engenharia de Produção,**  
Área de concentração **Inteligência Aplicada**  
e aprovada em sua forma final pelo Programa de Pós-Graduação em Engenharia de Produção.



---

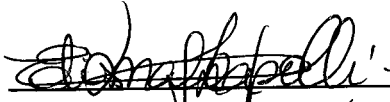
Prof. Ricardo Miranda Barcia, Ph.D.  
Coordenador do Curso

BANCA EXAMINADORA:



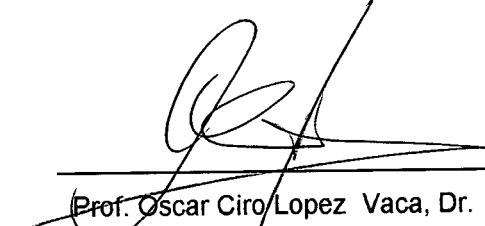
---

Profa Lia Caetano Bastos, Dra.  
Orientadora



---

Profa. Édis Maíra Lapóli, Dra.



---

Prof. Oscar Ciro Lopez Vaca, Dr.

*Enquanto a sociedade  
feliz não chega  
que haja pelo menos  
fragmentos de futuro  
em que a alegria  
é servida como sacramento,  
para que as crianças  
aprendam que  
mundo pode ser diferente.  
Que a escola, ela mesma,  
seja um  
fragmento de futuro...*

*Rubem Alves*

*Ao Reinoldo*

*e as minhas filhas*

*Marina e Marília*

## AGRADECIMENTOS

Tomando como referência que o nascer é a oportunidade de existir fisicamente para que se possa desenvolver como pessoa e contribuir para um mundo melhor, agradeço a DEUS pelas duas oportunidades concedidas. Agradeço também a ele, a luz que fortalece, principalmente nos momentos de desânimo e tristeza, e que nos faz seguir em frente.

A Pro<sup>a</sup>. Lia Caetano Bastos, pelo acompanhamento na pesquisa, sugestões e correções apresentadas. O trabalho de orientação realizado pela professora Lia, foi de muita dedicação, confiança e amizade, oportunizando-me a construção de novos conhecimentos.

A Irmã Norma, diretora do Colégio Coração de Jesus, que é outro exemplo de pessoa a quem atribuo respeito e consideração. Pela confiança e oportunidade que me deu para construir e resgatar novos conhecimentos, que espero ter correspondido e possa passar adiante.

Ao meu marido Reinoldo que foi constante e incansável em todos os momentos, dando-me apoio e sugestões na elaboração deste trabalho, reanimando-me a cada instante de angústia e desânimo, tantas vezes enfrentados.

As minhas filhas, Marina e Marília, pela compreensão da minha ausência nos momentos que mais precisavam de mim, o qual souberam respeitar com muito carinho.

Ao meu irmão Álvaro, agradeço a amizade e o companheirismo que demonstrou durante a elaboração deste trabalho.

A minha amiga Waleska com muito carinho agradeço pela amizade e disponibilidade.

A minha família, pelo amor, pelas orações, por sempre acreditar e apoiar-me na busca de meus ideais.

Aos colegas Gertrudes e João, Gilda, pelo convívio, amizade e experiências compartilhadas.

Agradeço a professora, Cleide Paladini, não só pelas discussões matemáticas, como também pelas sugestões e boa vontade que sempre teve em discutir os assuntos relacionados a este trabalho.

A Janete Sena, pelas valiosas sugestões e contribuições emprestando-me livros para melhoria deste trabalho.

Aos meus amigos, Josiane, Raquel, Humberto e Hildemar, pela valiosa contribuição nos estudos feitos sobre o Toolbook, discussões, amizade e receptividade.

Agradeço, Marcelo e Luciano, pela participação ativa no projeto, como também pela assessoria técnico computacional.

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

Ofereço finalmente, este trabalho àqueles que compreendem e vivem a grata satisfação do caminhar em direção a uma utopia e uma paixão; com persistência, o querer do tamanho do mundo e a certeza de que tentar sempre vale a pena...

## RESUMO

Este trabalho envolve a aplicação da tecnologia computacional à educação. Inicialmente é apresentada uma revisão teórica quando do uso dos computadores na educação, principalmente no que diz respeito ao aluno. É apresentado também, os resultados da utilização de um software educacional para o ensino de matemática.

O trabalho envolve o uso de um sistema especialista fundamentando-se nos conceitos do construtivismo. O objetivo é criar uma ferramenta de apoio, que sirva como reforço para o aluno, no processo de ensino aprendizagem.

O protótipo implementado no Multimídia Toolbook (SISCOORDENAIS) Sistema de Coordenadas Cartesianas Ortogonais, permite que o estudante organize suas idéias de forma ativa e interativa vivenciando a prática do seu dia-a-dia, sobre um contexto interdisciplinar.

Uma aplicação prática para validação do sistema foi efetuada em turmas de alunos de 8<sup>as</sup> Séries do ensino fundamental.

## ABSTRACT

This work is concerned about computational technology applied to education. Some theories will be presented as to the use of computers in education, mainly referring to the students. The results of the use of an educational software in the math teaching will be presented as well.

It concerns to a proposal based in the expert system in education, based in the "constructivism" concepts. The aim was to create a support tool to work as a reinforcement to the student in the teaching learning process.

The prototype implemented in the Multimedia Toolbook allows the student to organize his ideas in an active and interactive way so that he can experience his own day-by-day in an interdisciplinary context.

The SISCOORDENAIIS (Sistema de Coordenadas Cartesianas ortogonais) is a proposal of study and prototype of a multimedia that has in view the math learning through the development of the student's logical reasoning. This learning is expected to happen in a natural and heuristica way, according to the theory of the psychologist Jean Piaget about the learning process.

A practical application was performed in order to validate the system, in groups of students from the 8<sup>th</sup> grade.



## SUMÁRIO

<b>RESUMO</b>	<i>vii</i>
<b>ABSTRACT</b>	<i>viii</i>
<b>LISTA DE FIGURAS</b>	<i>xii</i>
<b>LISTA DE TABELAS</b>	<i>xiii</i>
<b>1. INTRODUÇÃO</b>	<b>1</b>
1.1. Apresentação	1
1.2. Objetivos do Trabalho	2
1.3. Justificativa e Importância do Trabalho	3
1.4. Estrutura do Trabalho	4
<b>2. ASPECTOS TEÓRICOS DA PRÁTICA DE ENSINO</b>	<b>5</b>
2.1. Introdução	5
2.2. Teorias da Construção do Conhecimento	6
2.2.1 Contribuições Teóricas de Piaget e Vygostsky na construção do Conhecimento.	6
2.2.2. A Teoria da Equilibração Cognitiva	9
2.2.3. Períodos da Construção da Inteligência	11
2.3. Adolescente e a aprendizagem	13
2.4. O jogo educativo	15
2.5. Interdisciplinaridade	16
2.6. Aprendizagem da Matemática	17

<b>3. INFORMÁTICA NA EDUCAÇÃO</b>	<b>23</b>
3.1.Histórico no Brasil	23
3.2.A Informática como Ferramenta Aprendizagem	27
3.2.1.Multimídia e Hiperídia	29
3.3.Formação ou Transformação do Educador Frente aos novos desafios da Informática	31
<b>4. SISTEMAS ESPECIALISTAS</b>	<b>32</b>
4.1. Introdução	32
4.2. Definições de Sistema Especialista	32
4.3. Organização de um Sistema Especialista	33
4.4. Fases no Desenvolvimento de um Sistemas Especialistas	35
4.5. Benefícios Trazidos pelo uso de Sistema Especialista	37
4.6. Utilização de um Sistema Especialista	39
4.7. Aplicação de Sistema Especialista ao Ensino da matemática	39
<b>5. DESENVOLVIMENTO DE UM PROTÓTIPO DE UM SOFTWARE EDUCACIONAL DE MATEMÁTICA</b>	<b>41</b>
5.1. Introdução	41
5.2. Descrição do Protótipo – SISCOORDENAIS	42
5.2.1.Parte Teórica	42
5.2.2. Parte Prática	45
5.2.3. Parte Lúdica	48

<b>6. APLICAÇÃO DO SOFTWARE EDUCACIONAL SISCOORDENAIS</b>	<b>50</b>
6.1. Desenho do Experimento	50
6.2. Resultados	50
<b>7. CONCLUSÕES E RECOMENDAÇÕES PARA FUTUROS TRABALHOS</b>	<b>53</b>
7.1. Conclusões	53
7.2. Recomendações para Futuros trabalhos	54
<b>REFERÊNCIAS para WWW</b>	<b>55</b>
<b>BIBLIOGRAFIA</b>	<b>56</b>
<b>ANEXO</b>	<b>67</b>

## LISTA DE FIGURAS

<b>Figura 4.1</b> Arquitetura de um SE	31
<b>Figura 4.2</b> Fases de desenvolvimento de um SE	33
<b>Figura 5.1</b> Tela inicial do sistema	39
<b>Figura 5.2</b> Telas de opções do sistema	39
<b>Figura 5.3 (a,b)</b> Telas ilustrativas da parte teórica do sistema	40
<b>Figura 5.3 (c,d)</b> Telas ilustrativas da parte teórica do sistema	41
<b>Figura 5.4</b> Telas de exercícios e regra	42
<b>Figura 5.5 (a,b)</b> Telas de exercícios	42
<b>Figura 5.6</b> Tela do disparo da regra	43
<b>Figura 5.7</b> Telas referentes a exercícios e disparo de regra	43
<b>Figura 5.8</b> Telas de exercício e acerto	44
<b>Figura 5.9</b> Tela ilustrativa da parte prática do sistema	44
<b>Figura 5.10</b> Tela ilustrativa da parte de jogos	45
<b>Figura 5.11</b> Tela de demonstração de jogos	45
<b>Figura 6.1</b> Relação faixa de acerto/utilização ou não do sistema	47
<b>Figura 6.2</b> Uso sistema x sexo do aluno x resultados obtidos	48
<b>Figura A1</b> Hierarquia do Toolbook	67

## LISTA DE TABELAS

<b>Tabela 3.1</b> Eventos na área de Informática e Educação	20
<b>Tabela 3.2</b> Principais eventos e seus aspectos relevantes	21
<b>Tabela 6.1</b> Relação aluno/série na aplicação do sistema	46

# 1. INTRODUÇÃO

## 1.1 Apresentação

A motivação para a utilização dos recursos de Informática no ensino, de acordo com (Tavares, 1990) são:

- *aumento da motivação dos sujeitos cognocentes despertando mais interesse e curiosidade pelo ensino;*
- *redução das assimetrias de qualidade média do ensino e do aprendizado;*
- *redução das assimetrias de qualidade garantindo a utilização de certos módulos de ensino com qualidade semelhante em diversos centros de estudos e*
- *apoio a sistemas de educação à distância.*

A utilização de software educacional pode trazer também outras conseqüências pedagógicas desejáveis, tais como (Giraffa, 1995):

- *individualização no aprendizado;*
- *estímulo e motivação para o sujeito cognoscente;*
- *promoção da autoestima no sujeito cognoscente e*
- *apresentação dos tópicos educativos de modo atrativo, criativo e integrado.*

Seguindo a abordagem construtivista Piaget (1988), o aluno não deve ser visto como um mero reproduzidor de conhecimento, mas como um agente construtor deste conhecimento. Deve ser capaz de descobrir conhecimentos intrínsecos aos objetos que manipula e não receber simplesmente estes conhecimentos de forma pronta. Deste modo, para a criação de software educacional, é necessário uma formalização teórica.

Além disso, uma importante característica na concepção de software educacional é que este seja "interativo", isto é, o usuário deve estar em plena

comunicação com o sistema e vice-versa. O usuário pode interagir com o sistema por diversos meios, através de resolução de problemas, análise de representações gráficas, forma lúdica, simulação e da participação ativa no próprio ambiente, como um agente ativo do sistema. Entretanto, isto só é conseguido se o sistema tiver uma interface amigável.

É inevitável que as novas tecnologias comporão cada vez mais o ambiente escolar, implicando mudanças na didática e nas metodologias de ensino, uma vez que tornar-se-ão aliadas dos processos cognitivos. Da mesma forma, novos paradigmas cognitivos certamente repercutem nas concepções e práticas de ensino, destacando-se o peso que passam a ganhar o desenvolvimento de habilidades intelectuais, das estratégias de aprendizagem, do *aprender a aprender*.

## 1.2. Objetivos do Trabalho

O objetivo geral deste trabalho é desenvolver, um ambiente interativo de aprendizagem do ensino de matemática. Ao ambiente foram agregadas características e propriedades com intuito de reter a atenção do aprendiz, voltado para o Ensino Fundamental, através de jogos e exercícios interessantes, usando problemas do mundo real.

Como objetivos específicos tem-se:

- Estudar novas formas metodológicas para o ensino da matemática;
- Facilitar, através do uso de imagens, a motivação e conseqüentemente a participação do estudante no seu processo de formação;
- Incorporar técnicas de IA no processo ensino-aprendizagem e
- Identificar efetividade no uso de ambientes interativos dentro do processo de ensino/aprendizagem.

### 1.3 Justificativa e Importância do Trabalho

A aprendizagem hoje busca novas formas de obter o conhecimento pois, o desenvolvimento tecnológico oferece novos recursos de ensino. O ensino tradicional gera pouca flexibilidade nas maneiras de expor o conteúdo, restringindo a capacidade de raciocínio lógico do aluno e o seu rendimento.

Buscar novas formas de criatividade, pensamento e crítica, que redefinam, de forma ampla e rica, a educação atual, consiste em ampliar a qualidade do ensino tradicional.

A utilização de recursos multimídia em conjunto com técnicos de Inteligência Artificial, como por exemplo Sistemas Especialistas, tem proporcionado uma melhoria no processo ensino/aprendizado pois permitem uma maior capacidade de interação com o aluno. (Sanchez, 1996).

A utilização de recursos multimídia bem como todo o processo de informatização do ensino tem proporcionado essa melhoria de qualidade. Cabe, entretanto, ressaltar que a utilização desses recursos não limite-se a reprodução do conteúdo apresentado em sala de aula, mas sim apresentar visualmente algo associado com a realidade do aluno e que o motive para o aprender, desenvolvendo sua perspectiva de busca e interesse pelo conteúdo.

A importância do presente trabalho consiste no desenvolvimento de um software educacional que proporcione um ambiente interativo de aprendizagem, proporcionando ao aluno uma forma atraente e fácil de aprender. Além disso, propõe-se a integração de técnicos oriundos da Inteligência Artificial a esse ambiente interativo.



## 1.4 Estrutura do Trabalho

Este trabalho está estruturado em 6 capítulos.

O primeiro capítulo apresenta a origem, os objetivos, a justificativa, a importância e a estrutura do trabalho.

O segundo capítulo trata dos aspectos educacionais de uma forma geral e ressalta alguns tópicos relevantes tais como: o estudo de Jean Piaget e Vygotsky na construção do conhecimento, a utilização de jogos no processo educativo e a influência da interdisciplinaridade na matemática.

No terceiro capítulo, é discutido o uso da informática na educação.

O quarto capítulo, aborda conceitos fundamentais sobre sistemas especialistas.

O quinto capítulo, apresenta o desenvolvimento de um protótipo de um software educacional.

O sexto capítulo, apresenta aplicação prática do sistema proposto e sua avaliação.

O sétimo capítulo apresenta conclusões de um trabalho desenvolvido, bem como recomendações para o desenvolvimento de futuras pesquisas.

A seguir, é apresentada a referência bibliográfica para World Wide Web, e a bibliografia utilizada e citada neste trabalho.

Finalmente, um anexo referente a ferramentas de autoria.

## 2. ASPECTOS GERAIS DA PRÁTICA DE ENSINO

### 2.1 Introdução

Ajudar os estudantes a se tornarem pensadores mais e mais eficientes vem sendo reconhecido como o objetivo primário da educação. A rápida expansão do conhecimento aponta para a necessidade de currículos e processos educacionais que potencializem os estudantes a localizar e processar o conhecimento ao invés de simplesmente memorizar fatos. No topo das prioridades dos professores deve estar o desenvolvimento da habilidade de pensar de forma criativa, objetiva e analítica.

Um dos grandes educadores, Piaget (1984), relatou:

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

Vive-se o desafio da qualidade e da relevância. É preciso aprender melhor, ainda que se ensine menos conteúdos. No lugar da educação concentrada na memorização de fatos, em que o professor era mero repassador de conhecimento, surge a educação criativa, dinâmica, concentrada no julgamento e interpretação, visando ao desenvolvimento integral do indivíduo. (Feuser, 1997).

Para se ter uma educação eficiente, é preciso que vários componentes do sistema educacional trabalhem em harmonia. Materiais e ferramentas educacionais, treinamento de professores, currículos adotados, processos de supervisão, medidas de avaliação, comunicação com os pais (e comunidade), devem estar alinhadas e focalizados com um objetivo comum.

Anos de experiência têm demonstrado que evoluções educacionais são ineficientes quando não estão em “sincronia” com a realidade social, e por conseguinte com o mundo ao redor.

Nem sempre o professor ensinar significa o aluno aprender. Quanto mais o professor conseguir aplicar seus conhecimentos para o dia-a-dia do aluno, mais interesse em aprender. Ensinar algo que não serve ao aluno obriga-o a simplesmente decorar, como uma memória descartável que dura até o momento da prova. (Tiba, 1997).

Adquirir conhecimento é mais do que um mero registro de fatos (baseados em teorias), envolve também a aquisição de habilidades para recuperar e usar esses fatos na interação com o mundo (prática do dia-a-dia).

## **2.2 Construção do Conhecimento**

Neste trabalho, os aspectos educacionais serão fundamentados nas teorias de Piaget e Vigotsky entre outros, onde se enfatiza o processo de construção do conhecimento pelo aluno.

### **2.2.1 Contribuições Teóricas de Piaget e Vygotsky na Construção do Conhecimento.**

Piaget (1984), em seu estudo, procura desvendar a gênese do conhecimento, seguindo a perspectiva de que não há no ser humano um conhecimento pré-determinado, e que todo conhecimento é fruto de uma construção contínua e efetiva. Daí o nome Epistemologia Genética para sua teoria.

Vygotsky (1987), explica essa construção através do *mecanismo de internalização*. Para ele, “*no desenvolvimento cultural da criança, todas as funções ocorrem duas vezes: primeiro no nível social e depois no interior da criança (intrapsicológica)*”.

Observa-se, através do exposto acima, que os dois autores consideram essa construção como ocorrendo a partir da interação do sujeito com o seu meio. Enquanto Piaget enfatiza a interação com o meio físico, Vygotsky dá ênfase sobre a interação com o meio-cultural. Ambos consideram o sujeito como um ser ativo que constrói ou re-constrói o seu próprio conhecimento.

Piaget (1988), apresenta uma visão interdisciplinar ao longo de seus estudos, onde se observa uma influência marcante em suas obras de três áreas da ciência: a biologia, a filosofia e a psicologia.

Piaget (1974), pressupõe o conhecimento humano como sendo adquirido através do processo de *regulação* e de *equilibração* (representa para o ser humano a obtenção do equilíbrio interno). Esses processos, segundo Piaget estabelecem as condições básicas para viabilizar a adaptação e a inteligência, através de uma teoria interacionista e construtivista.

O processo de conhecimento para Piaget (1978), se apresenta fundamentado em duas funções essenciais: a *organização* e a *adaptação*. Considera que a evolução da inteligência trata-se de um processo único, sendo a *organização* o aspecto interno do conhecimento, enquanto a *adaptação* representa o seu aspecto externo. A função *adaptação* se constitui de duas atividades, a *assimilação* e a *acomodação*, que são complementares.

A *assimilação* representa um mecanismo que viabiliza a ação do sujeito sobre o objeto, integrando-o a uma estrutura já estabelecida. Enquanto a *acomodação* se constitui no processo de transformação das estruturas do sujeito por força da ação do objeto, para que a assimilação possa se realizar.

A ação torna-se fundamental no processo pedagógico, (Becker in Piaget,1993) "*suprimidas as condições da ação inviabiliza-se a experiência.*" disso conclui-se que é necessária a ação para que possa haver mudanças de esquemas, esta ação pode estar relacionada com a realização de algo concreto e ao mesmo tempo interpretativo.

*“O sujeito que conhecemos através da teoria de Piaget é um sujeito que trata ativamente de compreender o mundo que o rodeia e de resolver as interrogações que este mundo lhe coloca. É um sujeito que aprende basicamente através de suas próprias ações sobre os objetos do mundo e que constrói suas próprias categorias de pensamento ao mesmo tempo que organiza seu mundo” (Dolle, 1987).*

No processo de abstração reflexionante (de reflexão, meditação) proposto por Piaget e discutido por Becker (1993), *“o conhecimento é concebido como uma construção. Esta construção acontece através de um processo de abstração reflexionante”*.

Piaget (1976) estabelece que o ser social de um adolescente é diferente de uma criança, já que aquele é capaz de participar de relações de forma equilibrada e a criança ainda não é capaz de participar de trocas intelectuais que expressam um equilíbrio.

Os estudos de Vygotsky (1987) apresentam como tema central a relação entre pensamento e linguagem, mas apesar dessa abordagem, sua obra evidencia uma teoria bastante sedimentada sobre o desenvolvimento intelectual. Assim, observa-se onde se observa que a concepção de Vygotsky vislumbra também, o desenvolvimento de uma teoria educacional.

A primeira relação entre pensamento e linguagem se denomina de *estruturas elementares*, que representam estados psicológicos condicionados fundamentalmente por determinantes biológicos, enquanto que as *estruturas superiores*, se originam no processo de desenvolvimento cultural.

Em termos de práticas pedagógicas Vygotsky (1989), (diz que não se deve separar os alunos mais desenvolvidos, dos menos desenvolvidos, deve-se ao contrário levar os primeiros a ensinar os segundos e reforçarem mutuamente o aprendizado).

Desta forma, Vygotsky (1989) argumenta que em função da constante mudança das condições históricas, que determinam em larga medida as oportunidades para a experiência humana, não pode existir um esquema universal que represente adequadamente a relação dinâmica entre os aspectos internos e externos do desenvolvimento.

A análise de Vygotsky, desta maneira, difere da análise de Piaget que descreve estágios universais idênticos para todas as crianças como uma função da idade. Deste modo, Vygotsky demonstra a eficácia do processo de conceituar funções relacionadas não como idênticas, mas como unidades de dois processos distintos.

### **2.2.2 A Teoria da Equilibração Cognitiva**

Piaget (1976), deu a base que permitiu aos pesquisadores educacionais desenvolver parâmetros para a elaboração de dispositivos *motivacionais e cognitivos*, que possibilitem às crianças, jovens e adultos, desenvolverem potencialmente esse conhecimento. Modifica não só a noção de como se aprende, mas também com quem se aprende.

Na Psicologia do Desenvolvimento existem várias teorias de aprendizagem e entre estas teorias se observa duas grandes correntes à cerca do desenvolvimento, sendo uma considerada *maturacionista* e a outra *empirista*.

A corrente *maturacionista* aborda o processo de desenvolvimento do ser humano por meio de regulação endógena de mecanismos considerados inatos.

A fundamentação da corrente *empirista* se baseia no entendimento de que todo desenvolvimento se processa através da experiência adquirida (aprendizagem) em função da interação com o meio físico e social.

As estruturas cognitivas possuem invariantes funcionais, basicamente se dividem em duas: *organização e a adaptação*. Biologicamente, as duas são

inseparáveis, correspondendo a processos complementares de um mecanismo único, onde a *adaptação* é o processo externo e a *organização* o processo interno do ciclo (Ulbricht, 1994).

A adaptação possui dois componentes:

- *assimilação* - o indivíduo atua sobre o meio, transformando - o, a fim de adequá-lo às suas estruturas;
- *acomodação* - o sujeito se modifica para se ajustar às diferenças impostas pelo meio.

Estes mecanismos biológicos de adaptação formam os esquemas, que são estruturas inferidas mentais ou cognitivas, os quais os indivíduos intelectualmente se adaptam e organizam o meio ou seja, são padrões de comportamento.

Como dito em Wazlawick (1994), *“o processo cognitivo não consiste de uma mera busca assintótica por um equilíbrio inalcançável, justamente porque o ponto de equilíbrio pode se deslocar de acordo com as circunstâncias. Na verdade, ele se parece bem mais com uma série de equilibrações, e desequilíbrios momentâneos seguidos de reequilibrações não menos momentânea.”*

O aspecto mais importante do processo educacional é o processo de construção pelo qual o aluno transforma a informação em conhecimento pessoal.

Na integração de novas tecnologias de informação à educação, este fato deve ser levado em consideração, pois é fundamental e prioritário o desenvolvimento cognitivo, definido no enfoque piagetiano como a reorganização de organismo e seu ambiente.

### **2.2.3 Períodos da Construção da Inteligência**

A teoria piagetiana, é mais clara quando aborda o desenvolvimento como mero acúmulo quantitativo de aquisições. Explicita alguns períodos de evolução do indivíduo em relação a sua capacidade de entendimento e o mundo que o cerca.

Nenhum destes períodos obedece rigidamente a faixa - etária para o qual foram especificados e não representam patamares discretos, são evoluções que podem ser encontradas mais ou menos dentro da faixa para o qual foram definidos.

Piaget (1977), defendeu que a criança explica o homem. O seu trabalho sobre a construção da moral é um belo exemplo de como observando o comportamento e o desenvolvimento infantil, pode-se chegar a entender o desenvolvimento do homem. Da mesma forma, a moral infantil esclarece a moral adulta, pois encontram-se em muitos adultos e mesmo grupos de adultos a reprodução de estágios desses comportamentos infantis.

#### **Sensório Motor**

Este período é atravessado pela criança, aproximadamente, a partir do momento em que nasce até dois anos. Este consiste na intensa exploração do mundo exterior, manipulando os objetos e descobrindo relações de causa e de efeito entre os movimentos.

O período sensório motor se divide em seis estágios:

- 1º Adaptação Reflexiva (0 à 1 mês)
- 2º Reações Circulares Primárias (2 à 4 meses)
- 3º Reações Circulares Secundárias (4 -5 até 8 - 9 meses)
- 4º Coordenação de Esquemas Secundários ( 8 - 9 até 11 - 12 meses)
- 5º Elaboração do Objeto (11- 12 até 18 meses)
- 6º Início da Representação (18 até 24 meses)



## **Pré Operatório**

O período pré - operatório vai dos 2 até os 7 anos, e pode ser considerado como uma fase de transição de uma inteligência sem linguagem, representação ou conceitos para uma inteligência representativa.

Nesta fase a criança tem dificuldades em expressar a ordem dos acontecimentos, explicar relações, especialmente de causa e efeito, compreender com precisão o que outras pessoas falam e compreender e relembrar regras.

## **O nível Operatório Concreto**

Este período vai dos 7 aos 11 anos aproximadamente.

A aquisição das estruturas lógicas do pensamento é a característica fundamental deste estágio de desenvolvimento.

7/ 8 anos Começa a ler e a escrever;

Conservam as equivalências quantitativas;

Conservam as superfícies.

Após 9/10 anos

Conservam (número, substância e peso);

A criança estará apta a aprender as operações matemáticas em sua estrutura formal e completa;

Capaz de manter diálogos, conversas, emitir opiniões;

Seu desenho passa do realismo intelectual para o realismo visual;

A socialização é constituída por um salto de qualidade bastante significativo.

Aos 11 anos

Troca "mercadorias". O valor do objeto está em seu interesse e não em seu preço.

É a idade da descoberta, do entendimento do "funcionamento do mundo e por isso pergunta muito sem necessariamente estabelecer relações de discussão de "ponto de vista."

Gardner (1994) resume em seu livro "Frames of Mind-The Theory of Multiples Intelligences" as principais críticas dirigidas ao trabalho de "Jean Piaget". Estas fazem menção ao fato de que o trabalho de Piaget assume pouca importância fora do contexto das civilizações não ocidentais ou pré-literatas.

Menciona também a arbitrária divisão do desenvolvimento da inteligência em estágios. Quanto a isso, o próprio Piaget concorda que qualquer divisão em estágios é arbitrária e não poderia deixar de sê-lo, pois inicialmente temos que as idades podem variar de uma criança para outra, e, mais importante, há características de um "*continuum*" na passagem de um estágio para outro.

### 2.3 O Adolescente e a Aprendizagem

*... "A sociedade deve moldar-se, em sua realização, em qualquer momento histórico, segundo o grau de evolução atingido pelo homem e variar em função desta e não vice-versa! Seria portanto inadmissível ser o jovem educado de tal maneira que se tornasse, quando adulto, um cego e dócil admirador de todos os valores da sociedade. É evidente que o jovem deve conhecer o mundo ao seu redor e estar preparado para atuar e viver dentro do mesmo. Mas isso não significa que deva considerar esse mundo imutável..." (Lanz, 1986).*

A adolescência, normalmente, é explicada como a fase de transição entre a infância e a idade adulta, (ou o ingresso da criança na fase adulta), durante a qual se definem os caracteres sexuais secundários e se evidenciam as qualidades

específicas do indivíduo. Essa fase terá um grau de conflito maior ou menor dependendo da sociedade em que o adolescente faz parte.

Na teoria de Piaget (1976), o adolescente passa por inúmeras alterações devido ao amadurecimento das faculdades intelectuais e morais provocando um desequilíbrio provisório que conduz posteriormente a um equilíbrio superior.

É na adolescência que ocorre a maturação biológica ou a puberdade e o aparecimento do pensamento formal.

Entretanto o surgimento do pensamento formal não é uma consequência da puberdade embora ambos possam surgir na mesma época. As estruturas formais são formas de equilíbrio que se impõe pouco a pouco ao sistema de intercâmbio entre os indivíduos e o meio físico. (Inhelder & Piaget, 1976):

Na adolescência encontramos transformações bem visíveis no comportamento. Nesta fase, devido a ampliação do potencial de reflexão, o adolescente passa a construir teorias ou reconstruir teorias já existentes. Ele tem o desejo de ser diferente dos demais e quer ser o reformador do mundo.

O instrumento do pensamento do adolescente é a linguagem ou qualquer outro sistema simbólico, como por exemplo a matemática. Desta forma, ele é capaz de formular hipóteses e, a partir delas, chegar a conclusões que independem da verdade factual ou da observação.

Segundo Inhelder & Piaget (1976) *“É ao empreender uma tarefa efetiva que o adolescente se torna adulto e o reformador idealista se transforma em realizador”*.

Na adolescência teremos um aluno contestador e desejoso de práticas pedagógicas motivadoras e condizentes com a fase pela qual está passando.

## 2.4 O Jogo Educativo

*“Os jogos infantis e seu ritual correspondente são uma porta que se abre para participar do mágico. É deixar-se deslizar para o passado até voltar à infância dourada e reencontrar o Paraíso Perdido. É recuperar a inocência e o olhar sem condicionamento para o ser. É voltar a crescer”.* (Villanueva, 1997).

Os jogos têm sido utilizados há séculos para motivar os indivíduos. São uma fonte de diversão, geralmente incluindo elementos como regras, competição e contagem de pontos.

*Os jogos de um modo geral buscam diversão e entretenimento* (Souza, 1997). Desta forma, podem contribuir no processo de socialização de indivíduos e na formação de sua personalidade.

Os jogos educativos podem ser altamente abstratos, como os jogos de palavras e os quebra-cabeças, ou mais concretos, representando situações da vida real.

Assim, os jogos podem, se bem direcionados contribuir altamente como forma de pesquisa tornando o aluno um pesquisador. *Promove-se, desta forma, um paralelo entre a captação da imagem para uma interiorização mais rica e o desenvolvimento da capacidade de investigar, imprescindível no processo de aprendizagem.* (Granato & Azulena, 1993).

Nos jogos educacionais a pedagogia é a exploração auto dirigida ao invés da instrução explícita e direta. Esta forma de ensino pode possibilitar à criança aprender melhor justamente por ela estar livre para descobrir relações por ela mesma, ao invés de ser explicitamente ensinada. Para a criança pode constituir na maneira mais divertida e prazerosa de aprender.

Para Piaget (1988) *a criança que joga desenvolve suas percepções, sua inteligência, suas tendências à experimentação e seus instintos sociais*. Portanto, o jogo é um meio poderoso na aprendizagem.

Os jogos podem desenvolver o senso de competência, no momento em que o aluno se sente capaz de atingir um objetivo e o alcança. Este fator contribui para que se sinta confiante, diminuindo a ansiedade e melhorando o auto-respeito. (Rosamilha, 1979).

## 2.5 Interdisciplinaridade

*“O mundo vai transformando-se numa rapidez impressionante. Refletir sobre essas mudanças nos permite resgatar algumas percepções deste mundo em que vivemos e, no campo educacional, compreender e definir um grande papel para a educação nesta sociedade em intensa transformação”* (Lopes, 1996).

O pensar e o agir interdisciplinar se apoiam no princípio de que nenhuma fonte de conhecimento é, em si mesma, completa e de que, pelo diálogo com outras formas de conhecimento, de maneira a se interpenetrarem, surgem novos desdobramentos na compreensão da realidade e sua representação. (Fazenda, 1995).

Interdisciplinaridade é o processo que envolve a integração e engajamento de educadores, num conjunto, de interação das disciplinas do currículo escolar entre si e com a realidade. Deste modo ela supera a fragmentação do ensino, objetivando a formação integral dos alunos, a fim de que possa exercer criticamente a cidadania, mediante uma visão global de mundo (Lück, 1995).

A interdisciplinaridade refere-se a uma nova concepção de ensino e de currículo baseada na interdependência. É um processo em construção que está nascendo e se desenvolvendo gradativamente. Ela busca realçar as potencialidades dos envolvidos, partindo da necessidade de se adquirir uma nova consciência reflexiva, baseada na mudança de perspectiva e numa nova visão do mundo.

Com a interdisciplinaridade os professores têm a oportunidade de contextualizar os conteúdos, resgatando a memória dos acontecimentos, interessando-se por suas origens, causas, conseqüências e significados. Deste modo, o aluno é estimulado a ler, construir textos e, sobretudo, a pesquisar.

Entretanto, num processo interdisciplinar, então, é necessário que o educador tenha a humildade e disponibilidade da troca e do diálogo para que possa integrar a sua disciplina com as demais. Interdisciplinaridade não é apenas propósito e intenção; é construção lenta, gradual e coletiva.

Nessa ordem, a Matemática deixa de ser um fim em si mesma para ser um meio de melhor interpretar a realidade no convívio social. Assim, os temas do mundo dos educandos passam a ser o centro das questões, aparecendo a ciência, e em particular a matemática, como agente de análise interdisciplinar desses temas.

## **2.6 Aprendizagem da matemática**

Segundo Schliemann (1992) entre os princípios recomendados por Piaget para a educação matemática tem-se *"a criança é sempre capaz de compreender e fazer na ação do que expressar verbalmente e conscientemente os princípios nos quais se baseiam suas ações."*

Autores tais como: Carraher e Schliemann (1992), constataram que alguns conceitos matemáticos, no qual as crianças muitas vezes apresentam dificuldades na escola, são facilmente aprendidos e utilizados no contexto de atividades cotidianas.

Durante as últimas décadas surge uma crescente preocupação na modernização dos conceitos matemáticos, visando preencher a lacuna que há entre a matemática escolar formal e sua utilidade no dia-a-dia.

O antigo medo da matemática ainda existe, ele pode até ter diminuído, pois, o mundo em mudança, o ensino naturalmente progride. Mas, mesmo hoje, a Matemática ensinada da maneira tradicional é a disciplina que apresenta o mais baixo desempenho dos alunos e é, ainda, a que mais reprova. Isso acontece no Brasil e no mundo inteiro (Silveira,1992).

Tanta dificuldade exigia um remédio. 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 um movimento internacional dedicado à educação matemática, com propostas de mudanças bem-sucedidas nos conteúdos e nos métodos de ensino.

As principais causas do fracasso do ensino tradicional, segundo (Lopes,1992) são:

- A programação é mal distribuída;
- Desconsidera-se o desenvolvimento cognitivo do aluno.
- Há conteúdos que nem desenvolvem o raciocínio nem têm aplicações práticas;
- O enfoque do ensino tradicional é incorreto. Gasta-se mais tempo treinando cálculos mecânicos do que trabalhando com idéias.

O objetivo de todos nós, professores de Matemática, é desenvolver o raciocínio lógico do aluno. Só que, no ensino tradicional, isso não se dá plenamente.

O movimento de educação matemática, além de detectar os problemas, também busca soluções. Ele vem mudando currículos e formas de ensinar nos Estados Unidos, França, Espanha e também no Brasil.

Atualmente, é consenso entre os educadores matemáticos que, no ensino bem-sucedido, os alunos precisam compreender aquilo que aprendem e que essa compreensão é garantida quando eles participam da construção das idéias matemáticas. É uma mudança significativa!

No passado, professor bom era o que *explicava* tudo muito bem. Com as novas idéias, professor bom é aquele que prefere ajudar o aluno a descobrir, construir, pensar, em vez de dar tudo pronto.

Sempre se falou que a Matemática deveria desenvolver o raciocínio, mas isso nunca ocorreria para a maioria dos alunos. Muitas inovações já atingiram as salas de aula, graças aos esforços de dedicados pesquisadores na área de educação matemática.

Os educadores matemáticos têm buscado novos métodos para levar à prática da sala de aula as idéias-chave de construção e de compreensão. A pesquisadora brasileira Beatriz D'Ambrósio publicou um artigo no qual destaca os principais métodos desenvolvidos:

- *Resolução de problemas* - Os alunos defrontam-se com problemas, a partir dos quais vão construindo seu saber matemático.
- *Modelagem* - Tomam-se situações da realidade, motivadoras para os alunos, procurando-se os modelos matemáticos que a elas se apliquem.
- *Abordagens etnomatemáticas* - Numa abordagem etnomatemática, o professor valoriza conhecimentos matemáticos do grupo cultural ao qual pertencem os alunos e aproveita a experiência matemática extra-escolar.
- *Abordagens históricas* - Usam-se motivações da história da Matemática como ponto de partida para o aprendizado.
- *Uso de computadores* - O computador pode ser usado para reforço do velho ensino ou para implementar as novas idéias.
- *Uso de jogos* - o objetivo é abordar os conteúdos por meio de jogos, resgatando o lúdico do universo das crianças e também dos adolescentes.

Um dos problemas é unir o ensino tradicional da Matemática com ou por computadores. É fundamental, primeiro, persuadir e educar professores e administradores escolares com respeito às demandas que surgem com estes programas. Mesmo porque os benefícios não atingem igualmente a todos,



alimentando as desigualdades, por exemplo, entre grupos sociais, regiões geográficas

Em poucos anos, tornou-se praticamente imaginável o funcionamento de qualquer meio de comunicação de massa prescindindo dos recursos informáticos e computacionais. Um dos efeitos mais interessantes da utilização dos computadores tem sido esta aproximação entre a matemática e a linguagem natural.

Em "O Sonho de Descartes", Davis (1982), refere-se, com um otimismo exagerado, à realização desta fusão das funções da língua e da matemática através da utilização crescente dos computadores.

Em relação ao computador, quase todos são favoráveis. Mas não é tão simples saber como usá-lo no ensino da Matemática.

Existem programas "educativos"(alguns elaborados no Brasil, outros importados) que nada mais são do que livros didáticos tradicionais em nova embalagem. Entre eles podemos citar:

- Math Ace, trabalho multimídia produzido por Magic Quest Ltda,. Que contém jogos e informações matemáticas para crianças de 8 a 14 anos. Infelizmente só existe a versão em língua inglesa desse produto.
- Mundo da matemática: Parque dos Números - IONA Software Limited., Fracionando- (8 a 12 anos) - BYTE & BROTHERS, sendo que no assunto abordado no trabalho é ainda muito pequeno o campo de aplicação.
- Atualmente, além do REDUCE, os principais softwares disponíveis no mercado são o MAPLE, o MATHEMATICA, o MACSYMA e o DERIVE e outros.

Na prática docente, as seguintes ferramentas computacionais estão disponíveis para suporte ao ensino de matemática, segundo (Carrol,1990), são:

- ferramentas para desenvolvimento de software (linguagens de programação);

- ambientes para desenvolvimento de software (linguagens de programação orientadas a eventos);
- programas fontes de sistemas de software numérico; como exemplo podemos destacar o MATLAB, o qual torna disponível ao usuário rotinas para manipulação de matrizes e vetores.
- livros-texto onde acompanha um sistema de software;
- ambientes interativos (software numérico e educacional).

O uso de computadores para auxiliar o ensino dos conteúdos da matemática computacional tem como objetivo promover algumas mudanças na forma como usualmente tem sido conduzido o processo de ensino.

A folha de São Paulo do dia 28/01/98, mostra vários sites na área de matemática, como manchete, "Aprendizado de geometria álgebra ganha reforço na rede".

Com isso o professor e o próprio aluno terão mais fontes de pesquisa para aprimorar seus conhecimentos. Dentre eles podemos citar alguns temas:

- *Matemática & Educação*; discussão de vários temas ligados ao aprendizado da matemática;
- *Mat* - 22 grupos de pesquisa sobre geometria e álgebra;
- *Matemática atual* - informações sobre ensino e aprendizagem para alunos de 1º e 2º graus;
- *MatNet* - espaço para discussões relativas à matemática;
- *Clínica de Matemática* - reforço escolar;
- *Matemática Contemporânea* - publicação da Sociedade Brasileira de Matemática Contemporânea;
- *Matemática e Eletricidade* - informações para estudantes de cursos técnicos;
- *Eu Odeio Matemática* - para estudantes deixarem seus protestos;
- *Aulas Particulares* - tire suas dúvidas de matemática e física;
- *Elementos de Matemática* - conceitos para entender a matemática;

- *Matemática Arte e Cultura* - rica fonte de pesquisa para estudantes
- *Humberto's Home Page* - alguns institutos e departamentos de matemática.
- *Aulas de Matemática* - aulas on line para quem vai prestar vestibular e outros concursos;
- *Clube Virtual de Matemática* - traz curiosidades e resolução de problemas matemáticos;
- *Olimpíadas Ibero-americanas de Matemática* - as informações sobre a olimpíada anual;
- *Caem* - centro de aperfeiçoamento do ensino da matemática;

A Matemática não somente se desenvolve sob a ação de outras ciências, como também impulsiona o desenvolvimento delas, introduzindo os seus métodos de investigação.

### 3. INFORMÁTICA NA EDUCAÇÃO

#### 3.1 Histórico no Brasil

Para entender melhor o atual panorama da área de Informática na Educação, será apresentado um breve histórico de seu desenvolvimento no Brasil.

Desde 1972, a comunidade científica, bem como agências governamentais, vem promovendo diversos eventos na área de informática e educação, apresentando registros de pesquisas, experimentos e reflexões sobre o uso de computadores na educação e os resultados desta simbiose.

Com a criação da Secretaria Especial de Informática (SEI), em 1979, esses pesquisadores ganharam novo aliado, pois entre as várias incumbências estratégicas dessa secretaria, tem-se: “pesquisar os aspectos teóricos e a aplicabilidade dos computadores em dados níveis de ensino.”

Em janeiro de 1983, foi criada a Comissão Especial de Informática na Educação que elaborou o primeiro projeto oficial de Informática na Educação, EDUCOM, aprovado em julho de 1983.

Dentre as várias propostas implantadas pelo projeto EDUCOM, tem-se:

- Sensibilizar e capacitar professores de 1º Grau, interessados em uma prática pedagógica através do uso de computadores;
- Facilitar a divulgação de pesquisas e trabalhos realizados junto às comunidades de ensino de 2º e 3º Graus, permitindo uma avaliação adequada do uso do computador nesta área;
- Divulgar técnicas e softwares educacionais necessários ao desenvolvimento de programas de ensino com e sobre o uso de computadores para escolas, universidades e empresas interessadas;
- Estimular e desenvolvimento de teses, trabalhos e estágios na área;

- Organizar a integração de equipes multidisciplinares, especialistas e órgãos interessados no uso do computador para uma melhoria do ensino.

Na Tabela 3.1 é apresentada uma relação dos principais encontros na área de Informática na Educação ocorridos no Brasil a partir de 1981. Baseado nessa tabela, alguns encontros foram selecionados de modo a mostrar a evolução do uso da informática na educação (Tabela 3.2).

**Tabela 3.1. Eventos na área de Informática e Educação**

<b>EVENTOS</b>	<b>ANO</b>
I Seminário Nacional de Informática na Educação, Brasília, DF	1981
II Seminário Nacional de Informática na Educação, Bahia, BA	1982
Seminário Os Desafios Sócio-Culturais de uma Sociedade que se Informatiza – Rio de Janeiro, RJ	1984
I Seminário Estadual de Informática na Educação – Porto Alegre, RS	1985
I Seminário O Computador e a Realidade Educacional Brasileira – São Paulo, SP	1986
II Seminário O Computador e a Realidade Educacional Brasileira – Belo Horizonte, MG	1987
II Congresso Brasileiro LOGO: Informática na Educação – Petrópolis, RJ	1988
Seminário de Informática na Educação – Nova Friburgo, RJ	1989
I Fórum de Profissionais de Informática Aplicada à Educação do Rio de Janeiro, RJ	1990
I Simpósio Brasileiro de Informática na Educação -(SBIE)- Rio de Janeiro, RJ	1990
II SBIE – Porto Alegre, RS	1991
III SBIE – Rio de Janeiro, RJ	1992
Seminário Informática e Educação: Os desafios do Futuro, São Paulo, SP	1993
IV SBIE – Recife, PE	1994
V SBIE – Porto Alegre, RS	1995
VI SBIE –Florianópolis, SC	1995
VII SBIE – Belo Horizonte, MG	1996
VIII SBIE – São José dos Campos	1997
IX SBIE – Fortaleza	1998

Tabela 3.2. Principais eventos e seus aspectos relevantes

ANO	EVENTO	ASPECTOS RELEVANTES
1981	I Seminário Nacional de Informática na Educação, Brasília, DF	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Implicações Sociais, econômicas e políticas do computador no processo educacional em países em desenvolvimento;</li> <li>• Integração do computador no processo ensino-aprendizagem;</li> <li>• Vantagens, limitações e viabilidade do uso do computador no processo ensino-aprendizagem dentro do contexto da educação brasileira.</li> </ul>
1990	I Fórum de Profissionais de Informática Aplicada à Educação do Rio de Janeiro, RJ	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Cresce o número de interessados em utilizar o computador em suas práticas pedagógicas; como uma ferramenta de trabalho capaz de proporcionar atividades para o desenvolvimento cognitivo de seus alunos;</li> </ul>
1993	Seminário Informática e Educação: Os desafios do Futuro, São Paulo, SP	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Apresentar um balanço dos temas atuais na área.</li> <li>• Mostrar a atuação das secretarias de educação em alguns Estados do Brasil.</li> <li>• Realizar uma discussão aprofundada sobre estratégias de atuação no futuro.</li> </ul>
1996	VII SBIE – Belo Horizonte, MG	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Educação, Informática e sociedade;</li> <li>• Avaliação e desenvolvimento de software educacional;</li> <li>• Redes de computadores na educação;</li> <li>• Ambientes de aprendizagem baseados em computador;</li> <li>• Informática na educação especial;</li> <li>• Recursos humanos para informática na educação;</li> <li>• Inteligência Artificial aplicada à informática na educação;</li> <li>• Hipertexto, hipermídia e multimídia na educação;</li> <li>• Teses e dissertações em informática na educação;</li> </ul>
1997	VIII SBIE – São José dos Campos	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Tecnologias para educação na Web;</li> <li>• O valor de multimídia para a educação;</li> <li>• Informática: O futuro já não é o que era;</li> <li>• Aprendizagem colaborativa e sistemas tutores inteligentes e</li> <li>• Estendendo a Colaboração distribuída em tempo real de uma forma técnica para uma forma socialmente natural.</li> </ul>

Atualmente, constata-se que o processo de informatização da sociedade brasileira é irreversível e que se a escola não se informatizar corre o risco de não ser mais compreendida pelas novas gerações. Além disso, existe a conscientização da necessidade de se unirem os esforços em equipes interdisciplinares para diminuir a distância até então existente entre educação e informática (Consenza, 1985).

É importante salientar que o documento gerado no I Seminário Nacional de Informática, intitulado "Subsídio para a Implementação do Programa de Informática na Educação" apresenta recomendações que influenciam o desenvolvimento da área até hoje, tais como:

- Preponderância dos valores culturais sobre a tecnologia;
- Compatibilidade entre os aspectos econômicos e técnicos, visando a maior relação possível de benefícios e custos sociais no âmbito educacional;
- Preservação das funções do professor;
- Investimento na área de Informática paralelo ao investimento da educação básica;
- Desenvolvimento de pesquisa na área de Informática em Educação pelas universidades, mantendo o caráter de multidisciplinaridade nas equipes;
- Realização de um programa experimental que atinja várias áreas de conhecimento, abrangendo diferentes regiões do país;
- Atenção para que a política na área fortaleça e apoie a indústria nacional de informática;
- Necessidade de formação de recursos humanos;
- Liderança do campo educacional e divulgação das informações disponíveis a cargo do MEC.

### 3.2 A Informática como Ferramenta de Aprendizagem

Os computadores se distinguem dos outros meios de comunicação pela capacidade de controle, pela habilidade de apresentar e receber, processar e gerenciar informações. Estes atributos estão de certa forma relacionados com os processos envolvidos na aprendizagem humana, pois facilitam a organização das experiências num todo consistente, ajudando a classificar, agrupar e conservar as mesmas.

A sociedade da informação está substituindo a sociedade industrial e, neste contexto, o computador tem adquirido importância cada vez maior na sala de aula e no desenvolvimento do processo ensino-aprendizagem

Porém, ainda existem fatores, que podem dificultar a implementação dessas mudanças, entre eles (Figuerola, 1992):

- pequeno número de computadores atualmente disponíveis nas escolas (principalmente em escolas públicas);
- a resistência à mudança pessoal e institucional;
- a falta de preparo dos professores para o uso desta nova tecnologia;
- as dificuldades de adequar o uso do computador aos currículos tradicionais;
- a ausência ou má qualidade dos software educacionais. (Hsis, 1993).

A existência de softwares educacionais de qualidade é um fator imprescindível, e pode ser considerado como crítico para a abertura das escolas ao uso de computadores. Não se pode questionar contudo que a produção de softwares educacionais de qualidade não seja cara, complexa e consuma um longo período de tempo. No entanto, a demanda destes produtos e seu objetivo tem sido fatores decisivos para que estes sejam efetivamente elaborados e projetados visando aumentar a qualidade do ensino.



Os softwares educacionais elaborados no Brasil, de maneira geral, apresentam baixa qualidade e isso, entre outras coisas, torna a implantação da informática no ensino mais difícil.

Rocha (1993), identifica algumas das dificuldades que têm contribuído para a baixa qualidade dos softwares educacionais:

- pouco preparo de recursos humanos na área educacional;
- pressão mercadológica dos fabricantes;
- a produção descentralizada de programas para ensino;
- a quantidade de horas necessárias para o desenvolvimento e implementação,
- dificuldade de montagem de uma equipe multidisciplinar que desenvolva trabalho cooperativo.

Acredita-se que para a melhoria dos software a serem desenvolvidos e para que estes venham a ser integrados no currículo regular das escolas, é preciso não só o envolvimento do professor em seu desenvolvimento, como também o estabelecimento de critérios avaliativos. Ao desenvolver um software educacional temos que privilegiar os objetivos educacionais pré-estabelecidos, clientelas pré determinadas e o contexto educacional em que se desenvolve o trabalho.

Um outra aspecto relevante é elaborar softwares com interfaces amigáveis. Hoje em dia é favorecido através da utilização de várias mídias.

O uso do computador vem se tornando cada vez mais popular e atrativo para os usuários e a cada dia que passa novos recursos e técnicas são associados a ele. No início tínhamos planilhas eletrônicas, bancos de dados, processadores de texto e programas de editoração eletrônica. Com estes recursos era possível o armazenamento de dados de várias fontes. Quando dados são armazenados e manipulados eles passam a ser informações. Para que a informação possa ser melhor comunicada, muitas vezes utiliza-se algum outro tipo de mídia, como, por exemplo, uma música ou vídeo. Com isso passa-se a ter a multimídia e a hipermídia.

### 3.2.1 Multimídia e Hiperídia

Multimídia, é qualquer combinação de texto, arte gráfica, som, animação e vídeo transmitida pelo computador (Vaughan, 1994).

Com a multimídia, em vez de usar apenas palavras, você usa diagramas, fotos, e até vídeo para mostrar alguma coisa de forma muito mais eficaz (Gertler, 1994).

Segundo Chaves (1991), o *"termo multimídia se refere à apresentação ou recuperação de informações que se faz, com auxílio do computador, de maneira multisensorial, integrada, intuitiva e interativa"*.

É preciso mudar portanto, o modelo de educação vigente. É necessário substituir o ensino centrado em conteúdos pela criação de ambientes ricos em possibilidades de aprendizagem e isso deve ser feito de uma forma que desafie, envolva e motive os alunos (Michael e Mc.Carthy, 1991). A utilização do computador pode vir a auxiliar essa mudança.

Porém, as tecnologias baseadas na interação do computador só terão sucesso de utilização no contexto educacional se tiverem um projeto adequado de ambiente de aprendizagem e for estabelecida uma estrutura necessária para facilitar o seu uso (Barck, 1993).

Existem softwares especializados para a produção de um sistema em multimídia. Esses softwares são chamados de sistemas de autoria. Dentre eles podemos citar o Toolbook (Assymetrix) (Vide Anexo), o Authorware Professional (Macromedia), Director (Macromedia) entre outros.

Para entender o conceito de hiperídia é necessário, em primeiro lugar, conhecer o conceito de hipertexto, que segundo Martin (1992) é quando um texto que está sendo exibido na tela do computador possui, diferente do texto de um livro,

ligações computadorizadas para chegar, quase instantaneamente, a outras partes do texto.

A hipermídia pode-se entender como a união do hipertexto com a multimídia, trazendo recursos para acessos a diagramas em movimento (animação), imagens, sons e até mesmos programas de computador. O princípio básico da hipermídia é ter centenas de ligações cruzadas entre seções sobre o mesmo assunto de forma que se possa pesquisar sem passar por menus (Wolfgram, 1994).

Na busca de ferramentas que possam ser usadas na informática educativa, a hipermídia concentra hoje grande parte dos esforços de pesquisadores e professores. Esta tecnologia fornece ambientes de aprendizagem abertos, flexíveis e customizados, mas também contempla a aquisição de conteúdos programáticos através da interligação de grandes redes de conhecimento.

Na educação, a questão da qualidade está ainda num estágio inicial e a qualidade da hipermídia na educação é quase inovadora, uma vez que esta tecnologia começa, agora, a ter seu uso disseminado na comunidade acadêmica.

A hipermídia desponta como uma possibilidade importante para a educação porque oferece grandes promessas para melhorar a qualidade da mesma. Os sistemas de hipermídia permitem um alto grau de interatividade e apóiam os processos de aprendizagem de várias formas.

Muitos pesquisadores colocam que o trabalho com um produto de hipermídia libera o estudante de uma memorização excessiva, podendo se preocupar com aquisição de outros conceitos, para futura incorporação em sua "bagagem" cognitiva.

A hipermídia apresenta alguns aspectos relevantes que podem significar um salto qualitativo na educação: capacidade para individualizar a aprendizagem, trabalho cooperativo na autoria e na navegação, desenvolvimento do espírito crítico, novas perspectivas para o trabalho do professor.

O ambiente de aprendizagem centrado na hipermídia não é uma solução única para os problemas da educação, mas certamente oferece alternativas para muitas das questões que caracterizam o obsoleto modelo de educação atual. A educação na era da informação exige um novo paradigma: pensar, analisar, concluir, inferir e interpretar.

### **3.3 Formação ou Transformação do Educador Frente aos Novos Desafios da Informática.**

O crescente processo de informatização da sociedade irá definir o papel do professor nessa era e orientar os métodos, finalidades e conteúdos a serem seguidos na sua formação e aperfeiçoamento.

O uso do computador no ensino pode ser visto como um agente de transformação da Educação. Entretanto cabe aos professores descobrir o lugar didático desta tecnologia (Giraffa, 1995).

Segundo Feuser (1997), pode-se citar como desafio do educador o de ajudar a criar novas faces para a educação, indicando caminhos mais humanísticos para o uso das novas tecnologias. Lembra, ainda, que os educadores precisam ter a sensibilidade para fazer a escola adequada aos jovens de hoje, criando espaços para que possam se comunicar, discutir idéias.

Refletindo sobre a integração do computador na vida escola, Rapkiewicz (1992) cita que a informatização da escola "deve começar pelo professor no sentido de propiciar-lhe a manipulação de instrumentos computacionais, eliminando (ou pelo menos diminuindo) a possibilidade de insegurança frente a alunos informatizados e desmistificando seu uso".

Roitmann (1990), *"mudanças de atitudes podem ser conseguidas através de encontros e debates para avaliar as aplicações dos microcomputadores em classe e seus impactos na escola"*.

## **4. SISTEMAS ESPECIALISTAS**

### **4.1 Introdução**

A Inteligência Artificial (IA) é um ramo da computação que foi construído a partir de idéias filosóficas, científicas e tecnológicas herdadas de outras ciências, como por exemplo da lógica (Bittencourt,1991).

A Inteligência Artificial é uma área que procura tornar a máquina “inteligente”, através de algoritmos e técnicas que simulam situações consideradas especificamente como humanas, tais como: compreensão de linguagem natural, reconhecimento de padrões, jogos de estratégia, demonstração automática de teoremas, otimização de sistemas de recuperação, programação automática, robótica e sistemas de consulta especializados (Fernandes,1996).

Entre as várias técnicas de IA, temos por exemplo: Sistemas Especialistas (SE), Redes Neurais Artificiais, Conjuntos Difusos, Algoritmos Genéticos.

### **4.2 Definições de Sistemas Especialistas**

Os sistemas de consulta especializados, ou seja, os SE podem ser caracterizados como sistemas que reproduzem o conhecimento de um especialista adquirido ao longo dos anos de trabalho (Kandel,1992).

Os sistemas especialistas são também conhecidos como sistemas baseados em conhecimento. O processo de construção de um SE é geralmente chamado de engenharia de conhecimento. Ele envolve uma forma especial de interação entre o construtor do sistema, chamado de engenheiro de conhecimento, e um ou mais especialistas. O engenheiro de conhecimento “extrai” do especialista humano seus procedimentos, estratégias e regras para a solução do problema, e constrói seu conhecimento dentro do sistema especialista.(Waterman,1986).

Os sistemas especialistas são programas de computador que armazenam o conhecimento de um profissional, um especialista em determinada área como por exemplo, Medicina, Engenharia, Finanças, Marketing, entre outras. O programa tem a capacidade de usar estes conhecimentos, simulando o raciocínio do especialista, e oferecendo justificativas para as recomendações (Durkin, 1994).

Os especialistas têm a capacidade de resolver problemas difíceis, explicar os resultados obtidos, aprender, reestruturar o conhecimento e determinar as suas características relevantes, porém muitas vezes os especialistas têm dificuldade em explicitar o seu modo de raciocínio de uma maneira analítica (Fernandes, 1996).

Um SE segundo Passos (1989a), soluciona problemas em um campo específico do conhecimento, através do raciocínio inferencial. Ele possui grande capacidade de explanação e seu desempenho é comparável ao de especialistas humanos.

#### 4.3 Organização de um Sistema Especialista

Os SE estão organizados em cinco componentes:

- *Base de conhecimento* - Podemos dizer que a base de conhecimento é a parte do SE que contém o domínio do conhecimento, baseadas em regras e fatos.

Os SE que utilizam regras como a base para a sua operação, são chamados sistemas baseados em regras. Existe, entretanto, os sistemas que usam outros esquemas para representação do conhecimento tais como redes semânticas ou *frames*.

Representar o conhecimento por regras de produção, ou simplesmente regras, é uma maneira bastante utilizada nos diversos sistemas especialistas existentes atualmente, onde o conhecimento é representado através de pares condição-ação, na forma de regras IF-THEN (Passos, 1989a).

Neste esquema, os conhecimentos são representadas através de *pares CONDIÇÃO-AÇÃO*. As regras têm duas partes:

Uma antecedente (“se”) e outra conseqüente (“então”).

### **IF<condição> THEN<ação>**

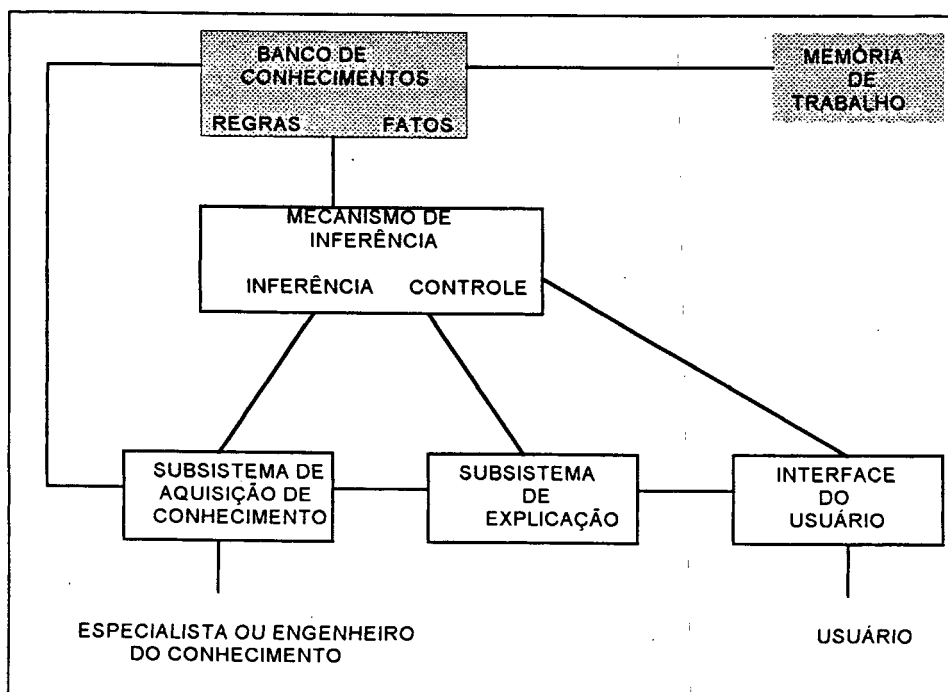
- *Motor ou Máquina de Inferência* - é o processo do SE que une os fatos contidos na Memória de trabalho com o domínio do conhecimento contido na Base de Conhecimento para obter conclusões sobre o problema. É definido também pela forma como modelamos o raciocínio humano no SE.

As funções básicas do motor de inferência são: inferência e controle.

Basicamente, o motor de inferência compara a entrada fornecida pelo usuário com as regras contidas na base de conhecimento buscando “combinações”.

O motor de inferência contém o mecanismo lógico de raciocínio e as estratégias de controle para deduzir respostas e justificar soluções obtidas.

- *Subsistema de Justificação* - Encarregado de explicar como se obteve uma resposta, por que se procedeu de determinada forma e por que se solicitam certos dados durante um processo de inferência.
- *Subsistema de Interface* - Permite a comunicação com o usuário para dar resposta a suas consultas, solicitar-lhe dados ou justificar soluções.
- *Subsistema de Aprendizagem*: Encarregado de interagir com o especialista com o objetivo de atualizar a Base de Conhecimento.



**Figura 4.1** Arquitetura de um SE

FONTE: Durkin, 1994

#### 4.4 Fases no Desenvolvimento de um Sistema Especialista

As seguintes descrições fazem parte das fases do desenvolvimento de um SE de acordo com (Durkin, 1994):

- *Avaliação* - nesta fase pode-se determinar: (a) exequibilidade e a justificativa do problema; (b) Define-se as metas, especifica-se as características mais importantes; (c) Define-se o escopo do projeto e os recursos necessários (equipamentos, pessoal etc); (d) Determina-se a necessidade e a origem do conhecimento (especialistas e relatórios).
- *Aquisição de Conhecimento* - é uma das tarefas mais difíceis no desenvolvimento do sistema especialista.

Segundo Passos (1989b), a fase de aquisição do conhecimento é, sem dúvida, a que apresenta maior dificuldade na construção de um sistema especialista. Esta dificuldade provém, do fato de inexistir uma linguagem comum de



entendimento entre as partes envolvidas no projeto. O especialista, em geral, não tem idéias organizadas utilizando, indistintamente, processos indutivos e dedutivos na obtenção das soluções. Desta forma cabe ao engenheiro do conhecimento tentar organizar estes elementos e, gradativamente, obter as informações necessárias. É importante ressaltar que não se deve impor ao especialista qualquer tipo de formalismo.

A maioria dos métodos de aquisição de conhecimento podem ser categorizados em duas áreas gerais: técnicas direta e técnicas indiretas (Olsos e Rueter, 1987).

Métodos diretos envolvem articulação através do domínio dos especialistas na resolução dos problemas do conhecimento primariamente inclui entrevistas e estudos de casos. Métodos indiretos não confiam que os especialistas sejam capazes de articular o conhecimento. Eles indiretamente determinam que os especialistas devem saber responder como fizeram alguns métodos de teste indireto. Técnicas indiretas comuns incluem questionários, grades de perguntas, etc. (Hart, 1986).

- *Teste* – Nessa fase estão envolvidos o projetista, o especialista e o usuário. Nela busca-se testar a base de conhecimento, adquirir novos conhecimentos, se necessário, e verificar a aceitação do sistema pelo usuário. Ou seja, o objetivo principal é validar a estrutura e o conhecimento do SE.
- *Documentação* - as características desta fase são: (a) Elaborar um documento que contemple todas as informações sobre o sistema que atenderá as necessidades do usuário e do próprio projetista; (b) Deve explicar como operar o sistema, poderá ter um Tutorial com ênfase nas características principais; (c) Deve conter o Dicionário do Conhecimento bem estruturado e organizado apresentando o sistema de conhecimento e os procedimentos para solução de problemas.

- *Manutenção* – pode-se destacar nessa fase: (a) refinamento ou alteração do conhecimento, se necessário, para atender exigência corrente; (b) alteração das especificações iniciais do sistema.

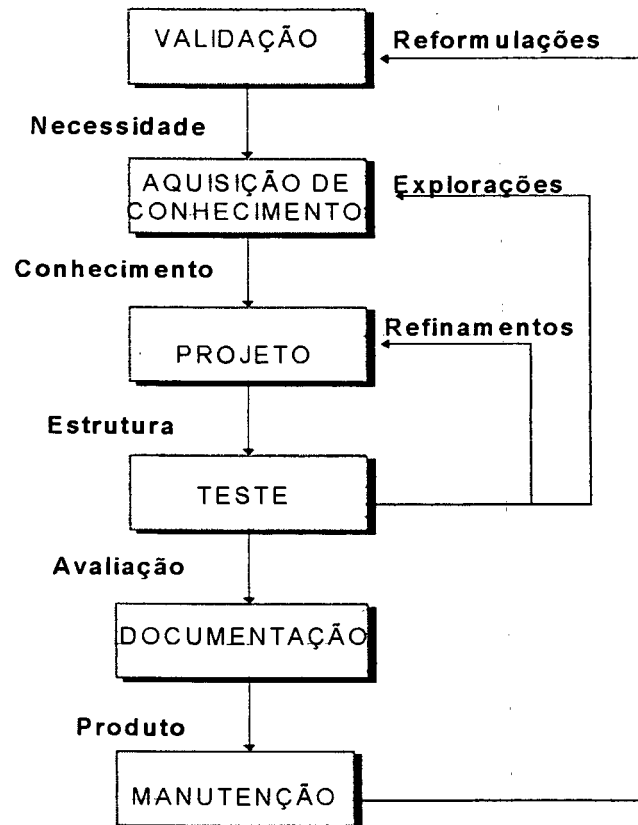


Figura 4.2 Fases de desenvolvimento de um SE.

FONTE: Durkin, 1994

#### 4.5 Benefícios Trazidos pelo uso dos Sistemas Especialistas

Podemos citar alguns benefícios que os sistemas especialistas oferecem (Maus, 1991):

- *Custo reduzido* - Um sistema especialista tem o potencial de evitar custos desnecessários através da melhoria nos processos de fabricação, particularmente nas áreas de planejamento, no diagnóstico de falha de máquinas e do controle de processo em temporal.

- *O uso da tecnologia apropriada* - A variedade de circunstâncias associadas às heurísticas usadas pelo homem para representar diferentes circunstâncias, são difíceis para capturar com algoritmos estruturados usados por linguagens e técnicas convencionais de programação. A tecnologia dos sistemas especialistas é designada para satisfazer as necessidades das situações heurísticas. A base de regras é separada da lógica do programa, proporcionando deste modo vantagens na velocidade de desenvolvimento inicial e facilitando modificações. Apenas a base de regras tem de ser modificada quando ocorre alguma mudança. Regras podem ser adicionadas ou deletadas quando necessário.
- *Captura da experiência* - O desenvolvimento de um sistema especialista é feita pela captura e retenção da experiência. Capturando experiência, se reduz a dependência do empregado chave e diminui a vulnerabilidade da companhia.
- *Treinamento* - Um sistema é uma excelente ferramenta de treinamento. Quando se utiliza um sistema especialista, podem ser criadas situações típicas e verificadas quais as regras que são aplicadas e o raciocínio de aplicação sem um instrutor ou especialista presente.
- *Utilização para o desenvolvimento de uma shell* - Com a *shell* de um sistema especialista, pode-se desenvolver vários sistemas especialistas. Desta forma, uma vez que o sistema é automatizado, a *shell* pode ser usada para suportar o desenvolvimento de sistemas especialistas adicionais.
- *Clareza e consistência* - Regras e procedimentos podem ser programados de forma semelhante ao pensamento humano.

#### **4.6 Utilização de um Sistemas Especialistas**

Os sistemas especialistas dentro de seus variados campos de atuação, podem ser utilizados com as seguintes finalidades: (Durkin,1994)

- instrução: propor problemas e acompanhar sua solução pelo treinamento (como, por exemplo, treinamento de operadores de processos);
- controle: impor ao sistema certo comportamento desejado (como, por exemplo, controle de processos industriais);
- interpretação: analisar e interpretar certas informações (como, por exemplo, imagens de satélites em sensoriamento remoto);
- síntese: configurar sistemas ou objetivos a partir de um conjunto de especificações (como, por exemplo, roteamento de conexões elétricas em placas de circuito impresso);
- predição ou diagnóstico: inferir as conseqüências de uma dada situação inicial (como, por exemplo, previsão do tempo);
- planejamento: estabelecer uma seqüência de ações que atinja determinada meta (como, por exemplo, planejamento de trajetória para robô);
- monitoração: acompanhar a evolução de determinado sistema (como, por exemplo, supervisão de processos industriais);
- correção de falhas: propor medidas corretivas para falhas em sistemas (como, por exemplo, manutenção de aeronaves).

#### **4.7 Aplicação de Sistemas Especialistas ao Ensino da Matemática**

Nos últimos anos o ensino da matemática vem sendo bastante questionável. Muitas motivações têm determinado esta discussão. Pode-se citar como exemplo, a necessidade de adequar conteúdos tendo em vista novos direcionamentos que têm sido conferidos aos cursos tradicionais assim como o desenvolvimento de novas ferramentas que podem ser úteis nas atividades de ensino (D'ambrósio, 1990).

O Grupo de Ensino de Inteligência Artificial Aplicada ao Ensino da Matemática - GEIAAM, desenvolveu, nos anos de 94 e 95, uma experiência pioneira, que visava, propor uma forma alternativa para o ensino de disciplinas de matemática (Paladine, Fleming, Correia, Siqueira, Pereira e Gonçalves, 1989).

O trabalho desenvolvido utiliza um SE para auxiliar os alunos na resolução de problemas matemáticos. A motivação para o desenvolvimento deste trabalho se deve a grande procura por software inteligentes voltados para a área educacional.

## 5. DESENVOLVIMENTO DE UM PROTÓTIPO DE UM SOFTWARE EDUCACIONAL DE MATEMÁTICA

### 5.1 Introdução

Um dos aspectos relevantes na concepção de um software é a definição de uma linguagem visual. A linguagem visual está intimamente relacionada com o perfil da população alvo de usuários, com o assunto principal do sistema multimídia e seu objetivo. O sistema multimídia desenvolvido é do tipo instrucional, a linguagem visual fornece um ambiente de navegação compatível com o local de trabalho dos alunos.

A tradução dessa linguagem visual no sistema desenvolvido foi feita através das metáforas de interfaces e dos ícones do projeto. A interface proposta relaciona-se com metáforas que por sua vez são baseadas no modelo mental do aluno.

As animações foram realizadas para todos os casos em que a apresentação de um determinado tópico necessitasse de uma mídia que varie no tempo, ou seja, para demonstração de simulações e de seqüência de procedimentos que o usuário deva realizar.

No sistema desenvolvido, o aluno explora as características visuais e sonoras do sistema multimídia, onde os exercícios são apresentados na forma de jogos e aplicações práticas.

O protótipo foi desenvolvido utilizando a ferramenta de autoria Toolbook (Anexo).

Os gráficos envolvidos no protótipo, foram digitalizados no Corel Photopaint 7.0 versão 7.373.

Os personagens foram desenhados a mão e escaneados, e em seguida tratados no Corel Photopaint.

As animações com exceção das telas de abertura, foram geradas a partir de seqüências de bitmaps, escaneados e tratados no Corel Photopaint.

As telas de abertura, bem como sua animação foram elaborados em 3D STUDIO MAX.

Os sons que fazem parte do SISCOORDENAIS, têm duas origens: arquivo de efeitos que é do tipo wave(.wav), e o arquivo de música formato midi(.mid).

O sistema SISCOORDENAIS, envolve aspectos teóricos e de exercícios. O objetivo do sistema é reforçar o conteúdo visto em sala de aula.

O protótipo está dividido em três partes, a primeira consiste da teoria propriamente dita, envolvendo alguns exemplos práticos; a segunda temos um conjunto de exercícios para fixação do conteúdo onde se utiliza um sistema especialista. E por último a terceira consiste de um conjunto de atividades lúdicas envolvendo atividades práticas relacionadas ao cotidiano do aluno e jogos.

## **5.2 Descrição do Protótipo - SISCOORDENAIS**

### **5.2.1 Parte Teórica**

O sistema Siscoordenais foi desenvolvido como um sistema de auxílio no ensino-aprendizagem do conteúdo de Matemática, abordando Coordenadas Cartesianas Ortogonais, conteúdo ministrado na 8ª série do ensino fundamental.

Na primeira tela do sistema é apresentado seu objetivo principal, bem como sua autoria ( Figura 5.1).



**Figura 5.1** Tela inicial do sistema

Em seguida, a tela contendo as opções de escolha é apresentada (Figura 5.2).



**Figura 5.2** Tela de opções do sistema

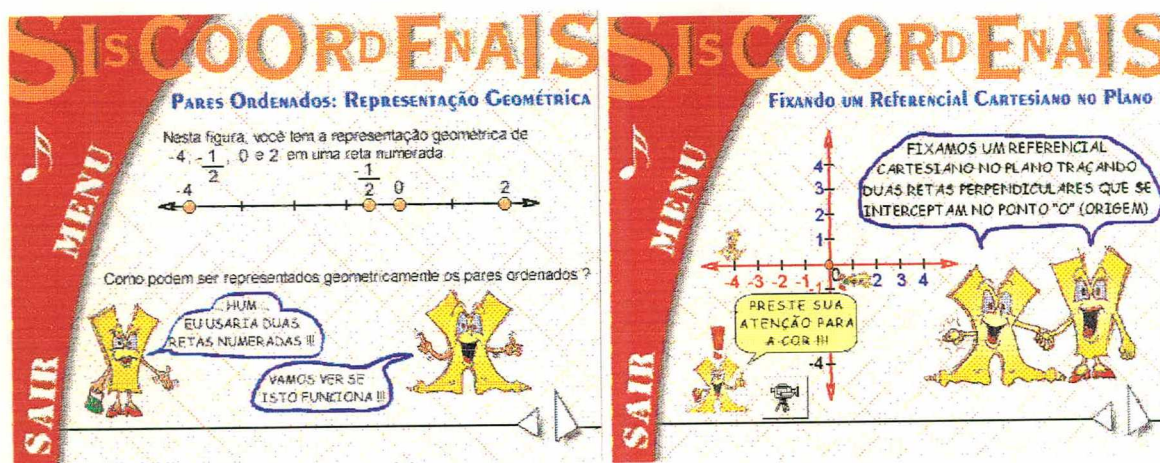


Na seqüência, tem-se a apresentação da parte teórica do conteúdo, traçada numa linha de explicações acopladas à exemplos práticos.

No sistema SISCOORDENAIS, os personagens “X” e “Y” são apresentados como mascotes, e irão acompanhar o aluno durante o processo de aprendizagem. Eles reforçam o conteúdo, chamando atenção do aluno para pontos importantes da teoria.

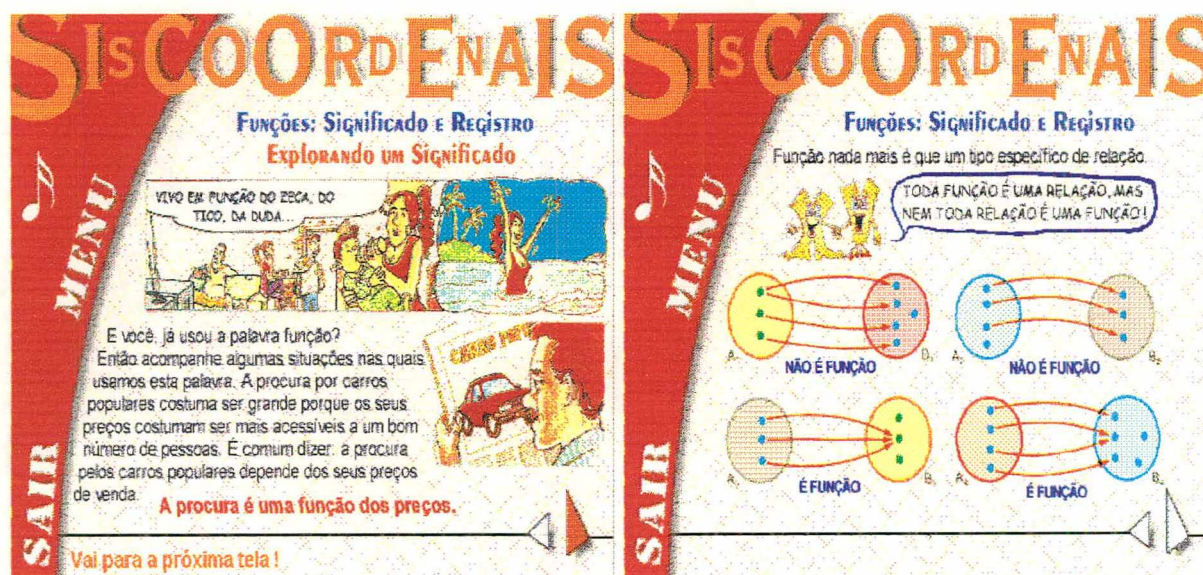
Nas telas apresentadas na Figura 5.3 (a, b, c, d), o aluno explora a representação geométrica da reta numérica. Pode-se observar também, o plano cartesiano onde o número negativo é representado pela cor vermelha e o positivo azul. Na segunda tela da Figura 5.3, o mascote “X” caminha sobre seu eixo mudando de cor a medida que passa de um quadrante para outro e assim acontece com o mesmo com o “Y”.

Na mesma figura são demonstradas outras telas da parte teórica, explorando o conteúdo funções, bem como seu significado e registro.



(a)

(b)



(c)

(d)

Figura 5.3 Telas ilustrativas da parte teórica do sistema

### 5.2.2 Parte Prática

O aluno, ao terminar o conteúdo proposto na parte teórica, faz a verificação da aprendizagem resolvendo uma série de exercícios utilizando um SE.

O SE tem a função de auxiliar no processo de aprendizagem. No protótipo desenvolvido tem-se uma base de dados contendo um conjunto de exercícios. Se o aluno ao resolver um exercício errar sua solução, o SE com base no conhecimento, apresenta um reforço teórico juntamente com o exercício prático.

A Figura 5.4 mostra um exemplo de como funciona o protótipo. Na primeira tela temos o exercício a ser resolvido pelo aluno. A segunda tela mostra o reforço teórico referente ao erro cometido pelo aluno.

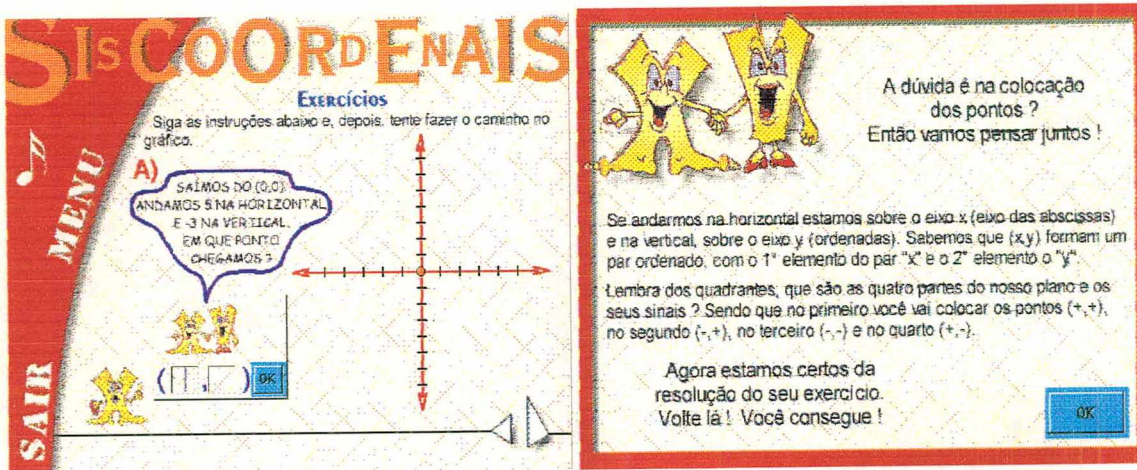


Figura 5.4 Telas de exercício e regra

Na Figura 5.5 (a) é apresentado um exercício similar de reforço. Após este exercício virá outro semelhante ao anterior que servirá de reforço (Figura 5.5 (b)), e assim sucessivamente.

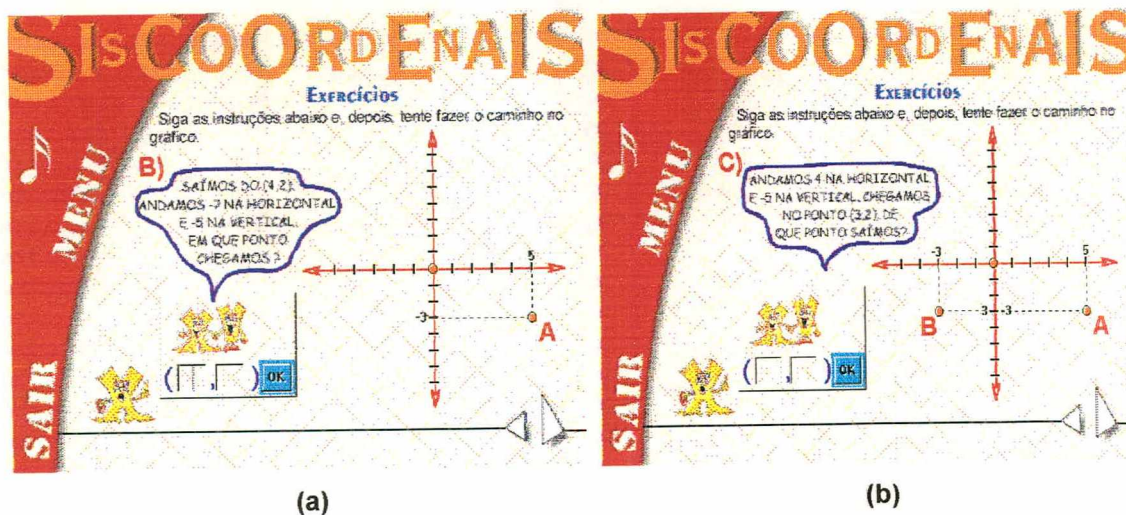


Figura 5.5 Telas de exercícios

Os exercícios podem ser escolhidos pelo aluno, de acordo com o assunto desejado. Nas Figuras 5.6 e 5.7, são apresentados diferentes exercícios, bem como o reforço teórico pertinente ao erro cometido pelo aluno.

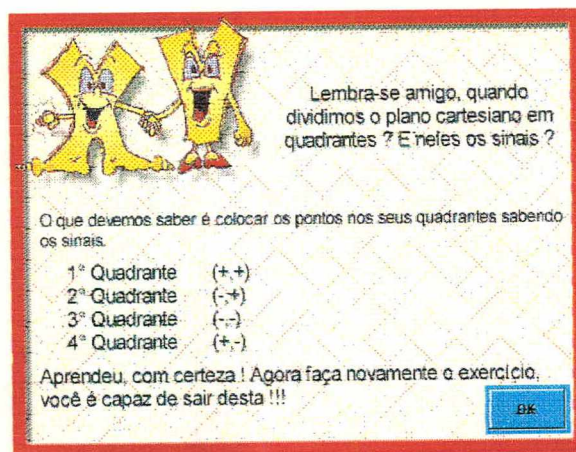


Figura 5.6 Tela do disparo da regra

A Figura 5.7 explora a relação semanas x litros na representação gráfica, ilustrando uma situação prática vivenciada pelo aluno em seu cotidiano.

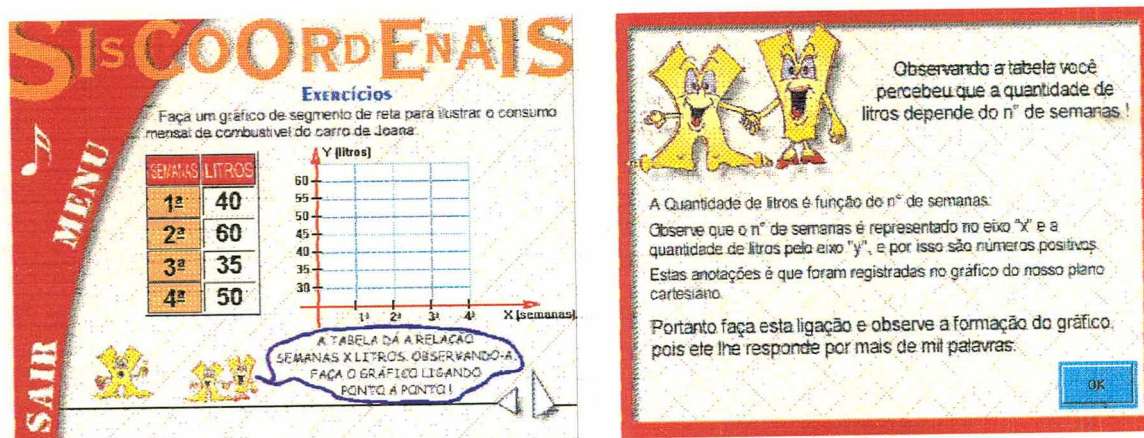


Figura 5.7 Telas referentes a exercício e disparo de regra

Um problema onde o aluno deve preencher a tabela, observando a situação valor e quilometragem. O aluno ao acertar o exercício é incentivado a continuar o seu estudo, conforme ilustrado na Figura 5.8.

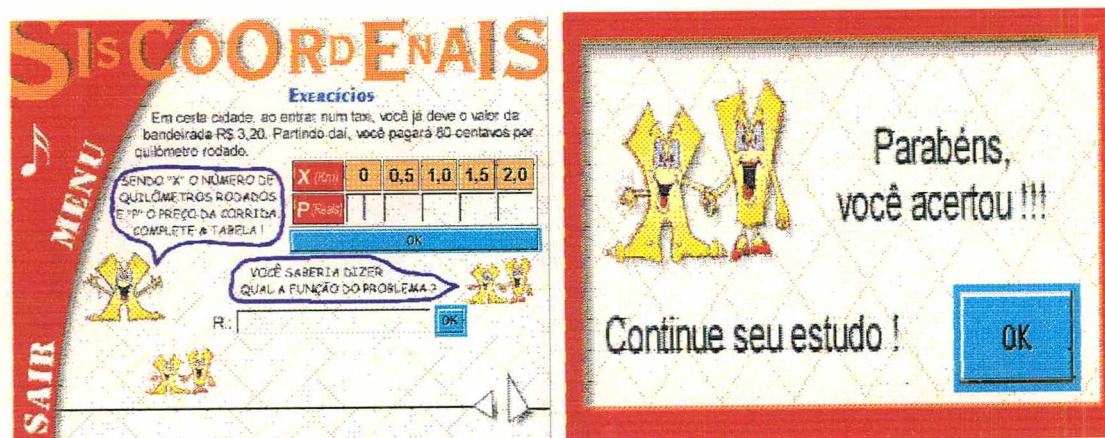


Figura 5.8 Telas de exercício e acerto

### 5.2.3 Parte Lúdica

Nesta parte do protótipo visa-se relacionar o aluno no seu contexto social e a sua interação com o meio, buscando uma aprendizagem mais expressiva na construção do seu conhecimento.

Por exemplo a Figura 5.9, explora a localização de vários pontos, tais como: esquinas bairros e ruas, embutindo a idéia de pares ordenados.

Ao se deparar com esta tela o aluno percebe a relação de existência da matemática na sua vida e passa a compreender melhor a necessidade do conteúdo.



Figura 5.9 Tela ilustrativa da parte prática do sistema

Uma outra maneira de reforço de aprendizagem implementada no protótipo foi o jogo. O jogo desperta no aluno a vontade de desafio e isto gera a descoberta.

Os jogos e brincadeiras sofrem constantes influências do meio e por isso mudam de tempos em tempos, trazendo consigo uma riqueza socio-cultural que não pode ser ignorada.

Neste exemplo, o jogo “A Tartaruga Ninja” Figura 5.10 explora o conceito de par ordenado, onde o aluno deve caminhar no plano cartesiano, de acordo com as intenções apresentadas. Isso gera interesse e satisfação na resolução de problemas desenvolvendo aprendizagem do conteúdo de uma forma mais prazerosa.



Figura 5.10 Tela ilustrativa da parte de jogos

O jogo “Batalha Naval” Figura 5.11, faz a referência do plano cartesiano, explorando uma forma lúdica atraente, gerando uma boa forma de aprendizagem.

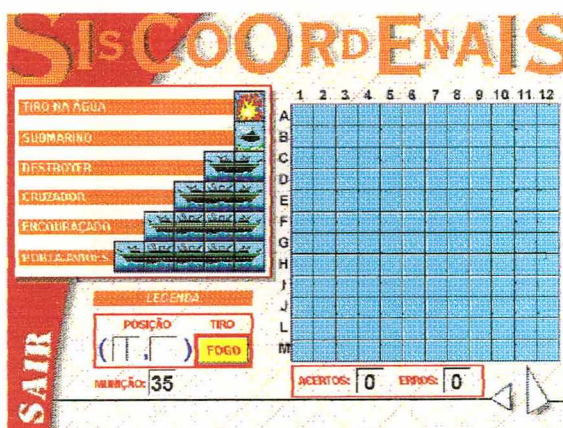


Figura 5.11 Tela de demonstração de jogos

## 6. APLICAÇÃO DO SOFTWARE EDUCACIONAL SISCOORDENAIS

### 6.1 Desenho do Experimento

Com o objetivo de verificar a validade da utilização do computador e conseqüentemente do sistema desenvolvido, foi realizada uma aplicação prática. As turmas foram divididas em dois grupos homogêneos, sendo que o primeiro era composto por 63 alunos que fizeram os exercícios utilizando o sistema, enquanto, o segundo grupo, composto por 67 alunos, resolveu os exercícios em sala de forma tradicional (grupo controle).

A aplicação foi realizada no Colégio Coração de Jesus envolvendo três turmas de 8ª Série do ensino fundamental que já tinham visto o conteúdo abordado no sistema.

### 6.2 Resultados

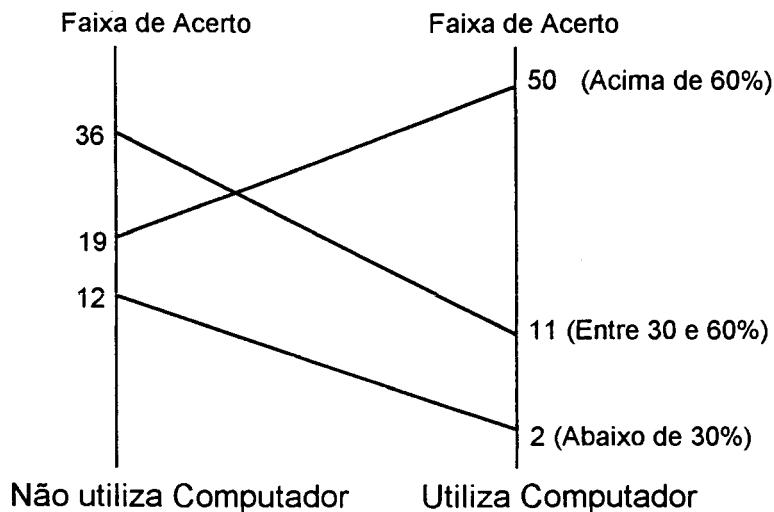
Com a finalidade de verificar se existe dependência entre a faixa de acerto e utilização do sistema foi construída a seguinte tabela de contingência (Tabela 6.1).

**Tabela 6.1** Relação aluno/série na aplicação do sistema

FAIXA DE ACERTOS UTILIZAÇÃO DO SISTEMA	0 a 30%	30 a 60%	60 a 100%	ALUNOS
Com computador	2 6,78	11 22,77	50 33,43	63
Sem computador	12 7,21	36 24,22	19 35,56	67
TOTAL	14	47	69	130 alunos

A estatística  $\chi^2$  ( $\chi^2_{\text{cal}}=34,8$ ), leva a rejeição da hipótese de independência ( $\alpha=0,01$ ) entre o grupo controle e o grupo que utilizou o sistema.

A Figura 6.1 permite uma visualização da situação estudada.



**Figura 6.1** Relação faixa de acerto/ utilização ou não do sistema

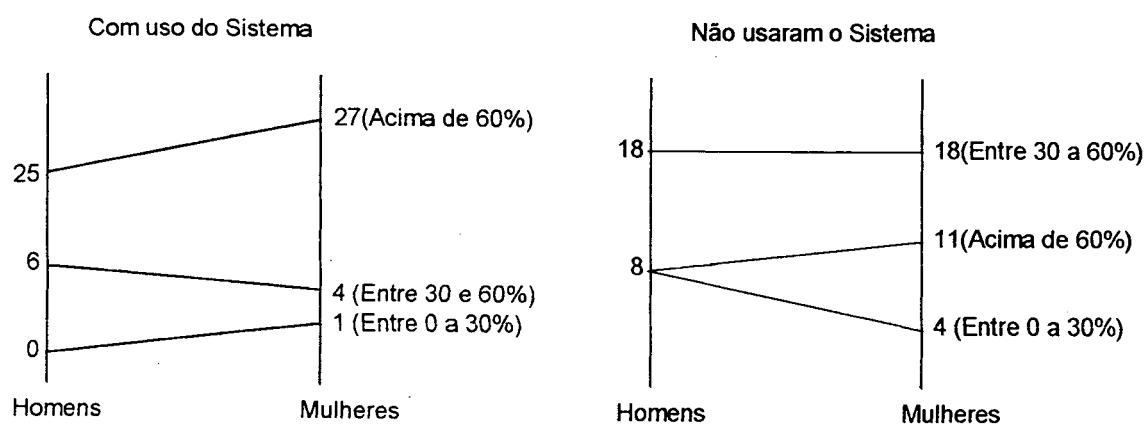
O grupo que ficou em sala mostrou dificuldades em resolver os exercícios, apresentando muitas dúvidas, insegurança e necessidade de comunicação com os colegas para confirmar as respostas.

A outra parte da turma que utilizou o sistema, resolveu os exercícios com maior segurança. Pode-se observar que o SE auxiliou na resolução dos exercícios, uma vez que permite ao aluno constatar seu erro e resolver outro exercício similar servindo de reforço.

Utilizando o recurso multimídia, integrando textos e imagens, o computador traz ao aluno uma nova dimensão lúdica onde gera uma ação exploratória e criativa do material colocado a sua disposição.



Verifica-se também que não há interação entre porcentagem de acertos, utilização do sistema e o sexo do estudante (Figura 6.2).



**Figura 6.2** Uso do Sistema x Sexo do Aluno x Resultados obtidos

## 7. CONCLUSÕES E RECOMENDAÇÕES A FUTUROS TRABALHOS

### 7.1 CONCLUSÕES

A escola é necessária socialmente e o futuro que já desponta hoje, tende a um tipo de produção que não mais privilegia apenas a mão-de-obra alienada da mente, mecânica e repetidora, mas a relação do fazer com o saber.

Neste trabalho foi desenvolvido um sistema de auxílio no ensino-aprendizagem de Matemática (Sistemas Coordenadas Cartesianas Ortogonais), para alunos de 8ª Série do Ensino Fundamental, utilizando recursos multimídia e a tecnologia de sistemas especialistas.

Pelos resultados preliminares obtidos, constata-se a viabilidade do sistema como uma ferramenta de reforço para o aluno e como mais um subsídio de ensino para o professor.

Foram desenvolvidas aplicações práticas para validação do sistema, objetivando realizar comparações do desempenho dos alunos na resolução dos exercícios propostos com o uso ou não do sistema.

A análise de performance do sistema provou a validade da utilização do sistema especialista. Também mostrou um maior interesse por parte dos alunos ao resolver os exercícios com o auxílio do computador, uma vez que o mesmo ilustra problemas da Matemática utilizando a interdisciplinaridade e assim, envolvendo o cotidiano do aluno.

De acordo com as aplicações práticas efetuadas constatou-se que o sistema atingiu os objetivos propostos suprindo, conseqüentemente, algumas das deficiências encontradas na aprendizagem tradicional.

## 7.2 RECOMENDAÇÕES A TRABALHOS FUTUROS

O trabalho realizado permite sua seqüência em várias frentes:

- Ampliação do protótipo com a incorporação de novos elementos na base de conhecimento;
- Desenvolvimento de novos conteúdos construindo uma biblioteca de referência e apoio aos estudantes;
- Criar coleções suplementares de exercícios conduzindo uma melhor performance do sistema especialista;
- Avaliar o uso da Internet como meio de comunicação para expansão do sistema;
- Introdução simultânea de outras técnicas de IA, tais como: Conjuntos Difuso, Redes Neurais e Raciocínio Baseado em Caso.
- Do ponto de vista didático - pedagógico, a realização de novos testes para validação da utilização deste tipo de abordagem. A título de exemplo, poder-se-ia avaliar o efeito do uso destes ambientes em temas diferentes do abordado neste trabalho (para aulas de história, geografia, ciências, etc).

## Referências para WWW (World Wide Web)

**W1.** <http://www.geocities.com/CapeCanaveral/1973/>, 1998.

**Resumo:** Matemática Arte e Cultura – rica fonte de pesquisa para estudantes.

**W2.** <http://www.q10.com.br/matematica-atual/>, 1998.

**Resumo:** Matemática atual-informações sobre ensino e aprendizagem para alunos de 1.º e 2.º graus.

**W3.** <http://www.csg.uwaterloo.ca/~marisa/publicat/ana3.html>, 1998.

**Resumo:** Publicação técnica.

**W4.** <http://www.inf.ufsc.br/~...ie96/anais2.htm#RTFToC13>, 1998.

**Resumo:** Apresentação Simpósio Brasileiro de Informática na Educação.

**W5.** <http://www.inf.ufsc.br/~raul/sbie96/sbie.html>, 1998.

**Resumo:** VI Simpósio Brasileiro de Informática na Educação.

**W6.** <http://www.inf.furb.rct-sc.br/seminco/programa1.html>, 1998.

**Resumo:** Programação VI Seminco.

**W7.** <http://www.solon.cma.univie...software.html#classified>, 1998.

**Resumo:** Software de Matemática.

**W8.** <http://www.cbl.leeds.ac.uk/ijaied/home>

**Resumo:** Informações Matemáticas

## BIBLIOGRAFIA

**ANAIS NIC F' 98**, Expert Systems for Calculus Teaching, pág.393/399, 1998.  
Nouvelles Technologies de Information et de la Communication dans les Formations d'ingénieurs et dans l'industrie.

***Application Development With Multimedia ToolBook***. Vol. I e II - Student Manual.  
Draft. S/autor S/editora. 1995.

BARK, P. *et all. The Evaluation of Multimedia Courseware Proceedings of ED MEDIA 93. Educational Multimedia and Hypermedia Annual*. AACE. 32-38, 1993.

BARROS, L. ***Especificação de Hipermídia para Aprendizagem***. Exame de Qualificação no Curso de Doutorado; COPPE/SISTEMA/UFRJ, Rio de Janeiro; 1991.

BECKER, F. in PIAGET. ***Ensino e Construção do Conhecimento: O Processo de Abstração Reflexionante***. Educação e Realidade, Porto Alegre. Vol18, n.1.. P. 43-52 Jan/Jun., 1993

BITTENCOURT, G. ***Inteligência Artificial: Ferramentas e Teorias***. UFSC - LCMI - Laboratório de Controle e Microinformática. Florianópolis, 1991.

BONGIOVANNI, V.; VISSOTO, O. e TAVARES, J. ***Matemática e Vida***. 7ª e 8ª Série, Editora Ática São Paulo, 1995.

BOCHANIAK, R. ***Questionar o Conhecimento Interdisciplinaridade na Escola***. Edições Loyola, 1992.

CARRAHER, T. N. *et all. Na Vida Dez, na Escola Zero*. São Paulo: Cortez, 1988.

CARRAHER, T. N. *O Método Clínico - Usando os Exames de Piaget*. Cortez Editora. São Paulo, 1989.

CARRAHER, D. W. *O que Esperamos do Software Educacional*. Acesso-FDE- de Educação e Informática, jan/jun, 1990.

CARRAHER, D. W. *A aprendizagem de Conceitos com o Auxílio do Computador*. Em Alencar, M. E. (1992) *Novas Contribuições da Psicologia aos Processos de Ensino-Aprendizagem*. São Paulo, Cortez Editora; 1992.

CHAVES, E. O. C. *Multimídia - Conceituação Aplicações e Tecnologia*. Editora People Computação, 1991.

COLOMBO, C. B. *ToolBook 3.0 - Básico*. People Brasil Informática. S. Paulo, 1995.

CONKLIN, J. *Hypertext: An Introduction and Suvey*. Computer lee. S. Paulo, 1987

CORTÊS, P. L. *Conhecendo e Trabalhando com o ToolBook*, São Paulo. Erica, 1997.

*Corel Clipart, CorelDraw 7.0 e Corel Corporation*, impresso na Irlanda.1996, e Corel Photopaint.

COSTA NETO, P. L. O. *Estatística*. Editora Edgard Blücher Ltda. São Paulo, 1977.

D'AMBRÓSIO, U. *Da Realidade à Ação - Reflexões sobre Educação e Matemática*. Campinas, Summus Editorial, 1986.

D'AMBRÓSIO, U. *Etnomatemática: Arte ou Técnica de Explicar e Conhecer*. São Paulo, Ática, 1990.

- DAVIS, C. ***Desenvolvimento Cognitivo na Adolescência – Período de Operações Formais: Psicologia do Desenvolvimento***. vol 4. S. Paul. EPU, 1982.
- DEMO, P. ***Pesquisa e construção de conhecimento: Metodologia científica no caminho de Habermas***. Rio de Janeiro, 1994.
- DOLLE, J. M. ***Para Compreender Jean Piaget: Uma Iniciação a Psicologia Genética Piagetiana***. Editora Guanabara Koogan S/A 4ª. Edição. Rio de Janeiro, RJ., 1987.
- DRUCKER, P. F. ***Post-Capitalist Society***. New York: HarperCollins; 1993.
- DURKIN, J. ***Expert Systems: Design and Development***. Prentice Hall, 1994.
- FACCHINI, W. ***Matemática - Volume Único***. editora Saraiva, São Paulo, 1996.
- FAZENDA, I. C. A. (Org.) ***A Academia Vai à Escola***. Campinas, Papirus, 1995.
- FERNANDES, A M. R. ***Sistema Especialista Difuso Aplicado ao Processo de Análise Química Qualitativa de Amostras de Minerais***. Dissertação de Mestrado, Curso de Pós Graduação em Ciências da Computação, UFSC, 1996.
- FERNANDES, L. *et al*; ***Modelagem de Sistemas Educativos com Características Orientadas a Objetos***. Dedutivas e Multimídia; Sette, S. S. (Org.); ANAIS IV SBIE 94 (Simpósio Brasileiro de Educação); Recife, PE; 1993.
- FEUSER, N. ***Mensagem do Informativo do Colégio Coração de Jesus - “Palavra do Coração”***. n°. 1 - agosto 1997.
- FIALHO, F. A. P. ***Modelagem computacional da equilibração das estruturas cognitivas como o proposto por Jean Piaget***. Tese de doutoramento

apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Engenharia de Produção da UFSC, 1994.

FIGUEROA, F. J. **Multimidia na Educação**. III Simpósio Brasileiro de Informática na Educação. 1992. 58-68.

**Folha de São Paulo**. Caderno Cotidiano de 09 de janeiro de 1998.

**Folha de São Paulo**. Caderno Informática de 28 de janeiro de 1998.

FREDERICK, H. R. **The Knowledge-Based Expert System: A Tutorial**. IEEE Computer, 1984, p.11-28.

FU, K. S. **Synthatic Pattern Recognition and Applications**. Englewood Cliffs, Prentice-Hall; 1992.

GALVIS, A. H. **Ambientes de Ensenanza-Aprendizaje Enriquecidos com Computador**. Boletim de Informática Educativa. Bogota, Dezembro de 1988.

GALVIS, Á. H. P. **Engenharia de Software Educativo**. Ediciones Uniandes. Colômbia. 1992.

GARDNER, H. **Estruturas da Mente - A Teoria das Inteligências Múltiplas**. Porto Alegre, Editora Artes Médicas; 1997.

GIRAFFA, L. **Reflexões do Uso dos Computadores na Escola**. (Dissertação de Mestrado) Porto Alegre, , PUCRS, 1991.

GRANATO, G. e AZUCENA, M. **El Juego en el proceso de aprendizaje: capacitación y perfeccionamento docente**. CEDEN/SC, 1993.

**Guide to Criative - Interative Aplicacion - ToolBook II**. Assimetrix. Edited in USA, 1996.



- GUELLI, O. *Uma Aventura do Pensamento*. 8ª Série, Editora Ática, São Paulo, 1997.
- HART, K. e LESLEY R. B. "*Children Find Mathematics Difficult: The Results of the CSMS Research*". Bulletin of the Institute of Mathematics and its Applications, 1986.
- HAWKINS, J. *O Uso de Novas Tecnologias na Educação*. Revista TB, Rio de Janeiro, vol 120. Jan/Mar., P. 57-70, 1995.
- IEZZI, G. *Matemática e Realidade*. 8ª Série, Editora Atual Ltda, São Paulo, 1996.
- INHELDER, B. e PIAGET, J. *Da lógica da Criança à Lógica do Adolescente*. Tradução Dante Moreira Leite, Pioneira. São Paulo, 1976.
- KANDEL, A. *Fuzzy Expert Systems*. CRC Press, Flórida, USA. 1992.
- LANZ, R. *A Pedagogia Waldorf - Caminho para um Ensino mais Humano*. 4ª edição. Ed. Antroposófica, São Paulo, 1986.
- LEVINE, R. I., DRANG, D. E. e EDELSON, B. *Inteligência Artificial e Sistemas Especialistas*. São Paulo. McGraw Hill; 1988.
- LOPES, J. B. *Matemática Atual*. Problemas, curiosidades, fórum para discussão da Educação Matemática, 1992.
- LOPES, V. *Educação e Multimídia*. São Paulo, 1996.
- LUCENA, M. W. F. P. Sistematização das Observações da Pesquisa e Dissertação de Mestrado, A Gente é uma Pesquisa; Desenvolvimento Cooperativo da Escrita de Crianças Apoiada pelo Computador; Relatório Técnico; Projeto O Uso do Puclogo e a Adaptação do Lego-Logo e do Voyage of Mimi, para 2[[ordfeminine]],

- 3[ordfeminine] e 4[ordfeminine] séries do 1[ordmasculine] grau; Assis, R. (coord.). CNPq., Departamento de Educação; PUC/RJ; Rio de Janeiro, RJ; 1992(a).
- LUCENA, M. W. F. P. ***Educação e Informática: Uma Simbiose a Procura de uma Nova Visão Psicopedagógica.*** ANAIS Workshop Fundamentos Psicopedagógicos da Informática na Educação; Oficina de Informática na Educação. COPPE/Sistemas/UFRJ; Rio de Janeiro, RJ, Brasil; 1992(b).
- LÜCK, H. ***Pedagogia Interdisciplinar - Fundamentos Teóricos Metodológicos.*** Editora Vozes; 1995.
- MAENZA, R. R. e LIMA, J. V. ***Dos Formas de Utilizacion en 1ª Educación.*** III Simpósio Brasileiro de Informática na Educação; Rio de Janeiro; 1992.
- MARTIN, M. ***Memory Span as a Measure of Individual Differences in Memory Capacity.*** In: Memory and Cognition, 1978.
- MAURER, H. ***Um Panorama dos Sistemas de Hipermídia e Multimídia in Mundos Virtuais e Multimídia.*** Nadia Magnenat Thalmann e Daniel Thalmann. LTC Editora. Rio de Janeiro. 1993.
- MAUS, R. e KEYES, J. ***Handbook of Expert Systems in Manufacturing.*** McGraw Hill Inc., USA, 1991.
- MICHAEL C. e MCCARTHY J. ***Mastering the Information Age.*** (Jeremy P. Tacher Los Angeles 1991).
- MONTENEGRO, F. e PACHECO, R. ***Orientação a Objetos em C++.*** Rio de Janeiro. Ciência Moderna, 1994.

- MOREIRA, M. A e REDONDO A C. **Construtivismo: Significados, Concepções Errôneas e uma Proposta**. VIII Reunión Nacional de Educación en 1ª Física; Argentina; 1993.
- MOREIRA, I. **Geografia Nova - O Espaço do Homem**, Volume 1, Editora Ática, São Paulo, 1993.
- MORI, I. e ONAGA, D. **Matemática Idéias e Desafios**. 6ª,7ª 8ª Série, Editora Saraiva, São Paulo, 1996.
- NAISBITT, J. e ABURDENE, P. **Megatrends 2000**. New York: Avon Books; 1990.
- PALADINI, C. R. L., FLEMMING, D. M., CORREIA, F. S., SIQUEIRA, K. C., PEREIRA, . G. e GONÇALVES, M. B. **Sistemas Especialistas - Um Recurso Didático para o Ensino de Matemática**. Anais VI SBIE, . 351-362. PASSOS, E.- **Inteligência Artificial e Sistemas Especialistas**. LTC, São Paulo/89.
- PAPERT, S. **A máquina das Crianças. Repensando a Escola na Era da Informática**. Artes Médicas. Trad. Sandra Costa. Porto Alegre. 1994.
- PARENTE, L. **ANAIS I Forum de Profissionais de Informática Aplicada à Educação do Rio de Janeiro**. UERJ; Rio de Janeiro, RJ; 1990.
- PASSOS, L. E. **Inteligência Artificial e Sistemas Especialistas ao Alcance de Todos**. Rio de Janeiro: Sociedade Cultural e Beneficente Guillerme Guinle. LTC - Livros Técnicos e Científicos Editora, 1989a.
- PASSOS, E. L. **Recurso Didático para o Ensino de Matemática**. Anais VI SBIE, p. 351-362. - **Inteligência Artificial e Sistemas Especialistas**. LTC. São Paulo; 1989b.
- PEREIRA, C. G. **Análise de Crédito Bancário: Um Sistema Especialista com Técnicas Difusas para os Limites da Agência**. Dissertação de Mestrado, Curso

de Pós Graduação em Engenharia de Produção e Sistemas, UFSC, Florianópolis, 1995

PETRAGLIA, I. C. **Interdisciplinaridade - O Cultivo do Professor**. Editora Pioneira da Editora da Universidade São Francisco; 1993.

PIAGET, J. e GRÉCO, PIERRE. **Aprendizagem e Conhecimento**. Rio de Janeiro, Freitas Bastos, 1974.

PIAGET, J. **L'équilibration des Structures Cognitives**. Paris. P.U.F., 1975. (Trad. Bras.: A equilibração das estruturas cognitivas. RJ. Zahar, 1976.

PIAGET, J. e INHELDER B. **Da Lógica da Criança à Lógica do Adolescente** - Livraria Pioneira Editora São Paulo - Brasil. 1976.

PIAGET, J. **O julgamento Moral na Criança**. Editora Mestre Jou. São Paulo, 1977.

PIAGET, J. **Fazer e Compreender**. São Paulo: Melhoramentos: Ed. Da Universidade de São Paulo; 1978.

PIAGET, J. **Para Onde Vai a Educação?** Editora José Olympio. Rio de Janeiro, 1984.

PIAGET, J e GARCIA, R. **Psicogênese e História das Ciências**. Publicações Dom Quixote. Lisboa, 1987.

PIAGET, J. **Psicologia e Pedagogia**. Forense, Rio de Janeiro, 1988.

PIAGET, J. **O Nascimento da Inteligência na Criança**. Editora Guanabara. Rio de Janeiro, 1991.

POIROT, J. L. *The Teacher as Researcher*. The Computing Teacher, August/September 9-10, 1992.

RAPKIEWICZ, C. *A Informatização do Professor no Processo da Informatização da Escola*. ANAIS I Simpósio Brasileiro de Informática na Educação (I SBIE 90); Rocha, A. R. C. (Org.); Rio de Janeiro, RJ; 1992.

*Revista Dois Pontos*. Teoria e Prática em Educação, nov/dez, 1997.

ROCHA, H. V. *The Use of Computational Representations in the Teaching and Learning Programming Concepts*. In Proceedings of the Fourth EuroLogo, Anavissos, Greece, 28-31, 1993.

ROCHA, A. R. C. *et all. Experiências no Desenvolvimento de Software Educacional*. III Simpósio Brasileiro de Informática na Educação. 1992.

ROITMANN, R. *Preparo de Professores: Um Desafio da Nova Tecnologia*. ANAIS I Simpósio Brasileiro de Informática na Educação (I SBIE 90); Rocha, A. R. C. (Org.); Rio de Janeiro, RJ; 1990.

ROSAMILHA, N. *Psicologia do Jogo e Aprendizagem Infantil*. São Paulo. Pioneira, 1979.

SABBATINI, R. M. E. *Uso do Computador no Apoio ao Diagnóstico Médico*. Revista Informática, 1(1): 5 - 11. 1993.

SANCHEZ, J. I. *Informática Educativa Editorial Universitária*. Santiago de Chile, 1992.

SCHLIEMANN, A. D. *Da Compreensão do Sistema Decimal à Construção de Algoritmos*. Em Alencar, M. E. (1992) Novas Contribuições da Psicologia aos Processos de Ensino Aprendizagem. São Paulo, Cortez Editora; 1992.

SCHRAML, W. J. **Introdução à Psicologia Profunda para Educadores: A Puberdade**. EPU. São Paulo, 1976.

SAVIANI, D. **Pedagogia Histórico Crítica: Primeiras Aproximações**. Editora Cortez e Editora Autores Associado, São Paulo; 1991.

IV SBIE 93 (Simpósio Brasileiro de Informática e Educação), Recife, PE; novembro; 1993; via Correio Eletrônico; 1994.

SEQUERRA, K. **Hiper Autor: Um Método para Auxílio à Autoria em Hipertextos**. Tese de Mestrado; COPPE/SISTEMA/UFRJ, Rio de Janeiro; 1993.

SILVEIRA, DARLENE de M. e outros. **Educação de Rua: Limites e Possibilidades**, Mímeog., Florianópolis, 1992.

SIMON, H. A., HAYES, J.R., **Understanding Complex Instructions**. In: KLAHR, D., (Ed.) *Cognition and instruction*, 271-285, 1976.

SOUZA, P. **Sistema de Autoria para Construção de "Adventures" Educacionais em Realidade Virtual**. Dissertação de Mestrado, EPS-UFSC, 1997.

STEIN, S. Z. **Por uma educação libertadora**. Vozes. Petrópolis, 1987.

TAVARES, B. *et all.* **Software Instrucional em Matemática**. ANAIS I Simpósio Brasileiro de Informática na Educação (I SBIE 90); Rocha, A. R. C. (Org.); Rio de Janeiro, RJ; 1991.

TIBA, I. **O Prazer de Ensinar**. Informativo do Colégio Coração de Jesus - Ano I no. 4 - novembro; 1997.

ULBRICHT, V. R. **Modelagem Construtivista do Módulo do Estudante de um Sistema Auxiliado por Computador para a Geometria Descritiva**. Proposta de

Tese apresentado para exame de qualificação. Pós-graduação em engenharia de produção, UFSC. Florianópolis, SC, 1994.

VALENTE, J. A. ***Porque o computador na Educação***. Em "Computadores e conhecimento - repensando a Educação" editado por José Armando Valente. Gráfica Central da UNICAMP. Campinas, 1993.

VAUGHAN, T. ***Multimídia na Prática***. São Paulo: Makron Books, 1994.

VYGOTSKY, L. S. ***Pensamento e Linguagem***. S.P.: Ed. Martins Fontes. São Paulo; 1987.

VYGOTSKY, L. S. ***Formação Social da Mente***. S.P.: Ed. Martins Fontes. 1989.

WATERMAN, D. A. ***A Guide to Expert Systems***. Addison-Wesley Publishing Company, USA, 1986, 418p.

WAZLAWICK, R. S. e COSTA A C. R. ***Esquema de Atividade na Aprendizagem de Agentes Sensório-Motores Não Supervisionados***. Porto Alegre, (não publicado), 1994.

WOLFGRAM, D. E. ***Criando em Multimídia***. Rio de Janeiro: Campus, 1994.

YOUSSEF, A. N. e FERNANDES, P. V. ***Matemática - Conceitos e Fundamentos***. 1º Colegial, Editora Scipione, São Paulo, 1993.

## ANEXO

### FERRAMENTAS DE AUTORIA

#### Introdução

Segundo Conklin (1987), autoria é o ato de projetar e escrever um documento. A unidade deste nível de autoria é a concepção da idéia sendo que deve existir uma ferramenta computacional que suporte essa concepção sob forma livre, fluente e natural. A esta ferramenta dá-se o nome de Sistema de Autoria.

Sistemas de Autoria permitem ao usuário desenvolver as suas aplicações, ou seja, conceber suas idéias utilizando um computador, sem ter que desenvolver a habilidade de programação. Sistemas de Autoria baseados no conceito de hipermeios são ferramentas que permitem ao usuário não apenas o desenvolvimento de textos, mas também a expressão de suas idéias através de sons, imagens, gráficos entre outros.

A hipermídia surge da fusão dos conceitos de hipertexto e multimídia, sendo que herda do primeiro os aspectos da não linearidade e possibilidade de múltiplas contextualizações e da segunda a interatividade, possibilitando que diferentes ações efetuadas pelo usuário provoquem diferentes reações por parte do programa. Um Sistema de Autoria baseado em hipermeios contém essas características.

Uma aplicação desenvolvida utilizando um sistema de autoria baseado em hipermeios pode representar apenas uma apresentação ou um amplo recurso pedagógico.

Como recurso pedagógico objetiva desenvolver não apenas a capacidade de atenção e a habilidade de memorização (como em uma apresentação) mas também desenvolver a capacidade de interação indivíduo-máquina (através da interatividade



da multimídia) e a habilidade de associação (através da múltipla contextualização dos hipertextos).

Desta forma, o objetivo de ter-se um sistema de autoria baseado em hipermeios à disposição de docentes e discentes é ampliar o horizonte de utilização do computador na escola.

Várias são as ferramentas encontradas para facilitar a criação de aplicações educacionais nas mais diversas áreas de ensino, entre elas podemos citar:

- O Multimídia Toolbook (Asymetrix);
- O IconAuthor (AimTech);
- O HyperCard (Apple);
- O Director e
- O Author-Ware (ambos da MacroMedia).

Este trabalho foi elaborado utilizando a ferramenta Multimídia Toolbook, baseada em telas, onde o autor trabalha em telas que são WYSIWYG (What You See Is What You Get), ou seja, reproduções exatas das telas que compõe o aplicativo que está sendo desenvolvido. O termo usado para definir uma tela varia. O Toolbook denomina cada tela de página, que em conjunto formam a metáfora de um livro.

### **Multimídia Toolbook**

Em maio de 1990, foi criada a primeira versão do Toolbook, pela Asymetrix Corporation para o Windows 3.0. O Toolbook é descrito pela própria Asymetrix como uma ferramenta de construção de *software* para ser usada como ambiente de desenvolvimento de aplicativos para o Microsoft Windows.

Houve em 1994 o lançamento da versão 3.0 do Toolbook, mantendo a mesma filosofia, ou seja a metáfora do livro. Novos recursos e objetos (gerenciador

de clips, gerenciador de objetos, suporte a animação, edição de vídeo, etc.) vieram trazer funcionalidade e facilidade de uso para multimídia.

Próximo ao final do ano de 1994, a Asymetrix lança o Multimídia Toolbook 3.0-CBT Edition, que incorporava características importantes para o desenvolvimento de aplicações de treinamento baseadas em computador.

Em meados de 1996, foi lançada o Multimídia Toolbook - a versão 4.0, que fornece diversas ferramentas necessárias à criação de aplicações gráficas que combinam interatividade, manipulação de textos e dados, em conjunto com gráficos, animação, audio e vídeo.

Em 1997, foi lançado o Multimídia Toolbook II Publisher (MTB 5.0), que possui seu próprio editor de textos, editor gráfico, editor de som, editor de animação, editor de estrutura e outros.

A utilização desta ferramenta dispõe de argumentos na prática pedagógica, onde podemos criar aplicações e reforços ao que o aluno já aprendeu, suplementando o ensino de sala de aula.

A escolha do Toolbook se justifica pela sua praticidade e disponibilidade de seus recursos, tais como:

- Permite ao autor especificar links de hipertexto dentro do texto sem requerer o uso do HTML para codificar os links. Quando você cria um link na sua aplicação o usuário clica na palavra ou imagem que você tem definida, como um link, pula diretamente para a página lincada;
- Coloca à disposição várias texturas e fundos que podem ser usados nas páginas da Web ou no sistema criado pelo Toolbook;
- Compatibilidade com Windows 95, 3.1 e NT;
- Editor de propriedades- permite rápida visualização e edição de propriedades dos objetos;

- Os desenhos são apropriadamente formatados com as extensões “.GIF” e “.JPG” para 256 cores ou mais, entre outros.

### **Características Gerais**

O Multimídia Toolbook é considerado um ambiente de desenvolvimento orientado a objetos que possui ferramentas sofisticadas e uma linguagem de programação clara e poderosa chamada *OpenScript*.

O Toolbook usa a metáfora de um livro para definir um aplicativo trabalhando com o conceito de páginas. Uma aplicação do Toolbook consiste de arquivos que se chamam livros. Um livro é formado de páginas e *background*. Páginas que contêm campos-texto, imagens, botões, gráficos entre outros itens que são os objetos. Cada página pode ter diferentes objetos responsáveis pela ligação entre elas. Um *link* pode ser criado a partir de um botão ou então através de um *hotword*. *Hotword* são campos ou palavras destacadas num texto, que após ser clicada no modo leitor, permite a visualização de uma nova página.

No Toolbook existem dois níveis de trabalho: modo leitor e modo autor. No modo autor, o usuário, através das ferramentas e objetos disponíveis, pode dar vazão as suas idéias e criar seus projetos. Já no modo leitor, o usuário passa a ser um explorador do sistema já implementado.

Com o Toolbook pode se criar:

- Protótipos de aplicativos;
- Cursos interativos de treinamento e tutoriais inteligentes;
- Documentos hipermídia, hipertexto;
- Aplicações front-end para bancos de dados;
- Demonstrações de produtos on-line;
- Jogos e aplicações educacionais.

Podemos chamar o Toolbook um ambiente de desenvolvimento orientado a objetos, e a programação direcionada a objetos, segundo MONTENEGRO & PACHECO (1994), permite montar sistemas a partir de subsistemas menores, porque dados e procedimentos são formulados em uma só entidade. Desta forma, poupam esforços de implementação porque objetos podem ser pré-programados e reaproveitados.

Criar objetos no Toolbook é uma tarefa simples e rápida pois oferece uma paleta de ferramentas composta por uma série de objetos pré-definidos que podem ser utilizados para diferentes finalidades. Alguns objetos como botões e campos, facilitam o trabalho de interação entre o usuário e a aplicação.

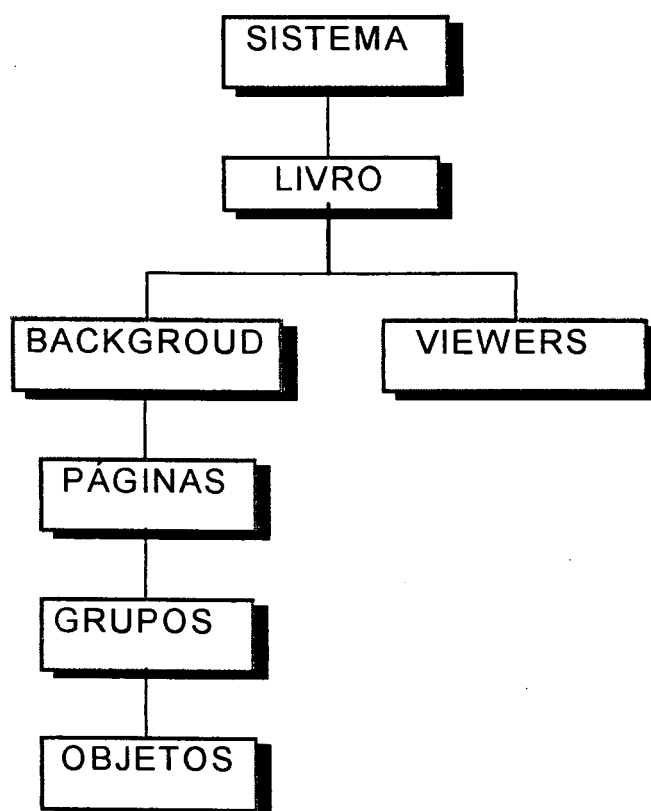


Figura A1. Hierarquia do Toolbook

FONTE: Student Manual

Se compararmos a hierarquia de objetos no Toolbook a uma escada com vários degraus, teremos o topo ocupado pelo Sistema, seguido pelo livro. O livro, por sua vez, situa-se como mãe das janelas e backgrounds. Os backgrounds estão

acima das páginas e as páginas acima do Grupo de objetos. Por fim, encontramos os objetos, ocupando o nível mais baixo na hierarquia de objetos do Toolbook.

No Toolbook a hierarquia acontece como no esquema apresentado na Figura A1. Se determinarmos o tamanho da página no objeto "livro", então automaticamente todos os outros objetos subordinados a ele modificarão seu tamanho.