

**UNIVERSIDADE FEDERAL DE SANTA CATARINA  
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM CIÊNCIA  
DA COMPUTAÇÃO**

**Andréa Cristina Marques de Araújo**

**UMA ANÁLISE DAS TEORIAS CLÁSSICAS  
DE APRENDIZADO QUANDO APLICADAS  
AO ENSINO COM COMPUTADOR.**

Dissertação submetida à Universidade Federal de Santa Catarina  
como parte dos requisitos para obtenção do grau de Mestre em  
Ciência da Computação

Prof. Dr. Mauro Roisenberg  
Orientador



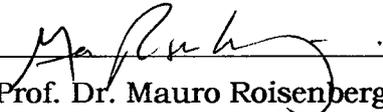
03428862

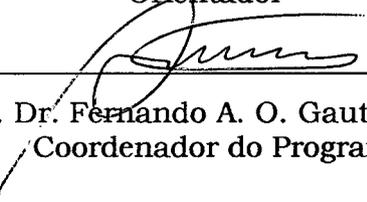
Florianópolis, setembro de 2001.

# UMA ANÁLISE DAS TEORIAS CLÁSSICAS DE APRENDIZADO QUANDO APLICADAS AO ENSINO COM COMPUTADOR.

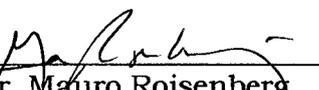
Andréa Cristina Marques de Araújo

Esta Dissertação foi julgada adequada para a obtenção do título de Mestre em Ciência da Computação Área de Concentração Inteligência Artificial e Redes de Computadores e aprovada em sua forma final pelo Programa de Pós-Graduação em Ciência da Computação.

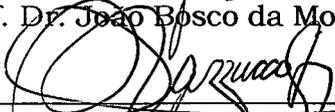
  
\_\_\_\_\_  
Prof. Dr. Mauro Roisenberg  
Orientador

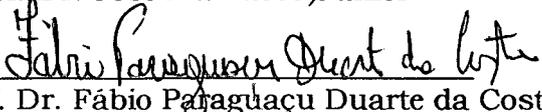
  
\_\_\_\_\_  
Prof. Dr. Fernando A. O. Gauthier  
Coordenador do Programa

Banca Examinadora:

  
\_\_\_\_\_  
Prof. Dr. Mauro Roisenberg

  
\_\_\_\_\_  
Prof. Dr. João Bosco da Mota Alves

  
\_\_\_\_\_  
Prof. Dr. José Mazzucco Júnior

  
\_\_\_\_\_  
Prof. Dr. Fábio Paraguaçu Duarte da Costa

**“A alegria está na luta, na tentativa, no sofrimento, no envolvimento ... não na vitória propriamente dita”.**

**(Mahatma Gandhi).**

## **AGRADECIMENTOS**

À Deus, pelo que somos;

Aos meus pais, Izamir e Maria de Nazaré Araújo, pela constante formação, incentivo e amor recebidos;

Ao meu professor orientador, Mauro Roisenberg, pela competência, carinho e dedicação na orientação deste trabalho e também pela sua amizade;

A José Álvaro, por todo seu amor e carinho, pois compreendeu meus muitos momentos de ausência, e me incentivou a continuar;

À minha grande amiga e colega de curso Jacqueline Teixeira, pelo companheirismo e amizade que nos manteve unidas para superação de nossas dificuldades comuns;

Ao Prof. MSc. Gustavo Campos, meu amigo e professor;

Ao Prof. Sérgio Mendes, Diretor Geral do CESUPA, que possibilitou essa oportunidade;

Às professoras Conceição Fiúza, Lêda Monteiro e Elisa Schiochet;

Aos colegas João Silva, José Boguea e Bruno Brasil;

Às alunas Sheila, Brenna e Taceana;

Ao Prof. Jair Galdino;

À UFSC, INE e CESUPA, pelo suporte;

E a todas aquelas outras pessoas que direta ou indiretamente contribuíram para a realização deste trabalho.

## SUMÁRIO

LISTA DE FIGURAS .....	VIII
LISTA DE TABELAS.....	X
RESUMO .....	XI
ABSTRACT .....	XII
CAPÍTULO 1 – INTRODUÇÃO .....	I
1.1. MOTIVAÇÃO E O CONTEXTO DO PROBLEMA.....	1
1.2. OBJETIVOS .....	6
1.2.1. <i>Objetivo Geral</i> .....	6
1.2.2. <i>Objetivos Específicos</i> .....	6
1.3. PLANO DA DESCRIÇÃO DA METODOLOGIA DA PESQUISA .....	7
1.4. ESTRUTURA DO TRABALHO.....	8
CAPÍTULO 2 - FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA – PARTE 1: A APRENDIZAGEM E SUAS CORRENTES TEÓRICAS.....	10
2.1. APRENDIZAGEM E MOTIVAÇÃO.....	10
2.2. PRINCIPAIS CORRENTES TEÓRICAS.....	12
2.1.1. <i>Concepção I – Associacionismo</i> .....	14
2.1.1.1. Edward Lee Thorndike (1874-1949):.....	15
2.1.1.2. Ivan Petrovich Pavlov (1849-1939).....	19
2.1.1.3. Frederic Burrhus Skinner (1904 – 1990):.....	23
2.2.2. <i>Concepção II- Cognitivismo</i> .....	29
2.2.1.1. Jean Piaget (1896-1980).....	30
2.2.3. <i>Concepção III- Sócio-interacionismo</i> .....	36
2.2.3.1. Lev Semynovitch Vygotski (1896 – 1934).....	36
2.2.4. <i>Uma comparação entre Piaget e Vygotski</i> .....	40
CAPÍTULO 3 - FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA – PARTE 2: ESTUDO SOBRE SOFTWARES EDUCACIONAIS.....	43

3.1. COMPUTADOR E SOCIEDADE.....	43
3.2. FERRAMENTAS DE APRENDIZAGEM.....	45
<b>3.2.1. Software Educacional.....</b>	<b>47</b>
3.3. A ABORDAGEM COMPORTAMENTALISTA OU ASSOCIACIONISTA..	50
3.4. A ABORDAGEM COGNITIVISTA: .....	52
3.5. A ABORDAGEM SÓCIO-INTERACIONISTA: .....	54
3.6. ANÁLISE DE ALGUNS SOFTWARES EDUCACIONAIS .....	56
<b>CAPÍTULO 4 - FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA – PARTE 3: MODELO</b>	
<b>TEÓRICO DE HIPERTÔMATO.....</b>	<b>63</b>
4.1. O MODELO HIPERTEXTO.....	63
4.2. PRESSUPOSTOS TEÓRICOS SOBRE AUTÔMATOS.....	65
4.3. HIPERTEXTO COMO AUTÔMATOS .....	69
4.4. MODELO TEÓRICO DE HIPERTOMATA UTILIZADO PARA A	
MODELAGEM DOS SISTEMAS.....	72
<b>CAPÍTULO 5 – AMBIENTE PROPOSTO - SISTEMAS EDUCACIONAIS.....</b>	<b>76</b>
5.1. ANÁLISE DE OPORTUNIDADES .....	76
5.2. SISTEMA 1 – ABORDAGEM ASSOCIACIONISTA.....	81
<b>5.2.1. Apresentação do ambiente.....</b>	<b>82</b>
<b>5.2.2. Aplicação da Metodologia.....</b>	<b>84</b>
<b>5.2.3. Modelo de Hipertômata.....</b>	<b>85</b>
5.3. SISTEMA 2 - ABORDAGEM COGNITIVISTA.....	88
<b>5.3.1. Apresentação do ambiente.....</b>	<b>89</b>
<b>5.3.2. Aplicação da Metodologia.....</b>	<b>93</b>
<b>5.3.3. Modelo de Hipertômata.....</b>	<b>94</b>
5.4. SISTEMA 3 – ABORDAGEM SÓCIO-INTERACIONISTA.....	98
<b>5.4.1. Apresentação do ambiente.....</b>	<b>98</b>
<b>5.4.2. Aplicação da Metodologia.....</b>	<b>102</b>
<b>5.4.3. Modelo de Hipertômata.....</b>	<b>103</b>
<b>CAPÍTULO 6 - ANÁLISE DOS RESULTADOS.....</b>	<b>106</b>
6.1. METODOLOGIA E INSTRUMENTOS DA ANÁLISE DE RESULTADOS..	106
6.2. RESULTADOS E CONCLUSÃO DA PESQUISA.....	110

<b>CAPÍTULO 7 – CONCLUSÕES E SUGESTÕES PARA TRABALHOS FUTUROS.....</b>	<b>119</b>
7.1. CONCLUSÕES .....	119
7.2. SUGESTÕES PARA TRABALHOS FUTUROS .....	123
<b>BIBLIOGRAFIA.....</b>	<b>125</b>
<b>APÊNDICE 1 .....</b>	<b>134</b>
<b>APÊNDICE 2 .....</b>	<b>136</b>

## LISTA DE FIGURAS

Figura 1: Conexões Internet.....	4
Figura 2: A Experiência de Pavlov: Cão x saliva x campainha .....	19
Figura 3: Aumentando a velocidade da resposta de um operante específico através de um reforçamento seletivo.....	24
Figura 4: A Caixa de Skinner.....	26
Figura 5: O computador no ensino: um amplificador de capacidades.....	44
Figura 6: Áreas de conhecimento envolvidas em um software educacional.....	48
Figura 7 - Discoverer - Programas lineares.....	51
Figura 8 - Máquina de Devereux na França .....	51
Figura 9: Tubos à vácuo do The Whirlwind.....	56
Figura 10: Curso On-line de Unix - página inicial.....	57
Figura 11: Validação das respostas - resultado.....	58
Figura 12 – Ambiente PGP (Pretty Good Privacy).....	59
Figura 13: Curso à distância sobre segurança em redes de computadores.....	59
Figura 14: Descrição de sistema dinâmico como objeto matemático .....	65
Figura 15: Descrição de uma sêxtupla .....	66
Figura 16: Representação da função de transição como um grafo .....	67
Figura 17: Grafo do representando o autômato M.....	68
Figura 18: Definição do hipertômata como uma sêxtupla.....	69
Figura 19: Definição de Estados finitos.....	70
Figura 20: Modelo de hipertômata de ALMEIDA (1999).....	75
Figura 21: Identificação do sistema 1 .....	83
Figura 22: Apresentação do sistema 1 .....	84
Figura 23: Metodologia do sistema 1 .....	85
Figura 24 - Grafo de implementação do sistema 1 .....	86
Figura 25 - Grafo de implementação dos exercícios do sistema 1 .....	87
Figura 26: Identificação do sistema 2.....	89
Figura 27: Apresentação do sistema 2 .....	90
Figura 28: Áreas de Questionamento.....	91
Figura 29: Áreas de questionamento – Atividade 5: Despertar idéias.....	92

Figura 30: Acesso ao Whiteboard .....	92
Figura 31 - Cadastro no whiteboard .....	93
Figura 32: Metodologia do sistema 2 .....	94
Figura 33 - Grafo de implementação do sistema 2 .....	95
Figura 34 - Grafo de implementação dos exercícios do sistema 2 .....	96
Figura 35 – Grafo de implementação do mapa conceitual .....	97
Figura 36:Áreas de questionamento .....	99
Figura 37: Áreas de Questionamento - Atividade 5 - Despertar de Idéias.....	100
Figura 38: Fórum de discussão – Atividade 3 .....	101
Figura 39: Fórum de discussão.....	101
Figura 40 - Grafo de implementação do sistema 3 .....	103
Figura 41 – Grafo de implementação dos exercícios do sistema 3 .....	104
Figura 42 – Grafo de implementação do mapa conceitual .....	105
Figura 43 – Gráfico com os resultados da questão 4.....	111
Figura 44 – Gráfico com os resultados da questão 5.....	111
Figura 45– Gráfico com os resultados da questão 6.....	112
Figura 46– Gráfico com os resultados da questão 7.....	112
Figura 47– Gráfico com os resultados da questão 8.....	113
Figura 48– Gráfico com os resultados da questão 9.....	113
Figura 49 - Gráfico com o desempenho dos sujeitos referente aos exercícios.....	117
Figura 50 - Gráfico com o desempenho dos sujeitos referente ao teste.....	117
Figura 51 – Componentes de um sistema especialista .....	139

## LISTA DE TABELAS

Tabela 1: Comparação de suposições básicas nas economias industrial e dos conhecimentos.....	3
Tabela 2: Os três grandes grupos da Teoria da Aprendizagem e seus principais autores .....	14
Tabela 3: A lei do efeito .....	17
Tabela 4: Ilustração da Teoria de Pavlov.....	22
Tabela 5: Principais diferenças entre a teoria de Piaget e Vygotski.....	42
Tabela 6: Transição de estados do autômata M.....	68

## RESUMO

Com o avanço tecnológico, a informática vem cada vez mais desempenhando um importante papel na vida das pessoas, e na educação não poderia ser diferente. Muitos softwares tem sido produzidos para auxiliar o processo de ensino-aprendizagem, no entanto, nem todos são frutos de estudos para analisar qual filosofia de aprendizagem melhor de adequa as necessidades dos alunos. Dentre as principais bases psicológicas dos processos de aprendizagem, são confrontadas as posições associacionista, cognitivista e sócio-interacionista. Esta dissertação propõe um estudo sobre o comportamento dessas filosofias quando passadas para o ambiente computacional, através de três modelos de sistemas implementados em HTML, em virtude da dinâmica e interação com o ambiente web e modelados utilizando o modelo teórico de hipermídia como autômata (o hipertômata). A temática escolhida é o ensino de Sistemas Especialistas. Apresentamos resultados de implementações em uma turma cuja área fim não é a informática.

## **ABSTRACT**

As technology advances, computers have played an important role in people's lives, and it could not be otherwise with education. Although many software programs have been produced to aid the teaching-learning process, not all are the result of studies that analyze which learning philosophy best suits the needs of students. Positions based on association, cognition and social interaction are among the major psychological premises confronted in this paper. This dissertation proposes a study on the behavior of these philosophies when brought into the realm of computers, using three models of HTML-implemented systems, due to their dynamics and web environment interactivity. They were modeled using a theoretical model of hypermedia with automata (hyperautomata). The theme chosen is Expert Systems teaching. We present the results herein of implementing these in a class from another non computer-related field.

# CAPÍTULO 1 – INTRODUÇÃO

## 1.1. MOTIVAÇÃO E O CONTEXTO DO PROBLEMA

Nos últimos anos, de forma incomparavelmente mais intensa do que em qualquer época da História, estamos vivendo um momento de aceleradas transformações, decorrentes de um acúmulo de conhecimentos sem precedentes, cujos limites são impossíveis de visualizar.

Estas transformações do modo de produção de bens para o modo de produção de conhecimento, vêm acarretando mudanças dos paradigmas que conhecemos. Há mudanças culturais e sociais importantes em curso, pois a aproximação dos mundos possibilitou também mudar os sistemas sociais, culturais, econômicos e políticos. Segundo BILL GATES apud SILVA (1998), o que caracteriza o período histórico atual são as maneiras completamente novas pelas quais a informação pode ser mudada e manuseada, bem como a velocidade com que podemos lidar com ela.

O produto do futuro é a informação, e o elemento fundamental do trabalho é o ser humano. Para utilizar esse produto é preciso que as pessoas saibam pensar e discernir entre o urgente e o importante. São necessárias organizações que trabalhem com inteligência e estejam preocupadas com o aprendizado (individual e organizacional), uma vez que o sucesso estratégico está no uso inteligente da informação e na exploração efetiva das possibilidades inerentes à tecnologia de informação.

Em 1988, o presidente dos Estados Unidos neste período, Ronald Reagan, em uma palestra feita aos estudantes da Universidade Estadual de Moscou, no mês de maio, já dizia:

“Na nova economia, as invenções humanas cada vez mais tornam os recursos físicos obsoletos. Estamos ultrapassando as condições materiais de existência para um mundo onde o homem cria seu próprio destino. (...) Mas o progresso não é previsível. A chave é a liberdade de pensar, de informação e de comunicação”. (CRAWFORD, 1994, p.81)

Assim sendo, as organizações vêm cada vez mais utilizando a tecnologia da informação como ferramenta de competitividade, com impactos importantes e positivos

nos seus negócios, nos mais variados ramos de atividade. A grande mudança de enfoque hoje é que essa tecnologia deixa de ser apenas um apoio às atividades produtivas para tornar-se parte integrante delas, muitas vezes redefinindo a própria maneira de se fazer negócios.

“A Tecnologia é algo que se desenvolve predominantemente nas empresas por meio de conhecimentos acumulados e desenvolvidos sobre tarefas (know-how) e pelas suas manifestações físicas decorrentes, constituindo um enorme complexo de técnicas usadas na transformação de insumos recebidos pela empresa em resultados, isto é, em produtos ou serviços que são colocados no ambiente tarefa” (CHIAVENATO apud SILVA, 1998, p.14).

Nesse caso, é importante ter em mente que a tecnologia deve ser aplicada aos negócios maximizando os benefícios obtidos e não como um fim em si mesma. Além disso, devemos ter a consciência de que não existe uma única tecnologia ou solução capaz de atender a todas as necessidades específicas da sociedade, na realidade, a solução decorre da integração das melhores tecnologias para diferentes fins.

O desenvolvimento do conhecimento é, portanto, o pré-requisito para o desenvolvimento da tecnologia<sup>1</sup>, uma vez que novos conhecimentos levam a novas tecnologias, gerando mudanças na economia, que por sua vez promovem outras mudanças dentre estas as de paradigmas, conforme demonstrado na tabela 1.

Tendo em vista que a sociedade do conhecimento e da informação, baseada no elemento humano, afetará todos os aspectos da vida (humana e organizacional), e que as antigas verdades e normas não poderão ser aplicadas no mundo da tecnologia e da automação, dos serviços do conhecimento, da nova estrutura populacional dentre outros, torna-se ímpar a reavaliação sobre o posicionamento da educação, de seus pressupostos básicos, e novas suposições mais consistentes em relação à realidade atual e às expectativas futuras que devem ser criadas, a partir das necessidades sentidas da sociedade.

Nessa nova perspectiva, professores e estudantes assumem um papel mais ativo, deixando de ser simples consumidores para serem verdadeiramente produtores de cultura e de conhecimento, sendo a escola mais um pólo responsável pelas redes de conexões. Um espaço ativo de produção de cultura e conhecimento.

---

<sup>1</sup> Considerar tecnologia como a aplicação do conhecimento no trabalho.

**Tabela 1: Comparação de suposições básicas nas economias industrial e dos conhecimentos**

<b>SOCIEDADE INDUSTRIAL</b>	<b>SOCIEDADE DO CONHECIMENTO</b>
A maioria das pessoas deseja sucesso econômico para atender a necessidades materiais; assim, o modo de motivá-las é através de recompensas econômicas.	A partir do momento em que as necessidades de subsistência foram satisfeitas, as recompensas unicamente econômicas não são suficientes para motivar a maioria das pessoas.
O trabalho, para a maioria das pessoas deve ser rotineiro e padronizado.	O trabalho, para a maioria das pessoas, deve ser variado, não repetitivo e responsável, desafiando a capacidade individual de discernimento, avaliação e julgamento.
Quanto maior a empresa, melhor, mais forte e mais lucrativa será.	Há limites superiores para as economias de escala, tanto para corporações quanto para organizações governamentais.
Mão-de-obra, matérias-primas e capital são os elementos básicos da produção.	Informação e conhecimento são os elementos básicos da produção.
A produção de bens e serviços padronizados é mais eficiente que uma produção artesanal, na qual cada unidade produzida difere da próxima.	A produção de bens e serviços orientados para o cliente, através de um novo sistema artesanal ou a produção artesanal baseada na informação e na tecnologia avançada é mais eficaz do que a produção em massa.
A organização mais eficiente é a burocracia, na qual cada suborganização tem um papel permanente, claro e definido na hierarquia. Uma burocracia é uma máquina organizacional para a produção de decisões padronizadas.	A melhor maneira de organização não é a burocracia, mas adhocracia. Numa organização <i>ad hoc</i> , cada componente organizacional é modular e disponível, cada unidade interage com muitas outras lateralmente e as decisões são adequados a cada cliente e não padronizadas.
Os avanços tecnológicos ajudam a padronizar a produção e levam ao progresso.	Os avanços tecnológicos não necessariamente trazem o progresso e podem, se não forem controlados cuidadosamente, destruir o progresso já alcançado.

Fonte: CRAWFORD (1994, p.126).

É importante considerar que o desenvolvimento de novos conhecimentos e tecnologias acontecem em uma escala muito acelerada, tornando-se obsoletos em pouco tempo. Assim o trabalhador da sociedade do conhecimento deve comprometer-se com um aprendizado contínuo e permanente, porque dessa forma não acontecerá a depreciação do elemento humano e ele estará sempre atualizado em seu campo de atuação e das necessidades do mercado (CRAWFORD, 1994).

**Figura 1: Conexões Internet**



Foto de Isabel Gouveia. Imagem de uma cena representando 'Conexões *Internet*' pelo grupo de teatro do Liceu de Artes e Ofícios. Salvador/Bahia/Brasil, Agosto.97

A educação deve ser portanto, universal e os níveis de educação devem estar voltados também para as novas áreas de conhecimento que requerem mais treinamento e educação atualizada para sua aplicação. A Educação, por si só, constitui uma experiência de libertação, que desenvolve o conceito de que a liberdade é um pré-requisito básico para uma efetiva disseminação dos conhecimentos e para um desprendimento das energias criativas, constituindo-se como componente substancial de qualquer política de desenvolvimento, instrumentação de cidadania e investimento tecnológico.

Dessa forma, as tecnologias precisam estar presentes nas escolas e na educação em geral. E o uso de novas tecnologias ou de métodos ativos de ensino, devem estar voltado para a construção de uma cultura institucional de ensino-aprendizagem interativa que utilize, novas abordagens metodológicas; a implementação de práticas que visem a construção e ampliação ao acesso de conhecimentos, na perspectiva da melhoria dos indicadores acadêmicos individuais e institucionais; e o trabalho coletivo interdisciplinar (PRETTO, 2000).

Pesquisas intensas estão sendo realizadas na Inglaterra quanto ao uso das novas tecnologias da comunicação na educação. Dentre as Instituições que estão já trabalhando com estas tecnologias, dentre as quais destacamos a London University (Goldsmiths College e Instituto de Educação), Lancaster University (Departamentos de Sociologia, Cultura, Mídia e Comunicação, Educação Continuada), a *Open University*, BBC. Elas estão principalmente experimentando a construção de um novo currículo, enfatizando o uso dessas novas tecnologias (PRETTO, 2000).

Compreender como funciona o processo de aprendizagem nos seres humanos e como ele pode ser melhorado é o principal desafio e o ponto de partida para desvendar o verdadeiro papel do computador em um novo ambiente de aprendizagem, onde a qualificação do profissional tem como principal característica a habilidade de trabalhar no nível de meta-conhecimento, ou seja, aprender é uma habilidade que precisa ser exercida durante a **vida toda**, e não apenas enquanto o indivíduo estiver frequentando a sala de aula (PRETTO, 2000).

Para explicar esse funcionamento do processo de aprendizagem, encontramos várias teorias, dividindo-se fundamentalmente entre associacionista, cognitivista e sócio-interacionista. No entanto, quando falamos em ensino com computador, percebemos que não existe hoje em dia, uma teoria de aprendizado bem estabelecida. Quando alguém faz um sistema de auxílio ao ensino por computador, segue principalmente intuições sobre como o sistema deve ser feito reunindo idéias que o autor do sistema **acha** que são as melhores de cada uma das várias teorias existentes.

De modo geral, as abordagens são escolhidas em virtude do modismo, ou então, sem nenhum estudo mais aprofundado quanto aos resultados pretendidos. Isso tende a prejudicar o desenvolvimento do indivíduo e o sucesso do sistema.

Além disso, para que o professor tenha condições reais de utilizar os recursos computacionais na educação é necessário que ele domine o computador, conhecendo o seu real potencial como recurso tecnológico, o que muitas vezes não ocorre de forma imediata, mais apenas através de um processo gradativo de exploração do computador.

Apesar desses fatores, cada vez mais a computação vem assumindo seu papel de ferramenta estratégica para o processo educacional, bem como outras áreas do conhecimento, sendo utilizada como principal instrumento na busca por soluções dos

mais diversos problemas detectados. Seu aspecto interdisciplinar deve ser amplamente estudado e explorado em benefício do desenvolvimento humano.

Sob essa ótica, entendemos que este assunto é bastante relevante e merecedor de estudos mais profundos visando a definição de estratégias adequadas para superar os obstáculos e aproveitar as oportunidades surgidas dentro de um contexto de profundas transformações mundiais, que afetam diretamente a vida da humanidade.

## **1.2. OBJETIVOS**

### **1.2.1. Objetivo Geral**

Realizar uma investigação científica sobre como as teorias clássicas de aprendizado se comportam quando transportadas para o ensino por computador, aplicando os modelos construídos com base em seus princípios fundamentais. Esse processo de investigação da aplicação das teorias de educação em softwares educacionais deverá possibilitar um estudo sobre qual corrente melhor se aplica ao ensino por computador, além de criar novas oportunidades para explorar diferentes recursos tecnológicos no processo de ensino-aprendizagem, levando o educador a atuar não mais como mero transmissor de conhecimento, mas como facilitador, um mediador, na busca e na interpretação crítica da informação, melhorando a qualidade e buscando e minimizar os diversos problemas relacionados a esse processo.

### **1.2.2. Objetivos Específicos**

O objetivo geral do presente trabalho pode ser detalhado pelos seguintes objetivos específicos:

- Examinar os aspectos psico-pedagógicos no processo de aprendizagem;
- Analisar o impacto da utilização do computador e seus efeitos no processo de aprendizagem em cursos de graduação cuja área específica do conhecimento não é a Informática;

- Evidenciar a necessidade de um suporte de teorias de outras áreas do conhecimento, além da própria Informática (Educativa), para o sucesso do processo de aprendizagem;
- Desenvolver 03 protótipos de sistema educacional para apoio ao ensino da disciplina (Administração de Sistemas de Informação) em cursos de graduação e pós-graduação, cuja área específica não é a Informática;
- Avaliar a aplicação dos sistemas propostos, tendo como referência alterações qualitativas e quantitativas no processo ensino-aprendizagem, com vista à identificação de lacunas, dificuldades e potencialidades, contribuindo, assim, para a criação e disseminação de uma cultura em favor do ensino interativo.
- Definir uma metodologia para construção de ferramentas de aprendizado baseadas em computador que auxiliem estudantes de graduação no seu processo de aprendizagem.

### **1.3. PLANO DA DESCRIÇÃO DA METODOLOGIA DA PESQUISA**

O trabalho proposto será realizado através da conclusão das seguintes etapas:

- 1) Revisão bibliográfica em literatura especializada, artigos impressos e eletrônicos, revistas, internet e outras fontes que tratem sobre as concepções filosóficas de aprendizagem, visando definir as correntes a serem seguidas no desenvolvimento dos sistemas;
- 2) Selecionar uma unidade da disciplina Administração de Sistemas de Informação ministrada para o 3º ano do curso de Administração Habilitação em Comércio exterior do CESUPA;
- 3) Selecionar aleatoriamente uma das turmas do referido curso;
- 4) Construir três sistemas de ensino com computador para que os alunos aprendam essa unidade. Cada um destes sistemas será desenvolvido usando unicamente as idéias de cada teoria definidas na primeira etapa da pesquisa, assim teremos o sistema funcional, o sistema associacionista e o sistema cognitivista;
- 5) Dividir aleatoriamente a turma de alunos em três grupos e trabalhar cada grupo usando um dos sistemas; e

- 6) Avaliar como acontece o aprendizado em cada grupo específico e comparar os resultados.

Poderemos então ter mais subsídios sobre qual teoria de aprendizado se adequa melhor ao ensino com computador, permitindo dizer com mais certeza que técnicas deve ter um sistema de auxílio ao ensino com computador.

#### **1.4. ESTRUTURA DO TRABALHO**

Para atender os objetivos citados anteriormente, o presente trabalho foi estruturado em 07 (sete) capítulos resumidos a seguir:

O capítulo 1 apresenta as motivações e a contextualização do problema, os objetivos, a metodologia da pesquisa e a estrutura do trabalho. Trata-se da presente seção, a introdução.

O capítulo 2 apresenta as bases psicológicas dos processos de aprendizagem, sendo confrontadas as posições **associacionista, cognitivista e sócio-interacionista**, nas quais serão fundamentadas o desenvolvimento dos sistemas objeto de estudo deste trabalho. Os modelos de ambiente propostos serão desenvolvidos abrangendo os aspectos mais relevantes destas correntes teóricas, obtendo assim ambientes de ensino-aprendizagem distintos.

O capítulo 3 apresenta algumas contribuições sobre o papel do computador na educação, sua importância como ferramenta pedagógica, o conceito e as abordagens de software educacional, direcionando a pesquisa de forma a poder analisar as concepções de aprendizado utilizadas e a diferença de filosofia pedagógica de funcionamento. Também é feita a análise de alguns softwares disponíveis na Internet a fim de demonstrar a filosofia ou filosofias adotadas.

O capítulo 4 descreve a ferramenta formal utilizada para a modelagem dos sistemas, utilizando hipertexto baseado na idéia de ALMEIDA (1999), modelo este fundamentado nas teorias dos autômato de estados finitos e do ambiente hipertexto. Esta ferramenta se faz necessária para a descrição e verificação dos sistemas a serem implementados, utilizando o hipertexto, e pela sua formalidade, permitindo uma fácil visualização, e, também verificações quanto a alcançabilidade de estados, dentre outras características.

O capítulo 5 aborda o desenvolvimento dos sistemas educacionais, com base nas concepções filosóficas de teoria educacional adotadas para a construção dos três sistemas educacionais propostos, as correntes **associacionista, cognitivista e sócio-interacionista**, procurando usar de maneira isolada cada filosofia educacional, sua modelagem utilizando os hipertômatas, e a análise de oportunidades, de onde serão obtidos os resultados da aplicação destes sistemas aos alunos.

O capítulo 6 apresenta a análise dos resultados obtidos a partir da implementação dos três ambientes de aprendizado desenvolvidos, referente ao desempenho dos alunos quanto a disciplina, e também quanto a opinião dos mesmos ao utilizar os sistemas como ferramenta pedagógica de apoio ao processo de aprendizagem.

O capítulo 7 apresenta as conclusões da dissertação e sugestões para trabalhos futuros.

O presente trabalho também apresenta uma seção de apêndice, o qual compreende os pressupostos teóricos, definições, características e componentes sobre o conteúdo específico contemplado nos três protótipos de sistemas educacionais desenvolvidos, bem como minha motivação pessoal.

## **CAPÍTULO 2 - FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA – PARTE 1: A APRENDIZAGEM E SUAS CORRENTES TEÓRICAS**

Este capítulo apresenta as bases psicológicas dos processos de aprendizagem nas quais serão fundamentadas o desenvolvimento deste trabalho. Dentre as principais correntes disponíveis, são confrontadas as posições **associacionista, cognitivista e sócio-interacionista**, sendo apresentados seus principais autores e respectivas teorias quanto aos pressupostos, abrangência, implicações e influências no processo educacional. Os modelos de ambiente propostos serão desenvolvidos abrangendo os aspectos mais relevantes destas correntes teóricas, obtendo assim ambientes de ensino-aprendizagem distintos, os quais serão demonstrados no capítulo 5, e depois analisados e comparados quanto aos resultados conseguidos no capítulo 6.

### **2.1. APRENDIZAGEM E MOTIVAÇÃO**

Dentre todos os indivíduos do reino animal, o homem é o que possui o maior período destinado à infância, pois poucos são os comportamentos herdados de seus antecessores. É portanto, durante a infância que o ser humano vai desenvolver sua capacidade para a aprendizagem, tirando proveito da experiência das situações vividas ao longo do período (DAVIS e OLIVEIRA, 1994).

Dessa forma, a aprendizagem como processo tem admitido diversas conceituações ao longo da história da civilização humana. Na Idade Média, por exemplo, aprender era equivalente a conhecer ou a fixar na memória. Logo depois, a aprendizagem foi relacionada com o comportamento observável, sem qualquer preocupação com os processos internos de mudança, sendo vista como a aquisição de uma nova resposta, ou seja, como um processo inferido de mudanças relativamente permanentes no comportamento, resultantes de uma prática, caracterizando-se como uma abordagem comportamentalista (CAMPOS, 1997).

Entretanto, é importante ressaltar que nem sempre aquilo que o sujeito faz (desempenho ou comportamento), reflete na íntegra, o que ele aprendeu (o conhecimento) e menos ainda corresponde a uma medida exata do que ele poderia fazer em condições ideais (sua capacidade).

Podemos citar outra concepção de aprendizado através da interação do indivíduo com outros seres humanos, especialmente com outros mais experientes, o qual orienta e mostra como proceder através de gestos e instruções verbais, em situações interativas. Assim, dessas inúmeras interações em que se envolve, sua forma de lidar com o mundo vai sendo gradativamente ampliada, sendo construídos significados para suas ações e experiências. É através dessa interação que ele vai incorporando a fala social do adulto, passando a orientar o seu comportamento e o planejamento de suas ações (CAMPOS,1997).

Dentro dessa perspectiva, um dos trabalhos mais importantes do professor é motivar seus alunos, procurando fazer com que esse processo de aprendizagem se torne interessante e prazeroso. Transformando esse processo de desafio intelectual ao trabalhar com materiais e conteúdos significativos, haverá a compreensão sobre a importância das tarefas, as quais passarão a adquirir contextualização e a atividade intelectual será agilizada (CAMPOS,1997).

“A motivação para aprender nada mais é do que o reconhecimento, pelo indivíduo, de que conhecer algo irá satisfazer suas necessidades atuais ou futuras.” (DAVIS e OLIVEIRA, 1994, p. 84-5). Um indivíduo motivado aprende melhor do que um sem motivação. A construção do conhecimento depende portanto, do interesse do indivíduo em aprender.

Entretanto, ao conceituarmos aprendizagem devemos levar em consideração o seu forte aspecto psicológico, analisando também sob os paradigmas das teorias psicológicas, as quais, nos últimos anos, têm ampliado e sistematizado os conhecimentos nesta área. É com base neste aspecto psicológico das teorias de aprendizagem que surgem as teorias do ensino, agora mais preocupadas com o embasamento científico e a coerência com as experiências feitas pela psicologia (DAVIS e OLIVEIRA, 1994).

## 2.2. PRINCIPAIS CORRENTES TEÓRICAS

Etmologicamente, a origem da palavra teoria vêm do grego, e significa um olhar privilegiado próximo a Deus, daí se explica o poder de amplitude que o homem adota ao classificar seus conhecimentos, mesmo que reduzido a algum aspecto do que se deseja conhecer e explicar.

Segundo CAMPOS (1997, p.158), teoria significa:

“(...)uma construção do espírito, na qual se relacionam princípios a conseqüências, antecedentes a conseqüências. Opõe-se à prática, conhecimento prático, que pode ser rudemente empírico; opõe-se, algumas vezes, ao conhecimento certo, ou real, chegando a tomar sentido pejorativo (...)”.

Trata-se portanto de um conjunto de paradigmas básicos, que representam hipóteses comprovadas, por completo ou apenas parcialmente, através de métodos científicos de explicação geral ou de síntese.

FERREIRA et al (1997, p.13) cita o pensamento de Thomas Khun, um grande estudioso da questão, ao iniciar sua definição de paradigma, como “realizações reconhecidas durante algum tempo por uma comunidade científica específica, proporcionando os fundamentos para a sua prática posterior”, ou seja, um paradigma é portanto, um modelo explicativo de uma determinada realidade.

As teorias são portanto fundamentadas em pressupostos cientificamente comprovados, e não em princípios pessoais e subjetivos. Sendo importante a sua flexibilidade e adaptação as mudanças do ambiente, de acordo com o progresso da ciência, e sua sensibilidade à crítica de novos fatos e de novas relações verificadas.

As sociedades desenvolvem e mantêm seus paradigmas através das pessoas que nelas vivem, portanto, desempenham suas atividades através desses, os quais definem as condições especiais com que cada teoria funciona, determinando as características de suas filosofias, de sua cultura, e a maneira como as pessoas nelas se comportam. Podemos então dizer que a mudança na cultura e na estrutura da sociedade significa necessariamente uma mudança de paradigmas (CRAWFORD, 1994).

A mudança do paradigma permite a teoria uma nova visão e uma melhor adaptação e ação ao novo ambiente. Assim sendo, ainda citando Khun, FERREIRA et al. (1997) afirmam que o desenvolvimento da ciência ocorre a medida que vão acontecendo as substituições de paradigmas, pois uma vez que um modelo não mais estiver de acordo com a realidade e outro com maior consonância for adotado e praticado, a substituição dos modelos será uma consequência óbvia, havendo assim uma evolução do conhecimento, bem como da sociedade.

Cabe ressaltar ainda que, cada teoria representa os interesses da época em que foram criadas, seu momento histórico, seu contexto político-social e seu nível de comunicação, assim, por mais criticáveis que nos possam parecer hoje, certamente pareciam ser o que havia de melhor e por isso foram adotadas e praticadas (CRAWFORD, 1994).

Segundo CAMPOS (1997), as teorias da aprendizagem se dividem em dois grandes grupos: associacionistas e teorias cognitivas. Dentre os associacionistas destacam-se a teoria conexionista de Thorndike, a teoria do condicionamento<sup>2</sup> clássico de Pavlov e o neobehaviorismo<sup>3</sup> de Skinner. Já no cognitivismo, um de seus maiores representantes é Piaget, com a teoria da Equilibração. Além destes dois grandes grupos, encontramos um terceiro denominado Sócio-Interacionista (DAVIS e OLIVEIRA, 1994), cujo maior representante é Vygotski e sua teoria sócio-cultural.

Dessa forma, serão tratadas neste trabalho, as posições **associacionista, cognitivista e sócio-interacionista**, ou seja, as de maior representação dentro de cada concepção abordada.

---

<sup>2</sup> É o termo usado para descrever a aquisição de uma resposta operante. Quando a apresentação de um reforço positivo ou remoção de um reforçador negativo é tornada dependente da resposta, a resposta torna-se condicionada, ou aumenta (normalmente) em intensidade, frequência, magnitude ou algum outro modo observável.

<sup>3</sup> Behaviorismo – do inglês, quer dizer comportamento.

**Tabela 2: Os três grandes grupos da Teoria da Aprendizagem e seus principais autores**

<b>CORRENTES/ ESCOLAS</b>	<b>PRINCIPAIS AUTORES</b>	<b>CONCEPÇÃO DO INDIVÍDUO</b>	<b>ENFOQUE PRINCIPAL</b>
<b>Associacionismo</b>	<b>Skinner Thorndike Watson Pavlov</b>	O indivíduo é o objeto da relação, pois seu comportamento é controlado por suas conseqüências	Estudo dos comportamentos observáveis e mensuráveis do indivíduo, como resposta aos estímulos externos, desconsiderando os aspectos mentais.
<b>Cognitivismo</b>	<b>Piaget</b>	O indivíduo é o sujeito da relação, pois seu comportamento é resultado da interação com o meio do mesmo nível cognitivo.	Enfatiza uma concepção de desenvolvimento envolvendo um processo contínuo de todos entre o organismo vivo e o meio ambiente.
<b>Sócio- interacionismo</b>	<b>Vygotski</b>	O indivíduo constitui-se como sujeito na sua relação com o outro social, pois seu comportamento é resultado da interação com indivíduos mais experientes.	Estudo do indivíduo como pessoa. Seu comportamento é reflexo de um conjunto de aspectos importantes, dentre estes o social e o cultural.

### 2.1.1. Concepção I – Associacionismo

Corrente teórica, cuja origem baseia-se na doutrina filosófica surgida na Idade Moderna, a qual defende a concepção de que as idéias presentes no pensamento se encontram relacionadas, de diversas maneiras, umas às outras (ALMEIDA, 1999).

O primeiro filósofo a apontar a existência de associações entre as idéias e imagens formadas por nossa mente foi Aristóteles, através do silogismo de Aristóteles. A afirmação de conexões intrínsecas às idéias constitui a base de uma tentativa de estender a compreensão mecanicista e causal da realidade, oriunda dos progressos das ciências

naturais, à esfera psíquica. O Silogismo, ou leis de associação, utiliza determinados princípios para relacionar diferentes idéias uma com as outras, ou diferentes experiências (ALMEIDA, 1999).

As teorias pertencentes à essa escola obedecem ao paradigma chave do ambiente como controlador do comportamento e da aprendizagem dos organismos. Sendo assim, não existe diferença entre físico e psicológico na sua concepção de ambiente. Isso implica que os indivíduos tem a mesma capacidade de percepção do meio que os cerca, não havendo nenhuma diferença perceptual (ALMEIDA, 2001).

A percepção é tida como um processo de captação de todos os aspectos do meio físico aos quais o organismo é sensível, onde sensação e significados são etapas distintas. Nesse sentido, os condicionamentos anteriores são os responsáveis pelo foco particular dos objetos.

A relação do organismo com seu meio é considerada como um processo de causa (estímulo) e efeito (resposta), ocorrendo de forma alternada, iniciando com a reação do organismo, que responde de acordo com seus reflexos instigados nesse momento. Essa concepção visualiza o organismo como um elemento passivo, que emite comportamento com base em reações à estímulos do meio.

A experiência para os associacionistas não é considerada como um fator relevante aos estudos científicos, sendo conceituada como, um mero processo de atividades de condicionamento, onde o organismo adquire um novo comportamento, ou seja, uma nova resposta (ALMEIDA, 1999).

#### 2.1.1.1. Edward Lee Thorndike (1874-1949):

Psicólogo Americano, nascido em Williamsburg, Massachussetts, estudou nas Universidades de Wesleyan, Harvard e também em Columbia, na qual trabalhou como professor na área de psicologia educacional desde 1899, até sua aposentadoria em 1940. Também foi diretor da divisão de psicologia no Institute of Education Research at Teachers College (ENCARTA, 2001).

Considerado como o sistematizador da Psicologia Educacional, elaborou através de experimentos com animais utilizando métodos de tentativa-erro (ou estímulo-

resposta) a Teoria Conexionista da Aprendizagem. Os conexionistas também são conhecidos como funcionalistas modernos, associacionistas modernos ou psicólogos estímulo-e-resposta, tendo sido influenciados pelas idéias do associacionismo tradicional do séc. XIX, bem como pela teoria de Darwin<sup>4</sup> (CAMPOS, 1997).

A teoria conexionista está fundamentada no elemento base conexão<sup>5</sup>, constituindo-se a responsável pela definição da probabilidade de um dado estímulo provocar uma determinada resposta. Essas conexões se fazem entre células nervosas, pelo mecanismo da sinapse<sup>6</sup> (CAMPOS, 1997).

Thorndike impressionado com o resultado de seus experimentos com animais, ao verificar que eles tendem a repetir comportamentos que foram recompensados, aprofundou suas pesquisas e elaborou a tão conhecida *Lei do efeito*, que dita que quando uma conexão modificável entre uma situação e uma resposta é acompanhada por uma situação satisfatória, a conexão é aumentada. Quando o feito é seguido de uma situação não agradável, a intensidade é diminuída (ENCARTA, 2001).

A aprendizagem, segundo os conexionistas, obedece a essa lei principal que pode ser dividida em três leis primárias: (1) lei do exercício, (2) lei do efeito e a (3) lei da predisposição, ou prontidão (CAMPOS, 1997).

A primeira dita que as conexões são fortalecidas ou enfraquecidas proporcionalmente à sua prática, ou seja, quanto mais elas são exercitadas mais fortes se tornam e serão assim mais utilizadas pelo sujeito, bem como seu oposto. A associação exercitada mais recentemente sob idênticas condições será mais forte no conjunto de repertório de respostas do sujeito.

Para a segunda, dada uma determinada situação e suas respostas, as que são seguidas por um estado de recompensa serão fortalecidas e consideradas respostas habituais para essa situação. Thorndike afirmou que os efeitos da recompensa por uma resposta certa ao problemas são muito mais poderosos do que os efeitos da punição pela

---

<sup>4</sup> Charles Darwin apresentou em 1858 sua teoria de evolução através de seleção natural simultaneamente com outro naturalista inglês Alfred Russel Wallace. Estes estudos demonstraram a existência de inúmeras variações apresentadas em indivíduos de cada espécie, as quais representam as características diferentes que determinam a condição de adaptação e sobrevivência no meio ambiente. Segundo Darwin, sobrevive o indivíduo que possui as características que melhor se adaptam ao ambiente. É a teoria da seleção natural das espécies.

<sup>5</sup> Para Thorndike, conexão é a resultante do processo de associação entre a situação real, considerada como o estímulo ou fator influenciador da pessoa, e de sua resposta, que é a condição do organismo no ambiente.

resposta errada, constatando que o efeito de prazer (recompensa) é o que fixa o acerto (resposta) acidental.

**Tabela 3: A lei do efeito**

<b>AGRADÁVEL</b>	<b>DESAGRADÁVEL</b>
Sucesso	Obstáculo
Comportamento se repete	Comportamento não se repete

Fonte: FERREIRA (2001, P.01)

A terceira lei esclarece que um conjunto de respostas obtidas pode ser unida para satisfazer alguma meta que vai resultar em aborrecimento, se bloqueada. Trata-se de uma lei que prepara para a ação, ou seja, quando a conexão estabelecida é considerada pronta para entrar em ação, o ato de agir gera assim um estado de satisfação. No entanto, se o indivíduo não executa a ação, isso gera um estado de desagrado.

Um dos principais estudos de Thorndike é a *caixa quebra-cabeças*, onde um gato deve aprender a escapar deste ambiente por uma porta que se abre ao pressionar uma alavanca situada dentro da caixa. Após muita tentativa e erro, o gato aprende a associar que a porta se abre (resposta) quando a alavanca é pressionada (estímulo), sendo assim estabelecida a conexão (R-E) através do estado satisfatório obtido pela fuga da caixa pelo gato (recompensa) (ENCARTA, 2001).

Em geral, os associacionistas consideram o homem como uma máquina, que opera com certa regularidade de acordo com princípios estabelecidos (CAMPOS, 1997). Através do condicionamento da máquina, o comportamento é dirigido, ou seja, o homem tem seu comportamento regulado a um aspecto previsível em virtude de uma série de reflexos aprendidos e dinamizados toda vez que os estímulos são provocados.

A aprendizagem para Thorndike é portanto, um processo reativo onde o organismo aprende, reage ou responde aos estímulos do ambiente. A motivação é, nesse contexto, causada por forças exclusivamente externas, tendo sua base estipulada na recompensa, ou no estado de satisfação.

A conduta desejada no estudante é conseguida através da liberação de recompensas em quantidade suficiente na medida que as respostas consideradas

---

<sup>6</sup> São conexões utilizadas para ligar as várias unidades neurais, por onde os impulsos são transmitidos entre os neurônios componentes de uma rede.

adequadas são dadas, aumentando assim a força das conexões obtidas e consequentemente a motivação pelo estudo (CAMPOS, 1997).

Para os conexionistas, a aprendizagem não é um processo criativo, não exigindo do aprendiz a compreensão das relações causais. Ela é apenas a formação de ligações entre os neurônios, por isso é vista como um processo de formação de hábitos. As funções subjetivas (julgamento, raciocínio, compreensão, significado, dentre outros) são resultado da formação das conexões, de caráter apenas neurológico e mecânico (CAMPOS, 1997).

A aprendizagem é o resultado da seleção de reações já existentes no sistema nervoso, através das conexões estabelecidas pelo exercício, as quais serão escolhidas tendo em vista sua condição de fortalecimento ou enfraquecimento durante o exercício da situação problema. As conexões consideradas mais prazerosas serão fortalecidas e terão maior probabilidade de serem selecionadas na resolução de outros problemas, do que as que geraram insatisfação que tendem a serem eliminadas.

Assim sendo, podemos concluir que os principais fundamentos desta teoria são (CAMPOS, 1997):

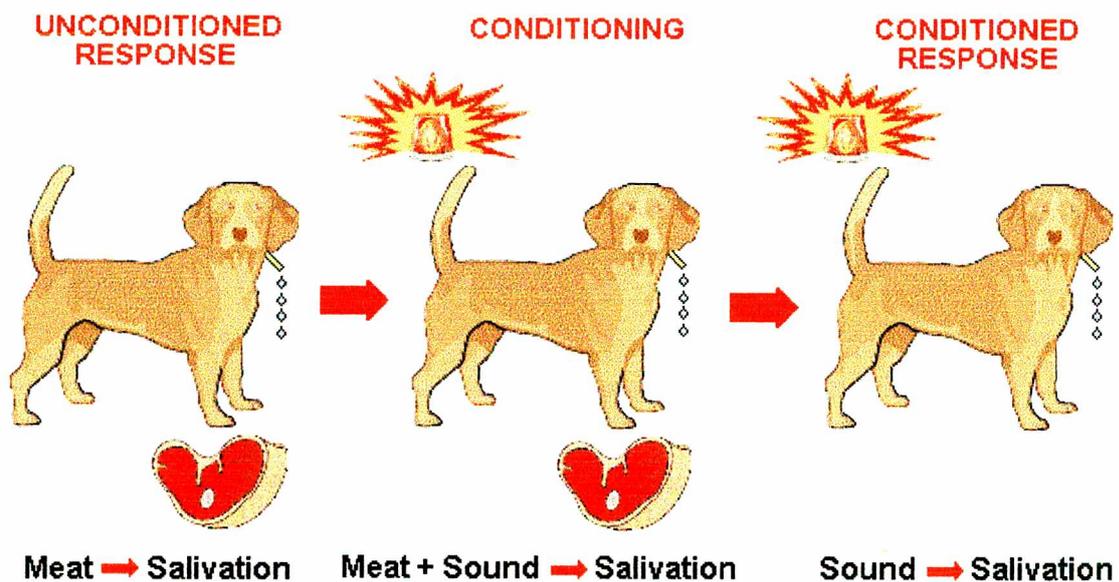
1. O aprendizado requer prática e recompensas, ou seja, para que o processo de aprendizagem aconteça é necessário exercitar as conexões, bem como fortalecer, através de recompensas, as respostas positivas obtidas;
2. Várias conexões E-R podem ser unidas se elas pertencem à mesma seqüência de ação;
3. A transferência de aprendizado ocorre por causa de situações anteriormente encontradas, ou seja, os elementos aprendidos numa situação podem ser usados em outra, em virtude da semelhança entre as situações; e
4. A inteligência tem aspecto quantitativo, pois é resultante do número de conexões aprendidas, ou seja, é considerado mais inteligente o indivíduo que consegue estabelecer um número maior de conexões, pois possui um conjunto maior de soluções à sua disposição para utilizar quando apresentado a um estímulo (problema).

### 2.1.1.2. Ivan Petrovich Pavlov (1849-1939)

Fisiologista russo, nascido em Ryazan, estudou na Universidade de São Petersburgo, onde trabalhou antes da Revolução Russa, como Diretor do Departamento de Filosofia. Também trabalhou como professor de medicina na Academia Militar de Medicina. Foi um dos primeiros a realmente abordar científica e objetivamente o estudo da aprendizagem, fornecendo um modelo que podia ser verificado e explorado de inúmeras maneiras, através da metodologia da fisiologia e, por isso é considerado como fundador da Psicologia Científica (ENCARTA, 2001).

Dentre suas experiências mais conhecidas temos a demonstração dos reflexos condicionados em cães (Fig. 2), cujo trabalho aplicado às glândulas digestivas recebeu o Prêmio Nobel em 1904, na categoria da medicina fisiológica (AMARAL e SABBATINI, 2001).

**Figura 2: A Experiência de Pavlov: Cão x saliva x campainha**



Fonte: AMARAL e SABBATINI (2001)

A experiência consiste em três momentos. O primeiro em apenas apresentar o pedaço de carne ao cão, provocando salivação. No segundo momento, Pavlov inicialmente tocou uma campainha para verificar qual o comportamento do cão frente a

este estímulo. Este apenas olhava para localizar de onde vinha o som, originando uma reação de orientação. Depois, Pavlov passou a tocar a campainha toda vez que apresentava o pedaço de carne ao cão. Após algumas repetições, o cão associou o som da campainha ao apresentar da carne. No terceiro momento, o simples som da campainha sem a apresentação da carne, passou estimular o organismo do animal como se ela já estivesse presente, provocando a salivação. Um estímulo sonoro que antes não era relacionado com a alimentação, passou a ser capaz de provocar mudanças digestivas (AMARAL e SABBATINI, 2001).

Através de suas pesquisas, Pavlov descobriu o reflexo condicionado e formulou a teoria do reflexo, também conhecida como teoria do condicionamento clássico, teoria do reflexo condicionado ou reflexológico (CAMPOS, 1997), a qual esta fundamentada em três aspectos importantes (FERREIRA[2], 2001):

1. A espécie animal responde aos estímulos do ambiente de forma incondicionada;
2. É possível condicionar a resposta a partir de estímulos neutros, modificando o comportamento incondicionado;
3. Os estímulos neutros passam a ser estímulos condicionados.

Uma das principais características do reflexo condicionado, ou o condicionamento clássico, é o fato da recompensa (no caso da experiência, a carne) ou o reforço (quando a situação em questão gera sentimento desagradável) aparecer **antes** da resposta ser emitida. O que difere do condicionamento instrumental, ou operante, proposto por Skinner em sua teoria, a qual trataremos a seguir (CAMPOS, 1997).

Segundo AMARAL e SABBATINI (2001), para que surja um reflexo condicionado é preciso que existam certas condições:

1. Repetição da reação entre o agente indiferente (neutro) e o estímulo incondicionado (no caso, o som da campainha e a apresentação da carne), a fim de permitir que os fatores operem;
2. O agente indiferente (a campainha) deve preceder em pouco tempo o estímulo incondicionado para que a reação condicionada se estabeleça;
3. Não devem acontecer outros estímulos naquele momento, para não provocar inibição de causa externa. Pavlov descobriu que tanto a ação quanto a inibição podem ser aprendidas;

4. É necessário um reforço periódico para manter a existência do reflexo condicionado

Além dessas condições, CAMPOS (1997) enumera mais duas outras:

1. É necessário que no organismo já existam respostas incondicionadas naturais bem estabelecidas a fim de serem trabalhadas; e
2. O organismo deve estar predisposto e motivada a participar, como no caso da experiência com o cão, que estava com fome.

Dessa forma, podemos então ilustrar a Teoria de Pavlov segundo a tabela 3, onde um estímulo indiferente a uma determinada resposta natural do organismo ao ser combinado com um estímulo que é capaz de ativar um reflexo incondicionado, gera uma resposta incondicionada. Após algumas repetições, o estímulo antes indiferente ao organismo será capaz de provocar sozinho, a mesma resposta, considerada agora como condicionada. Esses estímulos indiferentes podem vir tanto do meio externo (estímulos sonoros, luminosos, olfativos, táteis, térmicos) como do meio interno (vísceras, ossos, articulações). As respostas condicionadas podem ser excitadoras (com aumento de função) ou inibidoras (com diminuição de função) (CAMPOS, 1997).

Outra experiência de Pavlov com reflexos condicionados utilizando cães é o estudo da reação de seu organismo quanto ao estímulo insulina e assobio. Fazendo com que o cão ouça um assobio antes de lhe aplicar injeção de insulina, a hipoglicemia que surge em decorrência da ação da insulina passará a surgir, depois de algum tempo, pela simples audição do assobio. O metabolismo do animal foi portanto, condicionado a responder ao estímulo sonoro, como qual antes, em condições normais, não possuía nenhuma relação (ENCARTA, 2001).

Para a Teoria Pavloviana, o processo de aprendizagem por condicionamento ocorre quando o organismo reage a um estímulo que era neutro a seu organismo antes de ser condicionado, em substituição a um estímulo natural. Trata-se de uma mudança no comportamento natural do organismo, tendo em vista o condicionamento a outros estímulos que lhe eram indiferentes (CAMPOS, 1997).

**Tabela 4: Ilustração da Teoria de Pavlov**

Situação 1:

<b>ESTÍMULO DO AMBIENTE</b>	<b>RESPOSTA</b>
Alimento	Salivação

Situação 2:

<b>ESTÍMULO DO AMBIENTE</b>	<b>ESTÍMULO NEUTRO</b>	<b>RESPOSTA</b>
alimento	Campainha	salivação

Situação 3:

<b>ESTÍMULO CONDICIONADO</b>	<b>RESPOSTA</b>
Campainha	Salivação

Fonte: <http://penta.ufrgs.br/~jairo/1pavlov1.htm> (02/02/01)

A principal diferença entre o associacionismo pavloviano e de Thorndike, consiste na associação dos novos estímulos. Enquanto que na teoria do reflexo condicionado os novos estímulos (antes neutros) são associados a respostas incondicionadas, visando assim superar os limites dos estímulos anteriores, na teoria de Thorndike a idéia consiste em buscar a experimentação do efeito das recompensas e punições sobre a resposta dada a um determinado estímulo (CAMPOS, 1997).

É importante ressaltar sobretudo, que o objetivo principal da teoria de Pavlov não é explicar a aprendizagem como um todo, mas sim estabelecer suas condições específicas, principalmente as que envolvem reações emocionais como medos, repugnância, dentre outras, e os fatores fundamentais na formação de hábitos (CAMPOS, 1997).

### 2.1.1.3. Frederic Burrhus Skinner (1904 – 1990):

Psicólogo norte-americano, nascido na Susquhanna, Pensilvânia. Estudou em Harvard, onde também lecionou durante o período de 1931 a 1974. Profundamente influenciado por Thorndike, Pavlov e Watson<sup>7</sup>, caracteriza-se como grande defensor do neo-behaviorismo, que transformou o behaviorismo clássico num sistema mais minucioso experimentalmente (ENCARTA, 2001).

A teoria proposta por Skinner, denominada de Teoria do Condicionamento (ou do comportamento) operante<sup>8</sup>, neo-behaviorismo, e muitas vezes somente behaviorismo de Skinner, preocupa-se em explicar os comportamentos observáveis do sujeito, desprezando a análise de outros aspectos da conduta humana como o seu raciocínio, os seus desejos e fantasias, os seus sentimentos. O papel do ambiente é, dentro desse contexto, muito mais importante do que a maturação biológica, pois são os estímulos presentes numa dada situação que levam ao aparecimento de um determinado comportamento. Assim sendo, o foco do estudo dessa teoria é a saída do processo de aprendizagem, constituindo-se como uma resultante da mudança no comportamento do indivíduo (CAMPOS, 1997).

Segundo Skinner, existem dois tipos de comportamento (CAMPOS, 1997):

1. Comportamento respondente: são reflexos ou respostas inatas que podem ser eliciadas por estímulo ambiental (na presença de determinados estímulos).
2. Comportamento operante: é aquele cuja frequência foi aumentada ou diminuída como resultado das consequências daquele comportamento (o indivíduo atua no meio).

---

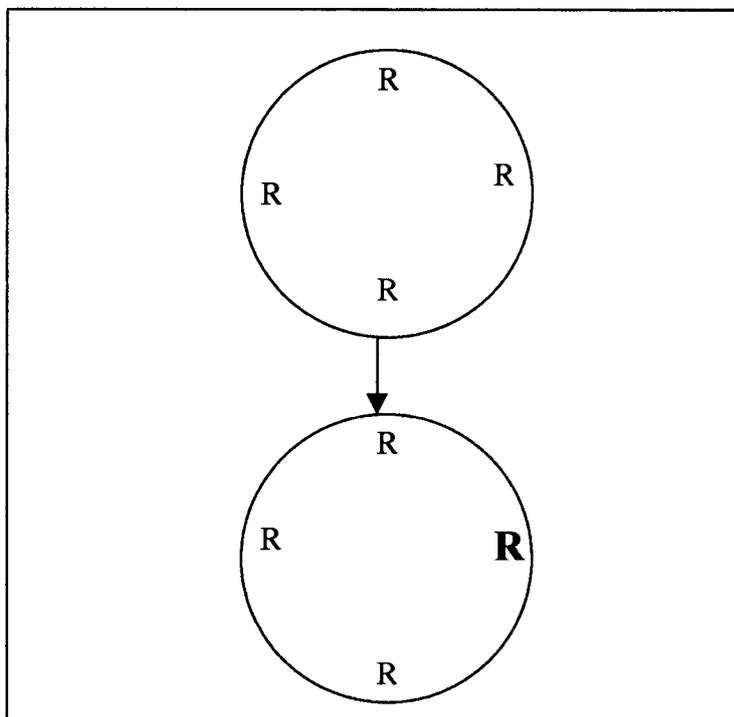
<sup>7</sup> John Broadus Watson (1878-1958) foi o precursor do behaviorismo, no início do século 20. Psicólogo americano, nascido em Greenville, SC, estudou na Universidade de Chicago e se tornou professor de Psicologia na Universidade John Hopkins (1908-20). Em um período no qual o paradigma dominante da psicologia estava fundamentado na subjetividade e nos métodos introspectivos, Watson propôs que os estudos da psicologia científica deveriam ser realizados utilizando somente procedimentos objetivos tais como experimentos em laboratórios designados para estabelecer resultados estatisticamente significantes. Essa visão o conduziu a formular a teoria psicológica de estímulo-resposta, onde todas as formas complexas de comportamento (emoções, hábitos e outros) eram vistos como composições simples de músculos e elementos glandulares que podiam ser observados e medidos, ou seja, as reações emocionais eram aprendidas do mesmo modo que as outras habilidades. Sua teoria também conhecida como behaviorismo clássico, influenciou profundamente as pesquisas no campo das atividades de aprendizagem em animais e humanos, fundamentando o estudo do comportamento e aprendizagem tendo como base experimentos de laboratório, ao invés de apenas observações introspectivas (ENCARTA, 2001).

<sup>8</sup> é o termo usado para descrever a unidade do comportamento em condicionamento operante. Formalmente, um operante é uma classe de comportamentos que afetam o ambiente de alguma maneira.

Para os psicólogos seguidores da teoria Skinneana, os dois tipos de comportamento podem ser condicionados, mas o foco principal dos estudos reside no condicionamento operante (CAMPOS, 1997).

Dessa forma, o comportamento é um complexo conjunto de movimentos integrados evidentes. Esses movimentos são definidos como operantes, exceto no condicionamento respondente (reflexo). Ou seja, normalmente o organismo possui um vasto número de operantes (resposta) com uma probabilidade estatística essencialmente igual de serem emitidas. A medida que a resposta emitida é reforçada, sua exibição passa a ter uma maior probabilidade de ser exibida novamente, sob as mesmas condições, do que qualquer operante incondicionado (Fig.3) (PITTENGER e GOODING, 1977).

**Figura 3: Aumentando a velocidade da resposta de um operante específico através de um reforçamento seletivo.**



Fonte: PITTENGER e GOODING (1977, p.80)

Insatisfeito com a imprecisão da linguagem e metodologia usada por Thorndike e seus seguidores, Skinner reviu a Lei do Efeito, adotando a concepção de que o comportamento do homem está relacionado com as conseqüências obtidas em comportamentos semelhantes ocorridos anteriormente. Dentro dessa concepção, o termo reforço<sup>9</sup> é visto sob o prisma de que o estímulo importante é o que se manifesta **após** a resposta e não o que acontece antes. Assim sendo, torna-se fortalecida a *tendência geral* de produzir a resposta e não a *resposta específica* propriamente dita (PITTENGER e GOODING, 1977).

Existem dois tipos de reforços, segundo CAMPOS (1997):

- a) **Reforço Positivo**: é aquele que apresentado a uma situação favorece o surgimento da resposta operante, ou seja, consiste em adicionar alguma coisa, ocorrendo quando o comportamento é intensificado pela apresentação de um estímulo seguido pelo comportamento dele dependente, ou seja, aumenta a força da contingência (conexão resposta-estímulo);
- b) **Reforço Negativo**: é um estímulo que, removido, fortalece a probabilidade de uma resposta operante, ou seja, consiste em retirar alguma coisa, ocorrendo quando o comportamento é intensificado pela remoção de um estímulo (reforço negativo) do qual dependa o comportamento, a medida que aumenta a probabilidade de ocorrência de uma certa resposta.

Os tipos de reforço ainda podem ser classificados também, de acordo com o tempo em que ocorrem (CAMPOS, 1997):

- a) **De Intervalo**: é o reforço intermitente apresentado em intervalos fixos de tempo (de 5 em 5 minutos, por exemplo).
- b) **De Razão**: o reforço é apresentado em intervalos de tempo padrão, após um número x de respostas.

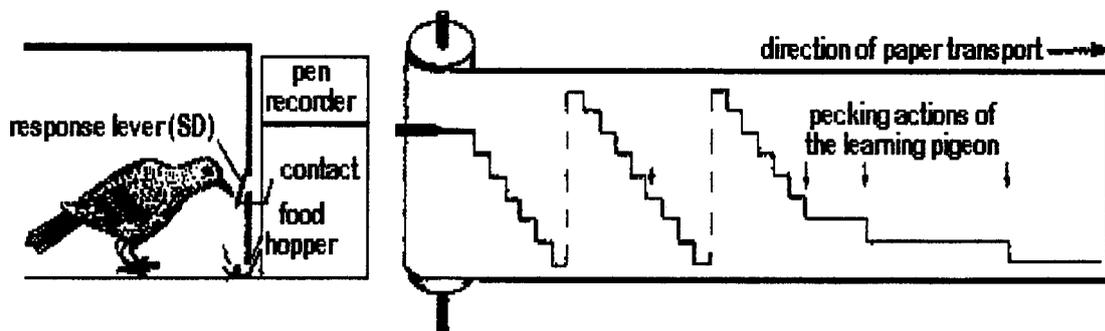
Um dos experimentos mais comuns da teoria do comportamento operante é denominado *câmara de Skinner* (Fig. 4). Trata-se de um compartimento onde uma ave é colocada com a finalidade de acionar uma resposta (bicar um disco ou tecla). O aparelho é preparado de modo que cada vez que a ave responde, recebe algum alimento.

---

<sup>9</sup> **Reforço** é um processo pelo qual um comportamento é reforçado de acordo com suas conseqüências.

Um ponto importante a ressaltar nesse estudo é que o pássaro é mantido com um peso 75 a 80% do normal, evitando a possibilidade de recusa do alimento. Quando o alimento é fornecido em decorrência à resposta dos pássaros, a frequência da resposta aumenta gradualmente até atingir um estado estável (THE SKINNER BOX, 2001).

**Figura 4: A Caixa de Skinner**



Fonte: [http://www.biozentrum.uni-](http://www.biozentrum.uni-wuerzburg.de/genetics/behavior/learning/SkinnerBox.html)

[wuerzburg.de/genetics/behavior/learning/SkinnerBox.html](http://www.biozentrum.uni-wuerzburg.de/genetics/behavior/learning/SkinnerBox.html) (23/01/01)

Como vimos, as mudanças no comportamento podem ser provocadas através do reforço positivo ou negativo. No entanto, quando o objetivo é eliminar completamente um comportamento inadequado, o procedimento adotado é a extinção. Esse procedimento pode ser usado em dois sentidos no condicionamento operante. Ao se referir a um arranjo experimental onde o experimentador remove as contingências que condicionaram a resposta, ou seja, no caso do experimento com a caixa de Skinner a comida não é apresentada depois que os pombos bicam o disco. Ou o termo extinção é também usado para descrever o efeito usual deste cenário: uma diminuição gradual na taxa, frequência, magnitude, dentre outros, da resposta (PITTENGER e GOODING, 1977).

A extinção consiste portanto, em retirar do ambiente as conseqüências que mantém o comportamento indesejável, assim, quando uma criança faz bagunça em sala de aula para chamar a atenção da professora, se ela não demonstrar nenhuma atitude, é provável que a criança pare de fazer bagunça. Se o indivíduo não obtém resposta a um determinado comportamento, eventualmente ele para de realizá-lo, ou seja, quando não existe mais o reforço, a resposta vai acontecendo com frequência cada vez menor (CAMPOS, 1997).

Um outro ponto de que trata a Teoria de Skinner é o fenômeno da generalização. Um comportamento (associado a um determinado estímulo) apresenta uma tendência a reaparecer, quando estímulos semelhantes aos que originalmente foram condicionados produzem as mesmas respostas. Cor, forma e tamanho são então características importantes para que haja percepção de semelhança e generalização de comportamentos. Um caso real a exemplificar é o que ocorre com uma criança que aprendeu a palavra cachorro associada a um animal de quatro patas. Inicialmente ela vai usar essa palavra para nomear outros animais de quatro patas, além dos cachorros. Depois as características definidoras de um cachorro, como o latido, são logo compreendidas e a criança passa a discriminar corretamente as várias espécies de animais (PITTENGER e GOODING, 1977).

Para o behaviorista, a personalidade constitui-se como um sistema de hábitos, os quais se apresentam como organizações de reflexos condicionados. O comportamento é sempre resultado de associações estabelecidas entre algo que provoca (um estímulo antecedente) e algo que o segue e o mantém (um estímulo conseqüente). Nesse sentido, os fatores ambientais são de suma importância, sendo o homem um produto do ambiente (PITTENGER e GOODING, 1977).

É necessário colocar a importância do estado fisiológico e psicológico do organismo para que esse paradigma behaviorista funcione. Pois o excesso ou a carência de um fator estudado altera os resultados esperados. Por exemplo, crianças com fome tornam-se apáticas e não prestam atenção aos estímulos, não percebendo as associações que estes provocam. “Para que a aprendizagem ocorra é preciso, portanto, que se considere a natureza dos estímulos presentes na situação, tipo de resposta que se espera obter e o estado físico e psicológico do organismo.” (DAVIS e OLIVEIRA, 1994, p.33).

De um modo geral, Skinner declarou em sua teoria que no momento que ocorrer uma reação, e esta for reforçada, o sujeito apresentará uma tendência a apresentar o mesmo comportamento. Negando o reforço ou castigando o sujeito, a reação tenderá a desaparecer. “A aprendizagem, nessa visão, pode assim ser entendida como o processo pelo qual o comportamento é modificado como resultado da experiência.” (DAVIS e OLIVEIRA 1994, p. 33). O filho será elogiado pelo pai quando fornecer a resposta esperada; assim sendo, ao manifestar o comportamento desejado pelo pai recebe o

prêmio (o reforço positivo), aprendendo a buscar esse incentivo positivo com diferentes tipos de comportamento.

Um educador skinneriano, utilizando como ferramenta o reforço operante, deve provocar a reorganização ordenada de operantes de seus alunos, modelando a personalidade e integrando os elementos ocasionais do comportamento, através do reforçamento de aproximações sequencialmente adequadas do comportamento desejado. Nessa perspectiva, através de um processo gradual, as respostas que se assemelham cada vez mais ao comportamento terminal desejado são sucessivamente repetidas até que sejam de fato condicionadas (CAMPOS, 1997).

Dessa forma, um dos principais méritos advindos da introdução dessa teoria na sala de aula foi a valorização do planejamento de ensino, bem como do papel do professor como elemento responsável por esse processo. Através do planejamento as condições propícias para o sucesso da aprendizagem podem ser elaboradas, organizadas e mais facilmente executadas, e é o professor o elemento responsável pela organização e sucesso desse processo. Para tanto, ele pode utilizar certos artifícios para reforçar positivamente os comportamentos esperados de seus alunos, dentre estes citamos elogios, notas, diplomas, assim como, premiação pela entrega de lições caprichadas e concebidas como corretas (DAVIS e OLIVEIRA, 1994).

As principais críticas a essa teoria é quanto a visão de homem como indivíduo passivo e a ênfase ao aspecto tecnológico da educação. O homem não é um indivíduo que pode ser manipulado e controlado através das alterações em seu meio. Dessa forma, aspectos como espontaneidade e novas formas de comportamento não conseguem ser abordados, acarretando um excessivo diretivismo no processo de aprendizagem. A preocupação maior está em planejar e estruturar as situações de ensino, deixando de lado a reflexão filosófica de sua prática, recorrendo constantemente dessa forma a recursos audiovisuais. O planejamento do ensino, dentro dessa concepção teórica, não se constitui como uma atividade cognitiva de pesquisar condições de aprendizagem para se tornar uma atividade formal e inflexível de colocar os projetos de aula como uma fórmula padronizada. O ensino resulta do arranjo e planejamento de reforços através dos quais o aluno é levado a adquirir ou modificar um comportamento (DAVIS e OLIVEIRA, 1994).

## 2. 2. 2. Conceção II- Cognitivismo

A abordagem cognitivista<sup>10</sup> se contrapõe à visão associacionista no momento em que percebe o ambiente sob o aspecto da realidade psicológica, ou seja, vislumbrando os objetos com relação à situação total em que estes se apresentam. Dessa forma, essa concepção procura retomar aspectos referentes aos processos mentais humanos não abordados pela escola anterior, ou seja, o foco deixa de ser apenas no comportamento humano, para englobar a compreensão da mente (CAMPOS, 1997).

Segundo PALHEIROS (2001), as características principais do movimento cognitivista, são:

- O processo de aquisição do conhecimento, a organização da conduta e a interação social são visualizados como regras;
- Os processos construtivos são caracterizados como processos cognitivos, tendo o sujeito um papel ativo e relevante à sua atividade;
- A conduta inclui um caráter intencional e prospectivo;
- A consciência é percebida como instância biológica e social responsável pela doação de sentido aos estímulos que nos atingem.

Para os cognitivistas, a aprendizagem não é uma simples reação mecânica como resposta a um determinado estímulo provocado pelo meio. Existem outros fatores característicos do indivíduo entre esse estímulo e sua resposta (CAMPOS, 1997).

A experiência física e lógico-matemática é um processo contínuo, que envolve o agir com um propósito, antecipando as prováveis conseqüências da ação. Cada passo no presente influenciará nas experiências futuras de curto a longo prazo, e é influenciado por fatos do passado, contradizendo a concepção associacionista de atividade isolada do organismo (PALHEIROS, 2001).

O aprendizado é construído pelo indivíduo, ao longo da sua existência, apresentando-se como orientador de suas respostas a determinados estímulos. Dessa forma, o indivíduo é considerado nessa concepção como um sistema aberto, em um

---

<sup>10</sup> Cognição ou processos (estruturas) cognitivos: é o principal objeto de estudo da corrente cognitivista, correspondendo ao conjunto dos atos e dos processos de conhecimento humano e aquisição de informação, através do qual o universo de significados do indivíduo têm origem.

processo progressivo de desenvolvimento e de adaptação, balizando-se em experiências anteriores para a construção de novos conhecimentos (CAMPOS, 1997).

A interação é um processo de participação mútua e simultânea entre o organismo e o meio. O indivíduo ao interagir com o seu meio está relacionando a si mesmo, com a própria interpretação do ambiente ao seu redor, que apresenta-se como um meio psicológico. Nesse meio, as interações feitas pelo indivíduo estão fundamentadas em seu campo perceptual, ou seja, em suas próprias experiências. Visando satisfazer seus propósitos, ele usa e interpreta seu ambiente, em um processo de mudanças e interações mútuas (PITTENGER e GOODING, 1977).

A percepção é vista como um conjunto de sensação e significados, sendo assim altamente seletiva. Em sua busca pela satisfação de seus objetivos, o indivíduo procura os aspectos do ambiente que o ajudarão, não esquecendo do foco na situação total. Ou seja, o modo de visualizar o ambiente está diretamente ligado aos significados atribuídos pelo indivíduo às coisas pertencentes a este mesmo meio. Dentro dessa perspectiva, a satisfação é o resultado da comparação entre aspectos internos e pré-existentes com os elementos resultantes da transação, ou seja, o indivíduo satisfeito é aquele que após confrontar suas referências internamente estabelecidas com o resultado real de determinada ocorrência, percebe em seu julgamento um resultado superior ao esperado, obtendo portanto benefícios, e vice-versa (PITTENGER e GOODING, 1977).

Os cognitivistas acreditam que a aprendizagem é uma atividade funcional, criadora e exploradora, pressupondo uma mudança interior resultado da experiência dos indivíduos em seu processo interativo com o ambiente. Ocorre quando novos conhecimentos são adicionados às estruturas cognitivistas existentes pelo reconhecimento das relações entre o que já é conhecido e o que está sendo aprendido. A medida que o indivíduo toma consciência de sua posição no ambiente, vai estabelecendo significados à realidade em que se encontra (CAMPOS, 1997).

#### 2.2.1.1. Jean Piaget (1896-1980)

Nascido em Neuchâtel, na Suíça, faleceu aos 83 anos, deixando uma imensa produção composta por mais de 70 livros e de 200 artigos. Formado em Biologia e

Filosofia, se dedicou a investigar cientificamente o processo de construção do conhecimento nos seres humanos (ENCARTA, 2001).

Em seus estudos de Biologia, comprovou que os organismos vivos têm a capacidade de se adaptar geneticamente a um novo ambiente, escolhendo eles mesmo os meios dessa adaptação. Ao aplicar esses estudos no campo do conhecimento humano, concluiu assim que também existe uma relação evolutiva entre o sujeito e o seu ambiente. As formas de conhecer são construídas na interação com o meio, com o objeto, não estando pré-determinado nem nos sujeitos, nem nas condições ou características do conhecimento. Desse modo, criou uma estrutura teórica chamada de Epistemologia Genética (CAMPOS, 1997).

Por volta de 1905, Piaget, junto com dois psicólogos franceses, tentou elaborar um instrumento para medir a inteligência das crianças que freqüentavam as escolas francesas, o teste de Binet-Simon<sup>11</sup>. Foi analisando o resultado da aplicação desse teste que ele percebeu que as respostas infantis erradas, só eram assim consideradas porque estavam sendo analisadas pela lógica do pensamento adulto, quando na verdade seguiam uma outra lógica, própria das crianças. Assim sendo, as crianças possuem uma própria lógica de funcionamento mental, diferente qualitativamente da lógica mental do adulto (ENCARTA, 2001).

Por se dedicar ao estudo do modo como o ser humano constrói conhecimentos em interação com o meio social e natural, sua teoria é conhecida como **Teoria Construtivista Interacionista, Teoria da Equilibração** ou **Teoria Cognitiva** (CAMPOS, 1997).

A noção de equilíbrio é o alicerce da teoria de Piaget. Todos os organismo procuram manter um estado de equilíbrio ou de adaptação com o seu meio ambiente, procurando superar as perturbações estabelecidas. Esse processo é denominado de equilíbração<sup>12</sup>. Através desse modelo, Piaget demonstrou como o processo de aprendizagem ocorre em decorrência das mudanças ou aquisição das estruturas cognitivas do indivíduo (CAMPOS, 1997).

---

<sup>11</sup> Este instrumento foi o primeiro teste destinado a fornecer a idade mental de um indivíduo e é até hoje utilizado, lógico que depois de sofrer algumas atualizações e adaptações.

<sup>12</sup> É o processo da passagem de uma situação de menor equilíbrio para uma de maior equilíbrio.

A construção do conhecimento ocorre quando acontecem ações físicas ou mentais sobre objetos que, provocando o desequilíbrio, resultam em assimilação<sup>13</sup> ou, acomodação<sup>14</sup>, produzindo construção de esquemas<sup>15</sup> ou conhecimento. Portanto, assimilação e acomodação são fases que Piaget destaca como importantes no processo de aprendizagem do indivíduo, sendo estas responsáveis pela mudança das estruturas cognitivas (PALHEIROS, 2001).

Em outras palavras, não existe um novo conhecimento sem que o organismo já possua um conhecimento prévio a ser trabalhado. Esse conhecimento poderá ser trabalhado através da assimilação, na medida que a realidade do meio é incorporada às estruturas existentes, e, através da acomodação, quando o meio modifica as estruturas do indivíduo. Esses processos visam a adaptação do indivíduo ao meio, em busca do equilíbrio. Piaget não despreza os fatores sociais, apenas não os trata de forma ampla e profunda (CAMPOS, 1997).

Piaget concebeu a inteligência como o mecanismo de adaptação do organismo a uma situação nova, implicando na construção contínua de novas estruturas, ou seja, a inteligência como adaptação a situações novas está relacionada ao resultado da interação do indivíduo com o meio. Sua teoria divide o desenvolvimento em dois grupos: o **cognitivo** e o **afetivo**. O desenvolvimento cognitivo é um processo de sucessivas mudanças qualitativas e quantitativas das estruturas cognitivas derivando cada estrutura de estruturas precedentes. Ou seja, a construção da inteligência acontece através de etapas contínuas e sucessivas, tornando o indivíduo cada vez mais apto ao equilíbrio. Esse processo foi denominado de construtivismo seqüencial (PALHEIROS, 2001).

Semelhante operação também acontece com o desenvolvimento afetivo. O aspecto afetivo é responsável pela ativação da atividade intelectual e pela seleção dos objetos sobre os quais agir, sendo as estruturas afetivas construídas da mesma forma que as estruturas cognitivas (PALHEIROS, 2001).

---

<sup>13</sup> é o processo pelo qual o indivíduo cognitivamente capta o ambiente e o organiza possibilitando, assim, a ampliação de seus esquemas. Na assimilação o indivíduo usa as estruturas que já possui

<sup>14</sup> É a modificação de um esquema ou de uma estrutura em função das particularidades do objeto a ser assimilado.

<sup>15</sup> São estruturas que se modificam com o desenvolvimento mental e que tornam-se cada vez mais refinadas à medida em que a criança torna-se mais apta a generalizar os estímulos

Essas construções seguem um padrão que ele denominou de **estágios**, que constituem-se em intervalos de idade pré-definidos. Cada etapa corresponde portanto, a um momento de desenvolvimento ao longo do qual a criança constrói suas estruturas cognitivas. Todavia, o importante é a ordem dos estágios e não a idade de aparição destes (CAMPOS, 1997):

a) Primeira Etapa: Sensorio-motora (do nascimento aos dois anos de idade):

Neste primeiro estágio, a inteligência é prática, pois assume a forma de ações motoras. A construção dos esquemas de ação acontece a partir de reflexos neurológicos básicos do indivíduo em sua relação com o ambiente. A medida que o indivíduo vai conseguindo diferenciar e aprimorar esses esquemas, estes vão se tornando mais complexos e maleáveis, sendo possível a determinação de ligações entre os fatos.

A afetividade é investida no “eu”. Dimensões de espaço e tempo são construídas pela ação. O contato com o meio é direto e imediato, sem representação ou pensamento. Inicialmente, o indivíduo irá pegar o que lhe colocarem na mão, irá comer o que lhe for dado, e somente verá o que estiver na sua frente. Neste primeiro momento, o objeto não tem permanência no tempo, pois deixa de existir para o indivíduo no momento que desaparece do seu campo de percepção. Com o aprimoramento desses esquemas e o estabelecimento de ligações ele será capaz de ver um objeto, pegá-lo e levá-lo a boca, constituindo assim o seu espaço-prático, ou sensorio-motor.

b) Segunda Etapa: Pre-operatório (02 a 07 anos)

Também chamado de estágio da Inteligência Simbólica, ou Período Simbólico, pois é nesta etapa que acontece o aparecimento da linguagem oral, da função simbólica do indivíduo. É a interiorização dos esquemas de ação construídos no estágio anterior (sensorio-motor), pois o indivíduo já dispõe de uma idéia preexistente a respeito de algo. A inteligência é de caráter intuitivo.

Os pensamentos apresentam-se egocêntricos, pois neste estágio o indivíduo está centrado em si mesmo, não conseguindo se colocar, abstratamente, no lugar do outro. Também se encontra ávido por respostas às suas muitas dúvidas sobre o contexto, pois tudo deve ter uma explicação, uma vez que o acaso não existe. Já consegue simular

situações e possui uma percepção global sem discriminar detalhes. Não possui também intencionalidade nos julgamentos morais.

Um exemplo prático do comportamento do indivíduo nessa fase é a dificuldade em analisar a seguinte situação: Em um primeiro momento mostrar duas bolinhas com massas e formas iguais, e depois mostrar a mesma quantidade de massa com as formas modificadas. Ao perguntar para o indivíduo se a quantidade de massa permaneceu igual, ele irá negar, pois ele não consegue relacionar as situações separadas, forma e quantidade de massa.

#### c) Terceira etapa: Operatório concreto (07 a 11 anos)

O pensamento do indivíduo adquire o aspecto da reversibilidade, por isso é denominado operatório. Ele consegue representar uma ação no sentido inverso do que foi realizada. As noções de tempo, espaço, velocidade, ordem e causalidade, são desenvolvidas possibilitando o estabelecimento de relações entre diferentes aspectos da realidade. A inteligência nesse estágio é lógica, no entanto, ainda depende de referências concretas.

Se o exemplo citado no estágio anterior for apresentado ao indivíduo dessa etapa, com certeza ele será capaz de responder corretamente em virtude de já ser capaz de analisar o problema refazendo a ação, não mais se detendo ao formato diferente dos objetos.

Nesta etapa o pensamento é operatório porque o indivíduo consegue representar a ação no sentido inverso da anterior, anulando a transformação observada, e também concreto, porque o é realizado somente com exemplos ou materiais conhecidos, que realmente existam e possam ser observados. O indivíduo ainda depende do mundo concreto para elaborar suas representações, sendo incapaz de realizar qualquer abstração. Surge a vontade e o início da autonomia.

#### d) Quarta etapa: Operatório formal (12 anos em diante)

Neste estágio as estruturas cognitivas do indivíduo estão em seu nível mais elevado de desenvolvimento, no nível das operações formais sendo possível a aplicação do raciocínio lógico a todos os tipos de problemas. A capacidade de abstração é total. A criança não se limita mais a representação imediata nem somente às relações

previamente existentes, mas é capaz de pensar logicamente em todas as relações possíveis, buscando soluções a partir de hipóteses e não apenas pela observação da realidade.

O indivíduo começa a trabalhar com o pensamento hipotético-dedutivo ou lógico-matemático, sendo capaz de entender e analisar metáforas, como no caso do provérbio "de grão em grão, a galinha enche o papo", percebendo a lógica da idéia sem mais utilizar a imagem da ave comendo os grãos. A inteligência é abstrata, pois o pensamento envolve situações sem relacionamento direto ou óbvio com a realidade ilustrada.

Para Piaget, a inteligência e o desenvolvimento humano dependem do período e etapa de desenvolvimento do pensamento em que o indivíduo se encontra. Uma determinada idéia pode estar completamente correta se analisada por exemplo sob a visão do primeiro estágio, e parecer um completo absurdo analisado segundo a quarta etapa.

Dessa forma, os estágios de desenvolvimento possuem tanto aspectos de continuidade quanto descontinuidade, uma vez que se baseiam nos seus antecessores, incorporando e transformando os novos conhecimentos, mas não se apresentam como um simples prolongamento da etapa anterior, tendo em vista as transformações qualitativas radicais ocorridas no modo de pensar dos indivíduos. Um esquema cognitivo não pode ser um esquema aprendido ou memorizado. Deve ser um processo de construção e conservação baseado na concepção de aprendizagem como aquisição ou conservação de conteúdos específicos, acrescidos de mecanismos coordenadores responsáveis pela coerência do conteúdo (VALENTE, 2001).

O ensino que seja compatível com as idéias da teoria piagetiana, onde as estruturas mentais são resultado do processo de construção em virtude das perturbações do meio e à capacidade do organismo de ser perturbado e de responder a essa perturbação, deve ser fundamentado em metodologias que incentivem o indivíduo a pesquisa, a investigação, solução de problemas etc. A aprendizagem e o desenvolvimento na perspectiva piagetiana devem ser entendidos como processos consequentes da formação contínua de esquemas, produtos da adaptação (assimilação e acomodação) e organização. O papel do professor dentro desse contexto é de orientação nessa exploração dos objetos e relacionamento com o meio, e em momento algum deve fornecer a solução pronta. Essa é uma tarefa exclusiva do aluno, a ser realizada através

de suas ações individuais de troca com o meio. O aproveitamento deve ser controlado utilizando parâmetros de múltiplos critérios, considerando-se principalmente a assimilação e a aplicação de situações variadas (CAMPOS, 1997).

### **2. 2. 3. Concepção III- Sócio-interacionismo**

Apesar da abordagem sócio-interacionista também entender o indivíduo como ser ativo dentro do processo de aprendizagem, sendo seu comportamento resultado da interação com o ambiente, opõe-se à abordagem cognitivista ao enfatizar as origens sociais e as bases culturais do desenvolvimento individual como determinantes das habilidades cognitivas e formas de estruturação do pensamento, ao invés dos fatores biológicos (ENCARTA, 2001).

Dessa forma, a construção das atividades cognitivas básicas do indivíduo depende tanto da sua própria história social quanto do produto do desenvolvimento histórico social do ambiente em que ele vive. Seu processo psicológico e sua forma de pensar é resultado das atividades praticadas de acordo com os hábitos sociais da cultura na qual ele se desenvolve. Neste processo de desenvolvimento cognitivo é a linguagem a responsável pela transmissão das formas avançadas de pensamento, portanto, ela representa um papel de fundamental importância quanto a determinação da forma de aprender a pensar do indivíduo (DAVIS e OLIVEIRA, 1994).

Essa concepção pode ser então compreendida pela ênfase na construção do conhecimento como um processo interativo do indivíduo com seu meio mediado por várias relações, onde é nessa troca com outros indivíduos que os conhecimentos, papéis e funções sociais, serão internalizados, permitindo a constituição de conhecimentos e da própria consciência (OLIVEIRA, 1997).

#### **2.2.3.1. Lev Semynovitch Vygotski (1896 – 1934)**

Nascido em Minsk, na Rússia, estudou na Universidade de Moscou para tornar-se professor de literatura. Trabalhou no Instituto de Psicologia desde 1924, onde

permaneceu até a sua morte, em decorrência de tuberculose, em 1934. Em virtude de sua formação, suas pesquisas iniciais estavam voltadas para a área artística. Foi somente depois de 1942 que Vygotski se preocupou em estudar a origem social da inteligência e os processos sócio-cognitivos (ENCARTA, 2001).

Para Vygotsky, a origem do pensamento e da língua são processos diferentes. Entretanto, suas trajetórias de desenvolvimento se cruzam em um determinado momento da vida do indivíduo, aproximadamente perto de dois anos de idade, iniciando uma nova forma de comportamento. É a partir da união desses processos que o pensamento verbal começa a ser produzido, e a linguagem começa a assumir formas racionais (DAVIS e OLIVEIRA, 1994).

Dessa forma, a linguagem interfere no processo de desenvolvimento intelectual do indivíduo desde o momento de seu nascimento, onde é através da interação com outros indivíduos mais experientes que ele adquire a capacidade de construir formas mais complexas de conceber a realidade (DAVIS e OLIVEIRA, 1994).

Segundo GUERRA & SCHUTZ (2001), o indivíduo ao descobrir que os objetos possuem nomes, começará a identificar cada objeto novo como um problema a ser nominado, recorrendo a indivíduos mais experientes para identificar os objetos ainda desconhecidos. Esses significados básicos de palavras inicialmente adquiridos pelo indivíduo funcionarão como matriz para a formação de novos e mais complexos conceitos, em uma etapa onde a linguagem irá penetrar no subconsciente para se constituir na estrutura do pensamento da criança.

A teoria de Vygotsky, que tem como base o desenvolvimento do indivíduo como resultado de um processo sócio-histórico, enfatizando o papel da linguagem e da aprendizagem neste desenvolvimento, é denominada de sócio-interacionista, sócio-cultural ou histórico-social, e destaca o conceito de zona de desenvolvimento próximo ou zona de desenvolvimento proximal, que representa a distância entre a capacidade do indivíduo em resolver problemas sozinho e a capacidade de resolvê-los com a intervenção de outra pessoa (DAVIS e OLIVEIRA, 1994 e OLIVEIRA, 1997).

Vygotski considera que o processo de desenvolvimento do indivíduo possui dois níveis, um real, que corresponde ao que ele pode fazer sozinho, com os conhecimentos já formados, e outro potencial, ou seja, a capacidade de aprender com a ajuda de indivíduos mais experientes (OLIVEIRA, 1997).

Dessa forma, o indivíduo apresenta duas zonas de desenvolvimento. A primeira é a zona de desenvolvimento auto-suficiente, que abrange o desenvolvimento do nível real, compreendendo todas as funções e atividades que o indivíduo consegue desempenhar por seus próprios meios. A segunda, é a zona de desenvolvimento próximo, que abrange o nível potencial do desenvolvimento, correspondendo às funções que o indivíduo só consegue desempenhar com a ajuda de outro elemento. Este elemento pode ser tanto um indivíduo mais velho quanto outro com a mesma faixa etária, mas que já tenha desenvolvido a habilidade requerida. A zona de desenvolvimento proximal também pode ser entendida como a diferença entre a zona de desenvolvimento auto-suficiente e a zona de desenvolvimento próximo, ou seja, a distância entre o nível de desenvolvimento real e o potencial (OLIVEIRA, 1997).

A idéia de zona de desenvolvimento próximo é de grande relevância na área educacional, pois considera o aprendizado humano como um processo de natureza social onde o indivíduo desenvolve seu intelecto dentro da intelectualidade daqueles que o cercam. Dessa forma, Vygotski entende que o aprendizado é o despertar de processos de desenvolvimentos internos que funcionam unicamente quando o indivíduo interage em seu ambiente de convívio, defendendo a contínua interação entre as mutáveis condições sociais e a base biológica do comportamento humano (RIBEIRO, 1998).

Um conceito fundamental para a compreensão do fundamento sócio-histórico abordado por Vygotski é o conceito de mediação, o qual enfatiza a construção do conhecimento como uma interação mediada por várias relações. Trata-se portanto, “do processo de intervenção de um elemento intermediário da relação” (OLIVEIRA 1997, p.26). Ou seja, a relação do indivíduo com seu meio não é uma relação direta, mas sim mediada por ferramentas auxiliares da atividade humana, dentre estes os instrumentos<sup>16</sup> e os signos<sup>17</sup>, dentro das estruturas das funções mentais superiores.

Segundo RIBEIRO (1998), a teoria sócio-interacionista divide o funcionamento mental do indivíduo em dois tipos de processos, os mentais elementares e os mentais superiores. Os primeiros correspondem ao estágio de inteligência definido na teoria de Piaget como sensório-motor, caracterizando-se como resultantes da maturação biológica

---

<sup>16</sup> Instrumento é o “elemento interposto entre o trabalhador e o objeto de seu trabalho, ampliando as possibilidades de transformação da natureza” (OLIVEIRA 1997, p.29).

<sup>17</sup> Ainda segundo OLIVEIRA (1997, p.30) signo são “elementos que representam ou expressam outros objetos, eventos, situações”, agindo dessa forma como instrumento da atividade psicológica.

do indivíduo e de sua interação com o meio. Os mentais superiores são resultantes da relação do indivíduo com o meio, mediados pelos aspectos históricos, sociais e culturais, ou seja, são construídos gradativamente pelo indivíduo, ao longo de sua existência histórico-social em sua relação com o mundo, referindo-se portanto, aos processos voluntários, ações conscientes, mecanismos intencionais e dependentes dos processos de aprendizagem.

Portanto, as funções mentais superiores, tais como a capacidade de solucionar problemas, o armazenamento e o uso adequado da memória, a formação de novos conceitos, o desenvolvimento da vontade, inicialmente aparecem no plano social, ou seja, na interação com os outros indivíduos. Somente depois irão surgir no próprio indivíduo, o que Vygotski chama de plano psicológico. Dessa maneira a construção do real pelo indivíduo começa em seu aspecto social para gradativamente ser internalizada (RIBEIRO, 1998).

A aquisição da linguagem vai assim, reorganizar os processos mentais do indivíduo, possibilitando além da criação de novas modalidades de atenção, memória e imaginação, a indicação e a especificação das características dos objetos existentes no ambiente. Ela é então, a responsável pela sistematização da experiência direta do indivíduo, agindo como orientadora do seu comportamento desde o seu nascimento, pois sozinho, ele não seria capaz de adquirir o conhecimento e as habilidades necessárias para a construção de formas mais complexas e sofisticadas de conceber a realidade, obtidos por intermédio de sua interação com os outros (OLIVEIRA, 1997).

Dessa forma, o pensamento vai sendo guiado pela linguagem e pelo comportamento dos indivíduos mais experientes, até que ele adquira a capacidade de se auto-regular. Esta interiorização progressiva das orientações advindas do meio social não se faz entretanto, de forma linear, pois Vygotski concebe o indivíduo como um ser ativo. Ou seja, ele se apropria do social de uma forma particular, pois ao mesmo tempo que se integra no social, é capaz de posicionar-se frente ao mesmo, ser seu crítico e seu agente transformador. À medida que ele vai se desenvolvendo, também vai internalizando a ajuda externa que se torna cada vez menos necessária, mantendo o controle sobre sua própria conduta, modificando suas funções psicológicas. A linguagem modifica, assim, a qualidade do conhecimento e pensamento que se tem do mundo em que se encontra (OLIVEIRA, 1997).

Vygotski entende a inteligência como uma habilidade para aprender, onde as medidas tradicionais de desenvolvimento, que se utilizam de testes psicológicos padronizados, focalizam apenas aquilo que os indivíduos são capazes de realizar por conta própria. Dessa forma, sua teoria não aceita as idéias elaboradas anteriormente sobre a possibilidade de inteligência como resultante de aprendizagens prévias (OLIVEIRA, 1997).

Dentro desse contexto teórico, as escolas são consideradas como “laboratórios culturais” por excelência, pois oferecem as condições necessárias para o indivíduo estudar e compreender o pensamento, bem como suas alterações. O processo educacional deve ser fundamentado na organização social da instrução, pois é por meio das interações sociais presentes que o conhecimento será apropriado, resultando no desenvolvimento de novas formas de pensamento e a atuação sobre a realidade física e social. Além disso, o professor tem como sua a função de interferir no processo de aprendizagem do indivíduo, provocando os avanços desejados, através da interferência em sua zona proximal (RIBEIRO, 1998).

Podemos então concluir que para Vygotski, o processo de desenvolvimento do indivíduo é a apropriação ativa do conhecimento disponível na sociedade em que ele nasceu, ou seja, o indivíduo precisa aprender e integrar na sua forma de pensamento, o conhecimento da sua cultura. Só assim o funcionamento intelectual mais complexo irá se desenvolver em função das intervenções de outros indivíduos que, gradualmente serão substituídas por auto-regulações. Dessa forma, a linguagem é apresentada, repetida, refinada e finalmente internalizada, permitindo que o indivíduo se torne capaz de processar de uma forma mais complexa as informações. Consequentemente, como os aspectos histórico-sócio-culturais são imprescindíveis, ambientes com aspectos diferentes geram processos de aprendizagem e desenvolvimento também diferentes (OLIVEIRA, 1997).

#### **2.2.4. Uma comparação entre Piaget e Vygotski**

Os dois autores concebem o indivíduo como o sujeito da relação, sendo ele próprio o responsável pela elaboração das hipóteses sobre o seu ambiente, com papel

ativo no processo de construção do conhecimento. No entanto, algumas diferenças na maneira de entender o processo de desenvolvimento entre essas duas concepções precisam ser destacadas, conforme representamos na tabela 4. Essas divergências ocorrem principalmente em virtude do foco de estudo de cada teoria .

Enquanto que o interesse de Piaget era estudar o desenvolvimento das estruturas lógicas, Vygotsky buscava entender a relação entre o pensamento e a linguagem e suas implicações no processo de desenvolvimento intelectual. Dessa forma, as maiores divergências entre Piaget e Vygotski estão na relação entre linguagem e pensamento.

Vygotski considera que a linguagem age decisivamente na organização do raciocínio, reestruturando as diversas funções psicológicas, como a memória, a atenção, a formação de conceito, ajudando no desenvolvimento real do indivíduo para uma área potencial, através da mediação realizada por indivíduos mais experientes. Enquanto que para Piaget, a linguagem não exerce primordialmente papel cognitivo em novas explorações feitas pelo indivíduo.

Na abordagem de Piaget, as pressões sociais e lingüísticas não ocorrem em blocos, sendo exercitadas interativamente com as possibilidades de cada indivíduo, ao longo do processo de desenvolvimento. A linguagem é a responsável dentro dessa perspectiva, pela transmissão de um sistema que contém classificações, relações e conceitos produzidos pelas gerações anteriores, sendo utilizada pelo indivíduo de acordo com a sua estrutura intelectual. É importante destacar que o indivíduo deve construir uma operação de classificação, para que palavras relativas a um conceito geral não sejam apropriadas de modo incorreto.

Mesmo com essas divergentes concepções, os dois distinguem que os conceitos precisam ser construído **pelos alunos**. Vygotski mostra através da experiência prática que o ensino de conceitos é impossível, que geralmente ocorre num verbalismo vazio, em simples repetição de palavras simulando um conhecimento dos conceitos correspondentes. Piaget, por outro lado, afirma que o objetivo da educação intelectual não é saber repetir verdades acabadas, mas sim aprender por si próprio.

**Tabela 5: Principais diferenças entre a teoria de Piaget e Vygotski**

<b>DIFERENÇAS</b>	<b>PIAGET</b>	<b>VYGOTSKI</b>
Papel dos fatores internos e externos no desenvolvimento	Os fatores internos são mais importantes do que os fatores externos. Por isso a teoria de Piaget enfatiza a maturação biológica, onde o desenvolvimento obedece uma seqüência fixa e universal de estágios.	O ambiente social também é importante, pois o desenvolvimento do indivíduo depende das variações dos fatores externos. Dessa forma, não existe uma seqüência fixa de desenvolvimento humano. Essa seqüência é variável de indivíduo para indivíduo, a medida que seu ambiente também varia.
Processo de construção real	O indivíduo elabora espontaneamente seus conhecimentos em virtude do estágio de desenvolvimento no qual se encontra. Sua visão de mundo vai progressivamente evoluindo para a concepção de adulto.	O indivíduo já nasce em um meio social, e constrói sua visão de mundo desde o nascimento, com base nos processos de interação mantidos com indivíduos mais experientes. A construção do real é mediada pelo interpessoal antes mesmo de ser internalizada pelo indivíduo.
Papel da aprendizagem	O processo de aprendizagem apresenta-se subordinado ao desenvolvimento, causando dessa forma, pouca influência sobre o mesmo, e minimizando o papel da interação social.	Aprendizagem e desenvolvimento são processos interdependentes, na medida que quanto mais ocorre a aprendizagem mais ocorre o desenvolvimento e vice-versa.
Papel da linguagem no desenvolvimento e à relação entre linguagem e pensamento	Pensamento e linguagem são processos separados, no qual o indivíduo apresenta em primeiro lugar o pensamento. Dessa forma, a linguagem está subordinada ao aparecimento do pensamento, surgindo somente quando o indivíduo consegue alcançar um determinado estágio do desenvolvimento, sendo considerada como uma simples forma de expressão. A formação do pensamento depende da coordenação dos esquemas sensoriomotores.	Pensamento e linguagem são processos interdependentes, uma vez que é através da linguagem que serão transmitidas as formas de aprender a pensar do indivíduo, adquirindo uma função central para o desenvolvimento cognitivo.

## **CAPÍTULO 3 - FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA – PARTE 2: ESTUDO SOBRE SOFTWARES EDUCACIONAIS**

Este capítulo apresenta algumas contribuições sobre o papel do computador na educação, a importância que esse instrumento vem alcançando como ferramenta pedagógica, o conceito de software educacional e suas diversas abordagens, direcionando a pesquisa de forma a poder analisar as concepções de aprendizagem utilizadas e a diferença de filosofia pedagógica de funcionamento. Também é feita a análise de alguns softwares disponíveis na Internet a fim de demonstrar a filosofia ou filosofias adotadas.

### **3.1. COMPUTADOR E SOCIEDADE**

O contexto mundial tem se caracterizado por profundas e rápidas mudanças, que uma década parece distinguir-se da outra mais que, no passado, um século do outro. A tecnologia abre novas e incríveis perspectivas, permitindo uma explosão na oferta de bens e serviços. Com o crescimento do número de tarefas, a visão global dos processos de produção ou prestação de serviço vem se tornando mais difícil. Rapidez na entrega de pedidos, capacidade de atendimento de especificações personalizadas e gentileza no contato com o cliente passaram a ser atributos fundamentais para a conquista e manutenção de um espaço no mercado.

Novas posturas, nova visão e novos valores são indispensáveis, pois a economia emergente é baseada no conhecimento, imaginação, curiosidade e talento. A conclusão é óbvia: como a tradicional forma de pensar não é mais capaz de fornecer as respostas necessárias, o movimento em busca de novos métodos e concepções se caracteriza como uma tendência sem fronteiras, reunindo pessoas e instituições identificadas com a necessidades de fazer melhor.

Na área da educação, essas novas tecnologias, em especial o computador, tem proporcionado aos educadores inúmeras e poderosas formas de apoio para a aprendizagem humana. Entretanto, como qualquer outro instrumento, seu uso correto e

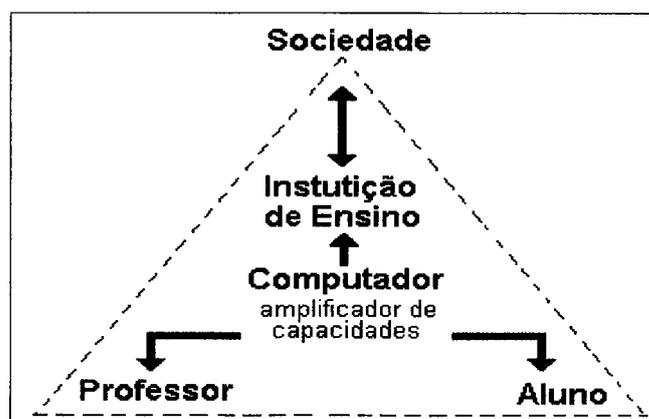
conseqüentes benefícios implica em entender o objetivo a ser alcançado e uma fundamentação teórica em pressupostos concretos nas formas de aprendizado. Somente assim evitaremos a criação de parafernálias a serem esquecidas como tantas outras já foram.

Segundo GALVIS-PANQUEVA (1997), podemos destacar o uso do computador no processo de aprendizagem, em virtude dos seguintes pontos:

1. Capacidade de armazenamento, processamento e apresentação da informação multimídia de forma interativa, na medida que a criação de contextos de aprendizagem possibilita o diálogo no nível desejado, e sob o controle do usuário ou do programador;
2. Ação de acordo com diversos níveis de inteligência adquirida, ao executar comportamentos inteligentes de níveis diferentes de acordo com o programado, possibilitando a flexibilidade do processo de aprendizagem;
3. Diferentes níveis de interação, que podem variar desde o grau zero até o máximo possível, de acordo com a ação desejada; e
4. Conexão e articulação com outros meios e recursos, possibilitando o enriquecimento dos ambientes de aprendizagem criados, ao utilizar os mais diversos recursos disponíveis.

De acordo com a figura abaixo, podemos perceber que o computador está presente na sociedade e na educação “ajudando a desenvolver a capacidade de aprender a aprender e personalizando a transmissão de conhecimentos no processo de aprendizado contínuo” (BARRETO 1999,p.216).

**Figura 5: O computador no ensino: um amplificador de capacidades**



Fonte: Barreto (1999, p.216).

Uma coisa é certa, as novas tecnologias de informação vieram para ficar, e é um dado adquirido que temos que apreender a lidar com elas, não apenas como utilizadores, mas sobretudo como cidadãos. Elas são mais do que ferramentas, estruturam hoje as novas formas de poder, saber, mas também de pensar.

### **3.2.FERRAMENTAS DE APRENDIZAGEM**

Com o avanço tecnológico, o uso de ferramentas computacionais no processo de ensino-aprendizagem tem sido apontado como uma das alternativas de atividade para a prática pedagógica. Não faltam, para tanto, softwares editados por instituições especializadas em educação e informática, para inserção neste processo.

Segundo KOMOSINSKI (2000), podemos entender como ferramenta pedagógica qualquer objeto, natural ou construído pelo homem, cuja finalidade possa ser definida como facilitador de apreensão da realidade relativa a um determinado fenômeno.

A Tecnologia Educacional surge com o importante papel de se preocupar com a construção de artefatos que intencionalmente tenham finalidades pedagógicas, tendo em vista que qualquer objeto possa ser transformado em ferramenta pedagógica, dependendo da intenção do agente manipulador. Ou seja, um objeto qualquer inicialmente pode não ser considerado como uma ferramenta pedagógica pois não foi criado para esta atividade. No entanto, se a **intenção** de quem o manipula muda, agora com o intuito de ensinar determinados conceitos por exemplo, ele passa a ser considerado como ferramenta, devido aos fins pedagógicos.

O computador, dentro desse contexto, ocupa um papel de destaque, por ser programável e necessitar de uma linguagem textual para seu uso, proporcionando ao aluno interação com o mesmo, manipulando conceitos e, desta forma, contribuindo para seu desenvolvimento mental e para a construção de seu próprio aprendizado.

Quando o computador faz parte de um conjunto de praxes educacionais, sendo utilizado com o objetivo de ensinar ou aprender, e envolve uma relação com os indivíduos participantes desse processo, podemos dizer que ele é uma tecnologia educacional.

CLAYTON (2001) define duas grandes linhas no uso da informática na educação: o ensino de informática e o aprendizado de conceitos de outras áreas de conhecimento através dos computadores.

A primeira trata da informática como objeto de estudo, e visa preparar profissionais da área como programadores, analistas de sistema, engenheiros de software, etc. A segunda entende que os computadores podem ser utilizados em diferentes áreas de conhecimento e em distintos níveis e modalidades educacionais, assumindo funções que variam de acordo com a abordagem e a perspectiva educacional adotada.

Dentro dessa última linha, este processo pode ser realizado sob duas concepções distintas. O controle do ensino pelo computador e o controle do processo é do aluno. Quando o controle do ensino pelo computador acontece, a abordagem adotada está fundamentada em teorias comportamentalistas, também denominada de associacionista, onde o computador é utilizado como uma ferramenta para transmissão de informações ao aluno, bem como para verificar o volume de conhecimentos adquiridos sobre determinado assunto. Nesta concepção o professor assume um papel de simples espectador do processo da exploração do software pelo aluno, e computador funciona como uma “máquina de ensinar”<sup>18</sup> otimizada.

Quando cabe ao aluno o gerenciamento do processo, e a abordagem enfoca a resolução de problemas e a construção de conhecimentos, estamos utilizando a segunda concepção. Neste caso, o professor atua como agente promotor do processo de aprendizagem do aluno, que constrói o conhecimento num ambiente que o desafia e o motiva para a exploração, a reflexão, a depuração de idéias e a descoberta de novos conceitos. O aluno e o professor são sujeitos ativos e participantes do processo, sendo o computador uma ferramenta tutorada pelo aluno que o ensina a "fazer", cabendo ao aluno a função de "saber fazer-fazer".

---

<sup>18</sup> Por volta de 1958, Skinner desenvolveu uma máquina que ficou conhecida como “máquina de ensinar de Skinner”, capaz de conter os ensinamentos programados, cujo objetivo era trabalhar esse conteúdo em pequenas partes, mostrando-as gradualmente aos alunos à medida que os mesmos iam acertando as questões propostas (ALMEIDA, 2001).

A concepção de ferramenta educacional atribuída ao computador reflete em uma mudança do ensino e do processo de manipular informação, enquanto que as abordagens de instrução auxiliada por computador se limitam a uma tentativa de computadorizar o ensino tradicional, ou seja a simples automatização do cotidiano.

O uso da informática pela educação não se limita apenas a unir computadores e educação, mas sim integrar os conhecimentos relativos a essas áreas. Para que isso aconteça, torna-se ímpar o domínio dos assuntos que estão sendo integrados, que o educador possa identificar qual o seu papel dentro desse novo contexto, e também qual a metodologia mais adequada para o seu estilo de trabalho. Somente assim será possível o desenvolvimento de experiências educacionais novas e ricas, ou no mínimo, uma maior eficiência no ensino efetivado nos moldes tradicionais.

### **3.2.1. Software Educacional**

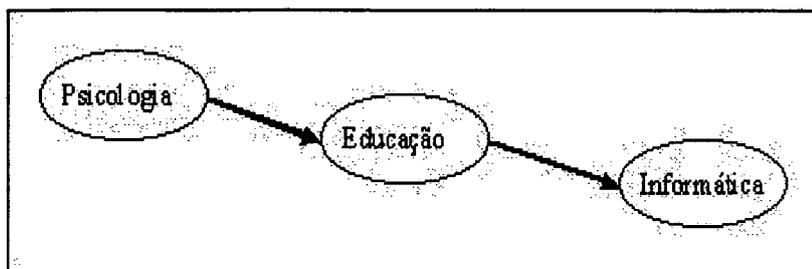
O desenvolvimento de novas tecnologias tem desafiado a humanidade a buscar novas estratégias e reformular antigos paradigmas. O uso das inovações tecnológicas visando a reprodução do conhecimento deve ser substituído pela criação de projetos metodológicos que objetivando principalmente a produção de novos conhecimentos.

Quando falamos em tecnologia na educação, uma das formas mais comuns de aplicação é através dos softwares educacionais. Segundo ANDRADE (2001, p.01) software educacional “é um aplicativo que executa tarefas através de comandos pré-definidos. Quando estas tarefas estão dirigidas para reforçar os alicerces intelectuais do indivíduo, então o software é denominado de software educacional”.

Em seus estudos KOMOSINSKI (2000) entende o desenvolvimento de softwares educacionais como uma atividade multidisciplinar, que envolve as áreas de Psicologia, Educação e Informática, cujo relacionamento está esquematizado na figura 6.

A qualidade de um software educacional deve ser analisada considerando as relações multidisciplinares existentes entre conceitos computacionais e conceitos pedagógicos, sendo que estes devem representar os procedimentos pedagógicos de acordo com determinada corrente da Psicologia da Aprendizagem.

**Figura 6: Áreas de conhecimento envolvidas em um software educacional**



Fonte: KOMOSINSKI (2000).

Certos pontos precisam ser observados para o bom desempenho de um software educacional (ANDRADE, 2001):

1. Conhecer a capacidade técnica do equipamento onde o software irá funcionar, evitando dessa forma eventuais desilusões quanto ao funcionamento do mesmo.
2. Centralizar o foco no indivíduo usuário e o seu processo de interação com o computador, para que o usuário possa realmente participar ativamente do processo criativo.
3. Identificar a faixa etária do usuário e o conteúdo a ser abordado, para que o conhecimento esteja adequado com a faixa etária a que se destina.

GLAVIS (1998) apresenta a seguinte classificação de softwares educacionais de acordo com a funcionalidade dos mesmos:

1. Tutoriais: apresentam o conhecimento em seqüências instrutivas fixas com outras características que não são possíveis no papel, tais como sons, imagens, controle da performance do aprendiz, onde cada passo é constituído por uma unidade limitada de saber. O computador tem a função de guiar o indivíduo durante o processo de aprendizagem, estabelecendo uma relação coloquial com o mesmo.
2. Exercitação e prática: preocupam-se em aplicar os conhecimentos abordados através de exercícios e também do retorno dos resultados obtidos. São utilizados para fixar ou revisar o conhecimento, principalmente quando envolve memorização e repetição;
3. Simuladores e jogos educativos: Os jogos educativos enfatizam a exploração autodirigida ao invés da instrução explícita e direta, ao permitir que o

indivíduo seja livre para descobrir as relações por si só, ao invés de ser explicitamente ensinado. Do ponto de vista do indivíduo, caracterizam-se como a forma mais divertida de aprender. Os simuladores envolvem a criação de modelos dinâmicos e simplificados do mundo real, permitindo a exploração de situações fictícias, tipo que envolvam riscos e perigos. A simulação oferece a possibilidade do aluno desenvolver hipóteses, testá-las, analisar resultados e refinar conceitos;

4. Linguagens sintonizadas: promovem uma interação do indivíduo com os ambientes computacionais, mesmo que ele não tenha domínio da linguagem desse ambiente; e
5. Sistemas especialistas: representam algum domínio específico do conhecimento.

TERRA JUNIOR (2001) considera essas categorias propostas por GLAVIS (1998) como uma versão computadorizada dos métodos tradicionais de ensino, e destaca que o computador também pode ser utilizado pelo indivíduo como uma ferramenta desenvolvedora de atividades, na qual o aprendizado ocorre através da execução de tarefas, não mais apenas como ensino.

Sob essa perspectiva podemos destacar os seguintes aplicativos de softwares: programas de processamento de textos, planilhas, manipulação de dados, sistemas de autoria, a resolução de problemas através do computador, os programas de controle de processo, os quais permitem ao aprendiz o envolvimento por completo no desenvolvimento dos trabalhos, tendo total controle da execução dos processos, e, o computador como comunicador, ao serem interligados entre si formando uma rede de computadores, possibilitando dessa forma, a transmissão das informações.

A utilização de softwares educacionais no processo de aprendizagem de modo geral, não importando o seu tipo, objetiva a procura dos mais diversos meios, ou ferramentas educacionais, para o reforço da motivação dos alunos, ao possibilitar a criação de atividades que constituem oportunidades especiais para aprender, que seriam difíceis de acontecer sem o uso do computador. Dessa forma, torna-se importante analisar a concepção pedagógica na qual o software se fundamenta, para analisar de que forma essa ferramenta irá apoiar ou reforçar a aprendizagem.

### **3.3. A ABORDAGEM COMPORTAMENTALISTA OU ASSOCIACIONISTA**

Na concepção associacionista, as sensações podem ser explicadas de acordo com regras de associação, sendo o comportamento do indivíduo resultado de associações estabelecidas entre um estímulo que provoca a ação, e um resultado que o segue, a consequência.

Nesse contexto, o aluno é visto como um ser passivo e controlado pelo ambiente. Os conteúdos são transmitidos aos estudantes, independente de seu estado cognitivo, que aprendem passivamente, praticando esse conhecimento em exercícios, que deverão fornecer um retorno (positivo ou negativo) quanto aos resultados obtidos. O planejamento do ensino é uma peça muito importante, que deverá conter claramente definido os objetivos a serem alcançados, a preparação do ambiente da aprendizagem e das seqüências a serem seguidas até o objetivo, bem como a definição dos mecanismos de reforço que serão utilizados.

Os softwares educacionais que adotam essa filosofia seguem uma seqüência fixa de idéias, onde cada etapa representa uma unidade limitada do conhecimento a ser transmitido, bem como exercícios e práticas em seqüências de crescente dificuldade. O indivíduo inicialmente tem acesso aos conhecimentos mais simples, avançando a complexidade à medida que vai obtendo sucesso na resolução dos exercícios.

Na maioria das vezes, o computador, como ferramenta pedagógica, é utilizado como tutorial, consolidando a posição do aluno como ser passivo onde os conhecimentos lhe são apresentados seqüencialmente. Neste caso tem-se uma versão moderna da “máquina de ensinar” desenvolvida por Skinner.

Segundo CAMPOS (1997) a proposta psico-pedagógica de Skinner tem como base os seguintes pontos:

- apresentação das informações em pequenas etapas, objetivando o controle de cada avanço da aprendizagem;
- exigência de participação ativa do aluno (resposta) através de um sistema de avaliação consolidado na reprodução da resposta;
- reforço imediato à resposta, no sentido de um feedback indicando acerto ou erro;

- autocontrole por parte do aluno, possibilitando o avanço aos módulos seguintes, caso as respostas estejam corretas.

Suas formulações resultaram na **instrução programada**, também conhecido como **aprendizado programado**. A idéia era dividir o conhecimento a ser ensinado em pequenos segmentos logicamente encadeados, denominados de módulos ou frames. Ao final de cada módulo, o aluno deveria resolver exercícios, que na maioria das vezes eram apresentados em forma de preenchimento de espaços em branco ou escolhendo a alternativa correta. Esse conhecimento era, então, disponibilizado sucessivamente ao aluno de maneira, que ele o assimilasse em seu próprio ritmo, só continuando para o próximo tópico, caso respondesse corretamente à questão apresentada como estímulo. Em condição negativa, o aluno era convidado a rever os módulos anteriores ou então realizar outros módulos cujo objetivo fosse remediar o processo de ensino (ALMEIDA, 2001). As duas figuras abaixo ilustram exemplos de máquinas de ensinar de Skinner.

**Figura 7 - Discoverer - Programas lineares**



Fonte: ALMEIDA (2001, p.63)

**Figura 8 - Máquina de Devereux na França**



Fonte: ALMEIDA (2001, p.64)

Essa abordagem reflete um ensino programado e ramificado que, encara a aprendizagem como resultado de um processo de condicionamento em que estímulos exteriores provocam respostas ou reações (mecanismo de estímulo-resposta), onde os resultados positivos estimulam o aluno a interiorizar o conhecimento transmitido e os negativos o fazem retornar ao conhecimento transmitido não assimilado.

Particularmente, o uso deste tipo de software é mais produtivo quando no ensino/aprendizagem de operações pouco complexas, suscetíveis de mecanização, libertando desta forma a mente para tarefas mais complexas.

### **3.4. A ABORDAGEM COGNITIVISTA:**

A abordagem cognitivista entende a aprendizagem como o resultado de um processo de construção pessoal do conhecimento, na qual estão envolvidos os conflitos epistémico, auto-reflexão e auto-regulação. A aprendizagem é pois um processo que pressupõe a descoberta do significado, organização e ordem duma situação, que acarretará uma mudança interior.

Para Piaget, principal filósofo dessa corrente, o processo de aprendizagem envolve as seguintes considerações (CAMPOS et. al., 2001):

1. mudanças contínuas e progressivas ocorrem nas estruturas do comportamento e no desenvolvimento da criança;
2. estruturas sucessivas aparecem em uma ordem fixa;
3. a acomodação da natureza sugere que o desenvolvimento é, em um certo grau, uma função do encontro da criança com o ambiente;
4. os processos tem origem na internalização de ações, a inteligência cresce na medida em que os processos perdem as suas bases de percepção e ação e transformam-se em reversíveis, transitivos, associativos.

Nesse contexto, aluno e professor são vistos como seres ativos, onde o primeiro é capaz de criar o seu próprio mundo e de evoluir como resultado da experiência que vai adquirindo, aprendendo de uma forma que vai depender do seu estado cognitivo concreto. Já o professor, atua como mediador entre os conteúdos e os alunos,

oportunizando o desenvolvimento da autonomia como sujeitos da sua ação e do processo educacional.

O computador, como ferramenta educacional, é capaz de propiciar ao aluno condições de explorar o seu potencial intelectual, desenvolvendo idéias nas mais diferentes áreas do conhecimento e realizando sucessivas ações, reflexões e abstrações, permitindo a criação de modelos intelectuais próprios. A utilização do computador permite a abordagem de desafios intelectuais que sem ele, dificilmente seriam possíveis de serem criados.

Nessa perspectiva, o computador pode funcionar como uma tela projetiva do pensamento do indivíduo, que coloca em ação os processos funcionais de regulações, abstrações e equilibração, responsáveis pelo desenvolvimento de suas novas estruturas mentais de assimilação do conhecimento.

Os softwares construtivistas devem possibilitar a expressão e a exploração individualizada do aluno, permitindo o desenvolvimento de aspectos específicos na aprendizagem. Segundo CAMPOS et.al. (2001), um ambiente cognitivista deve seguir os seguintes princípios:

- propor ambientes que permitam a ocorrência de aprendizagem e a compreensão sob múltiplas perspectivas;
- propor problemas contextualizados e compatíveis com o conhecimento externo à sala de aula;
- permitir interpretação significativa e reflexiva;
- incentivar o pensamento crítico; e
- fornecer assistência ao aluno, ao contexto da aprendizagem e ao processo.

Em um sistema cognitivista, os problemas propostos não devem ser simplificados e descontextualizados, pois a construção do conhecimento depende de uma interpretação significativa da realidade. Os indivíduos são responsáveis por selecionar e desenvolver suas próprias estratégias, bem como buscar novos domínios do conhecimento.

### **3.5.A ABORDAGEM SÓCIO-INTERACIONISTA:**

A abordagem sócio-interacionista considera o indivíduo como um ser biológico e social, composto por mente e corpo, que interage socialmente com o ambiente, no qual o processo de construção e formação do conhecimento apresenta-se como resultado dessa interação.

Seu principal teórico é Vygotski, cujas idéias centrais compreendem os seguintes aspectos (LACERDA et. al., 2000):

1. As funções psicológicas superiores têm suporte biológico, pois são produtos da atividade cerebral;
2. O funcionamento psicológico fundamenta-se nas relações sociais entre o indivíduo e o mundo exterior, as quais desenvolvem-se num processo histórico;
3. A relação homem/mundo é uma relação mediada por sistemas simbólicos.

Para Vygotski, a relação do homem com seu ambiente não é uma relação direta, mas uma relação mediada por signos e instrumentos, construída e transformada ao longo do desenvolvimento do indivíduo, que durante esse processo se liberta das marcas externas e passa a utilizar as representações mentais para os objetos do mundo real, operando mentalmente sobre o seu mundo. É essa interação que fornecerá a base para o seu desenvolvimento psicológico.

Dessa forma, o seu referencial interior é construído a partir de sua experiência com o mundo e com a sua cultura. Como o funcionamento psicológico humano é social e histórico, o desenvolvimento da inteligência não é apenas decorrente de um processo individual, mas sobretudo das relações que se estabelecem entre o indivíduo e o meio através da apropriação da herança cultural e da sua ação sobre o meio social.

Neste contexto, aluno e professor desempenham papéis fundamentais. O primeiro agora é visto como um ser ativo, atribuindo significados as suas próprias ações, e responsável pelo desenvolvimento de seus processos psicológicos internos, os quais são compreendidos por ele mesmo e pelos demais indivíduos que fazem parte de seu contexto social. O segundo, professor, como promotor do processo de aprendizagem

que não mais interfere aleatoriamente no processo de construção do aluno, e que busca promover o aprendizado utilizando o conceito de zona proximal de desenvolvimento<sup>19</sup>.

O computador tem nesse contexto, o papel de mediador do processo que propicia o “pensar-com” e o “pensar-sobre-o-pensar”, pois ele caracteriza-se como uma representação do significado do mundo pelo aluno, um lugar onde ele poderá representar seus dados culturais.

Assim, os software educativos devem ser ajustados à linguagem dos alunos, determinando a necessidade de serem avaliados segundo padrões vistos não somente sob o ponto de vista do nível de cognição e do valor do feedback, mas segundo padrões culturais dos sujeitos.

Os ambientes propostos pelos softwares sócio-interacionistas apresentam segundo KOLODNER apud LACERDA et. al. (2000) algumas prerrogativas, tais como, o aprendizado sendo aumentado pela resolução de problemas, o trabalho colaborativo considerado como ponto central para o aprendizado, o acesso a múltiplos casos facilitando o aprendizado flexível, a aprendizagem e a aquisição de habilidade de resolver problemas devendo ser assegurada, e um espaço eletrônico de trabalho partilhado composto por uma variedade de funcionalidades aumentando o aprendizado.

Dentro desses ambientes, podemos citar mais especificamente as metodologias do **aprendizado baseado em tarefas**, que incentiva a aprendizagem com as falhas decorrentes da realização das tarefas propostas, propondo também uma assistência de uma memória externa que auxilia no raciocínio analógico (KHAN e YIP apud LACERDA et. al., 2000), e do **aprendizado baseado em problemas**, no qual o processo de aprendizagem é baseado na resolução de problemas, sem qualquer exposição prévia do conhecimento abordado. Como o conhecimento inicial (ou adquirido) do aluno não será suficiente para resolver os problemas, o aluno sentirá a necessidade de procurar novos conhecimentos, com o objetivo específico e direcionado para esse fim, não lendo simplesmente para aprender (WOODS apud LACERDA et. al., 2000).

---

<sup>19</sup> Conforme visto anteriormente no capítulo 2, caracteriza-se como a distância entre o nível de desenvolvimento real que se costuma determinar através da solução independente de problemas e o nível de desenvolvimento potencial, determinado através da solução de problemas sob a orientação de um adulto ou em colaboração com companheiros mais capazes.

Esses ambientes motivam a mudança de atitude por parte do aluno, estimulando a postura ativa e reflexiva durante todo o processo de aprendizagem, facilitam a assimilação de novas informações, propiciam conexões entre idéias, estimulam o aprendizado por descoberta, e sobretudo, enfatizam o trabalho de grupo postulado por Vygotski.

### 3.6. ANÁLISE DE ALGUNS SOFTWARES EDUCACIONAIS

As seções anteriores, onde tratamos as características e comportamento dos softwares de acordo com a concepção adotada, irão fundamentar esta parte do trabalho, onde realizaremos uma análise consistente de alguns exemplos de softwares educacionais que existem atualmente, com o objetivo de verificar quais das filosofias são utilizadas de modo geral, e de que forma elas estão sendo utilizadas, se em separado, ou em conjunto.

A primeira concepção filosófica adotada a partir do momento em que o homem passou a utilizar o computador como ferramenta educacional, foi tipicamente a associacionista, caracterizando-se como uma versão computadorizada da máquina de ensinar de Skinner, já mencionada anteriormente.

Segundo ALMEIDA (2001), a primeira aplicação do computador na educação aconteceu por volta de 1950. O programa denominado *The Whirlwind*, foi construído debaixo da liderança de Jay Forrester do MIT (Massachusetts Institute of Technology), em conjunto com Ken Olsen e Robert Everett. Era um simulador de vôo para a formação de pilotos de combate. É o primeiro computador de tempo real, e continha 5.000 tubos à vácuo (Fig.9).

**Figura 9: Tubos à vácuo do The Whirlwind**



Fonte: <http://www.bestway.com.br/~rigoleta/historia2.html> (capturado em 20/07/01)

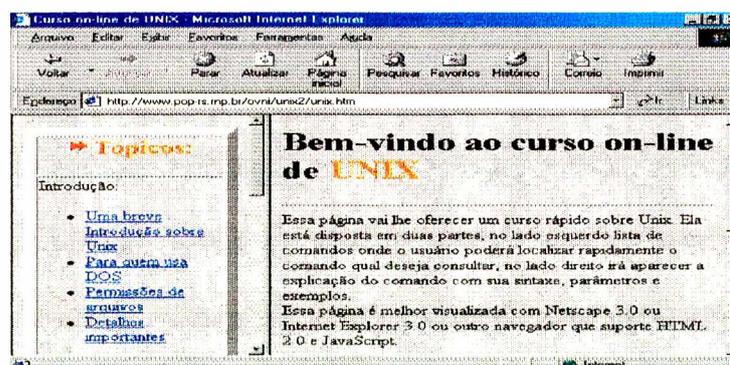
Durante muito tempo, essa abordagem de ensino programado e de ensino ramificado, que entendia a aprendizagem como resultado de um processo de condicionamento em que estímulos exteriores provocam respostas ou reações, dominou a informática na educação e relegou a produção de software nessa área a um papel menor às suas reais potencialidades.

Essa ênfase no saber-fazer, característica dessa concepção, condicionou os produtos da aprendizagem como dependentes de certas condições externas do ambiente de aprendizagem, refletindo nas técnicas de ensino, e conseqüentemente nos softwares educativos desenvolvidos naquele momento.

No entanto, posteriormente, com o desenvolvimento das teorias e filosofias de aprendizagem, esses modelos associacionistas foram postos em causa por outras concepções de aprendizagem mais abrangente, que radicam na teoria construtivista e sócio-interacionista. Mas ainda encontramos muitos sistemas desenvolvidos com base nessa concepção associacionista, pois esta ainda é a filosofia adotada por muitos profissionais da educação até hoje.

Vejamos por exemplo um curso de Unix, disponível no site <http://www.pop-rs.rnp.br/ovni/unix2/unix.htm> (Fig. 10). Trata-se de um mini-curso intitulado “Curso on-line de Unix”, o qual tecnicamente no máximo enquadra-se como associacionista, pois apresenta os conteúdos sobre esse assunto específico estruturados nos tópicos introdução, conceitos e comandos básicos. Esse ambiente pode tornar-se frustrante ao aluno, a partir do momento em que não permite que o mesmo execute os comandos apresentados e deveria possibilitar a construção de algum material. Como recurso multimídia apresenta apenas uma música na página inicial.

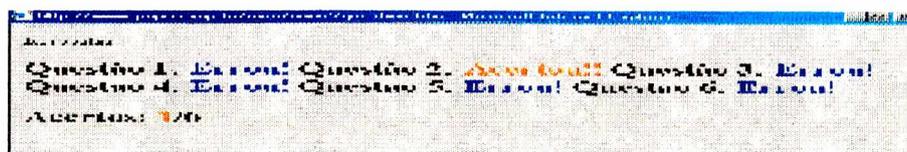
Figura 10: Curso On-line de Unix - página inicial



Fonte: <http://www.pop-rs.rnp.br/ovni/unix2/unix.htm> (capturado em 15/07/01).

No final da navegação, o sistema apresenta um questionário dividido em seis questões objetivas, com o objetivo a definir o grau de conhecimento sobre os comandos básicos de Unix. O aluno deverá marcar as alternativas que ele considerar a correta, e depois de responder todas as questões acionar o botão de validação das respostas. Como retorno uma janela irá apresentar os resultados obtidos, no formato de um gabarito, com o demonstrativo fracionário de sua média de acertos, conforme demonstrado na figura a seguir:

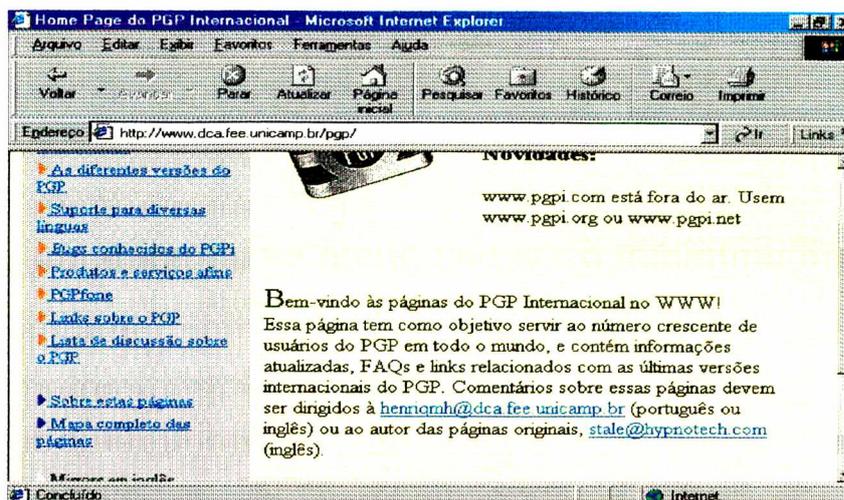
**Figura 11: Validação das respostas - resultado**



Fonte: <http://www.pop-rs.rnp.br/ovni/unix2/question.htm>(capturado em 20/07/01)

Outro material disponível no endereço <http://www.dca.fee.unicamp.br/pgp/> trata sobre PGP (*Pretty Good Privacy*). Ele tenta explicar esse programa, que trata de criptografia de chave pública altamente seguro, através de uma visão associacionista, ao abordar o conteúdo informativo em itens separados e ordenados de acordo com o grau de complexidade do assunto. Também apresenta uma abordagem construtivista, pois indica links onde mais informações podem ser obtidas, não limitando o conteúdo ao exposto no ambiente, e permitindo que o indivíduo vá buscar outros conhecimentos por conta própria, para construção do conhecimento. No entanto não tem a opção de verificar o resultado dessa busca e conseqüentemente o aprendizado. Além disso, tenta adicionar uma linha sócio-interacionista ao disponibilizar uma lista de discussão, para que os indivíduos interessados pelo assunto possam trocar idéias, mas pelo que a página inicial coloca, a idéia não funcionou. Na verdade esse ambiente acabou misturando características das três concepções de aprendizagem estudadas neste trabalho.

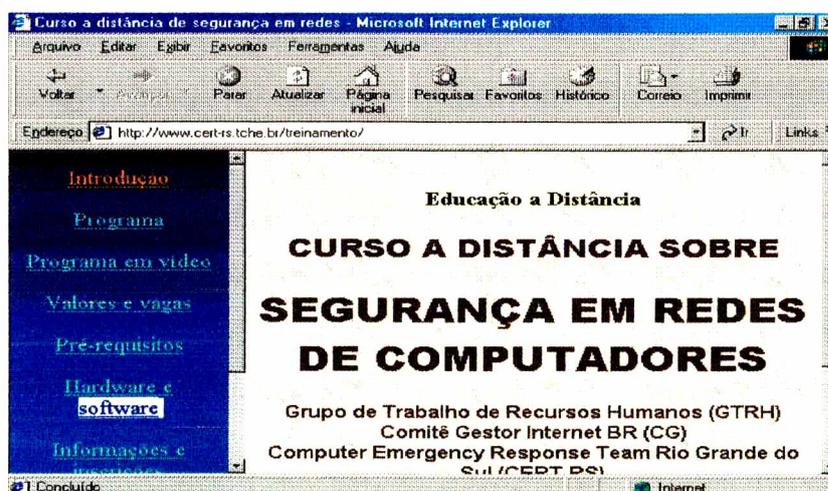
Figura 12 – Ambiente PGP (Pretty Good Privacy)



Fonte: <http://www.dca.fee.unicamp.br/pgp/> (capturado em 20/07/01)

Uma material bastante interessante a primeira vista é o que podemos encontrar no endereço <http://www.cert-rs.tche.br/treinamento/>, trata-se de um curso à distância sobre segurança em redes de computadores. Sua estrutura também engloba aspectos filosóficos das três concepções visto que trabalha com materiais em formato HTML, discussões em chats, fóruns de discussão e lista de emails, além de especificar o uso do software Learning Space da Lotus. No entanto, não foi possível coletar maiores detalhes e tirar conclusões mais detalhadas, pois o acesso ao referido curso é limitado mediante inscrição e pagamento de taxa.

Figura 13: Curso à distância sobre segurança em redes de computadores



Fonte: <http://www.cert-rs.tche.br/treinamento/> (capturado em 20/07/01)

Estes exemplos foram retirados especificamente do site <http://www.penta.ufrgs.br>, onde podemos encontrar diversos materiais, tais como tutoriais, cursos remotos, etc. É importante destacar que para um site específico de informática na educação, cuja finalidade descrita no próprio ambiente é desenvolver materiais diversos para apoiar as atividades de treinamento realizadas sob a coordenação do Grupo de Trabalho Formação de Recursos Humanos, facilitando a aprendizagem, independentemente de participação presencial nos treinamentos, são contraditórios a essa filosofia de qualidade e inovação, tendo em vista que muitos apenas transportam conteúdos e questionamentos para o computador, não utilizando o seu real potencial como ferramenta pedagógica.

Os softwares desenvolvidos sob uma perspectiva fiel as concepções filosóficas das correntes estudadas, principalmente as duas “mais recentes”, cognitivismo e sócio-interacionismo, geralmente são resultados de projetos e pesquisas científicas, muitos em âmbito universitário, nos níveis de pós-graduação.

Como exemplo podemos citar o ambiente de aprendizagem colaborativa, baseado na filosofia de Vygostki, desenvolvido por SLOCZINKI et.al. (2000) chamado de *Colmeia*. Trata-se de um sistema que engloba o Cd-Rom e a Internet. O primeiro possibilita o acesso local e o armazenamento de grande quantidade de material multimídia, dando suporte à pesquisa local, enquanto o segundo, o uso compartilhado de espaços virtuais, importantes para a construção do conhecimento como ato coletivo, e também fornece outras fontes de pesquisa para os alunos.

A apresentação do ambiente é similar a uma colmeia, onde os alunos são as abelhas em busca do mel (conhecimento). “Assim como as abelhas dependem das flores para atingir seus objetivos, os estudantes dependem das informações para construir seu conhecimento” (SLOCZINKI et.al., 2000 p.68).

Através dessa metáfora, abelhas, colmeia e favos de mel, os alunos vão resolvendo as situações problemas identificadas, utilizando a internet, lista de discussão e outras ferramentas tecnológicas disponíveis no programa, para a construção do conhecimento, através da interação social.

A linguagem LOGO também merece ser referenciada, mas sob a ótica da teoria construtivista (concepção cognitivista), apesar das dificuldades e resistências iniciais

encontradas quando de sua criação<sup>20</sup>, em meados de 1960, desenvolvido no MIT, por Seymour Papert.

Segundo PETRY (2001), a filosofia desse software entende que o aluno deve programar o computador e não ser meramente o usuário de programas feitos para tentar lhe ensinar algo. Ao programar, ele pode testar suas hipóteses colocando parâmetros e comandos ao descrever em LOGO o que quer que o computador faça. O LOGO foi criado com uma expectativa de criar situações onde se pode refletir sobre o que e como se aprende.

Segundo CHAVES (2001), LOGO ajuda o indivíduo a desenvolver e a dominar importantes estratégias para a solução de problemas, a integrar atividades criativas, como a criação de estratégias de solução de problemas, e por envolver freqüentemente os recursos gráficos da linguagem, permite a integração de atividades de cunho mais artístico com atividades de cunho mais matemático, combinando atividades que estimulam tanto o hemisfério direito como o hemisfério esquerdo do cérebro. Também leva a dominar outros conteúdos além do vocabulário e da sintaxe da linguagem, como por exemplo, ao tentar definir a duração e a intensidade de notas musicais, o indivíduo acaba aprendendo também como a matemática pode ser importante na composição musical.

A possibilidade de criar programas, sua flexibilidade em relação ao que pode ser feito, envolvendo desde simples textos, desenhos, jogos, simulações e apresentações, e a capacidade de se programar sem exigir tantos conhecimentos prévios como as outras linguagens de programação, são características desse software que o tornam tão atrativo.

Desse modo, podemos concluir que é possível utilizar o computador de uma maneira mais inteligente, aplicando a tecnologia pedagógica de forma a desenvolver softwares educacionais de melhor qualidade, e com concepções filosóficas sólidas e bem fundamentadas.

No entanto, o que realmente acontece é que a grande maioria dos softwares educacionais não se preocupam em adotar uma metodologia educacional ao serem desenvolvidos, o autor simplesmente mistura as concepções num processo intuitivo. Ou

---

<sup>20</sup> A resistência a linguagem LOGO, também chamada “a tartaruga”, tendo em vista que o seu cursor gráfico no formato triangular estar associada a imagem de uma tartaruga, se fundamentou principalmente nas dificuldades técnicas iniciais das máquinas nas quais este programa rodava, pois os computadores apresentavam baixa qualidade, muitas vezes travando e quebrando, bem como pela dificuldade em encontrar no mercado versões em português.

seja, a filosofia educacional empregada em cada ponto do sistema é a que ele pressupõe que o aluno vai gostar mais e se adaptar melhor, ou então é a que ele como professor adotava em suas atividades, geralmente a concepção associacionista, antes de passar a utilizar o computador como ferramenta pedagógica, sem fazer um estudo prévio, fundamentado em uma pesquisa científica rigorosa, de qual filosofia seria melhor.

Para visualizar o computador realmente como uma ferramenta pedagógica que irá trazer benefícios ao processo de aprendizagem é necessário fazer esta análise. Esta dissertação se propõe justamente a fornecer os dados subsídios para essa tarefa, ao desenvolver um mesmo conteúdo utilizando diferentes técnicas de maneira "estanque", uma para cada sistema.

## **CAPÍTULO 4 - FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA – PARTE 3: MODELO TEÓRICO DE HIPERTÔMATO**

Considerando a necessidade de ferramentas para implementação e auxílio ao projeto de sistemas educacionais, o hipertexto se destaca em virtude de oferecer um rico conjunto de materiais para o aprendizado, contribuindo significativamente para a exploração e pesquisa dos alunos. No entanto, faz-se necessário uma ferramenta formal que permita a descrição e verificação dos sistemas a serem implementados, utilizando o hipertexto. A escolha do autômato de estados finitos, seguindo idéia de ALMEIDA (1999), justifica-se pela sua formalidade, por permitir uma fácil visualização, e, por também permitir verificações quanto a alcançabilidade de estados, dentre outras características. Dessa forma, este capítulo apresenta os conceitos básicos de Sistemas Hipertexto como Autômatos, bem como a ferramenta utilizada para a modelagem dos sistemas educacionais, detalhados no capítulo 5, através do hipertômata.

### **4.1. O MODELO HIPERTEXTO**

ALMEIDA (2001) define hipertexto como um modelo formal onde o computador é o responsável pelo gerenciamento das formas de apresentação da informação, podendo ser fundamentado na Teoria dos Autômatos tanto pelo aspecto declarativo em virtude da representação através do diagrama de transição, quanto pelo aspecto dinâmico em referência a sua evolução no tempo em decorrência das diferentes respostas fornecidas face a variação no conjunto de entradas.

Em seus trabalhos, CRISTÓVÃO (2000) considera o hipertexto como uma virtualização do texto, esclarecendo que os dispositivos hipertextuais contribuem para que o processo de leitura ocorra facilmente e de forma mais objetiva. O sentido do prefixo hiper denota nesse caso um significado não de grandeza no tamanho do material, mas sim de grandeza de poder referente a essa ferramenta.

O hipertexto apresenta-se portanto, como um conjunto de textos interligados entre si, utilizando uma estrutura bem definida para sua organização em rede, onde cabe ao leitor a definição da ordem de leitura. Quando além de textos, aparecem figuras, imagens, sons e outros recursos, este instrumento recebe o nome de hipermídia, ou seja a união do hipertexto com o conceito de multimídia.

Etmologicamente, a origem da palavra multimídia vêm do latim, **medium**. Trata-se de uma palavra no singular que significa meio, canal de comunicação, e o seu plural, **mídia**, representa o conjunto de canais e meios de comunicação. Dessa forma, o termo multimídia apresenta uma redundância, pois significa o “conjunto do plural” dos vários meios de comunicação, enfatizando o seu caráter múltiplo como instrumento que abrange diversas formas de comunicação possíveis.

A generalização do texto como um documento composto de várias mídias é denominado de hiperdocumento, sendo a ligação entre os dois definida como link ou hiperlink. Em virtude da ampla divulgação e utilização feita pela Internet, estes conceitos acabaram se confundindo, e todas essas denominações se tornaram sinônimas.

O modelo hipertexto é hoje um poderoso instrumento de trabalho, que pode ser amplamente utilizado pela educação, pois sua utilização implica na exploração, na descoberta e no aprimoramento contínuo (SIMÃO NETO, 2000). No entanto, sua escolha deve ser justificada não somente nos aspectos superficiais tais como gerar aulas mais atraentes e bonitas para o aluno, mas essencialmente aproveitando suas características para melhorar o processo de ensino-aprendizagem, utilizando os materiais pedagógicos como eficientes agentes de comunicação.

Dentro do contexto atual, a utilização das novas tecnologias não pode se limitar a simples transmissão de informações e disponibilização dos conhecimentos. O principal objetivo está em proporcionar ambientes, e dentre estes ambientes educacionais, questionadores e transformadores. É sobre essa ótica que o modelo hipertexto deve atuar, mudando as formas de pensar e possibilitando tanto as mais diversas estruturas de interação, quanto novas experiências intra e interpessoais.

## 4.2. PRESSUPOSTOS TEÓRICOS SOBRE AUTÔMATOS

Segundo PIMENTEL-SOUZA (2001) os autômatos são entidades responsáveis pela reprodução de determinados comportamentos. Na Idade Média eram comuns os autômatos mecânicos, o qual evoluíram nos dias atuais, para sistemas lógicos inteiramente abstratos ou de uma grande complexidade eletrônica, como por exemplo, os computadores. Trata-se portanto, de uma representação do real que descrevemos com certas margens de erro ou de simulações específicas de algumas de suas propriedades.

ALMEIDA (2001) define um autômato como uma particularização de um sistema dinâmico, sendo essa dinamicidade caracterizada pela influência das entradas passadas no resultado futuro do sistema, no entanto, o contrário não é verdadeiro, ou seja, passos futuros não alteram as entradas passadas do sistema. A descrição de um sistema dinâmico é o detalhamento de seu mecanismo de funcionamento, especificando a forma da variabilidade do conjunto de estados, conforme visualizamos na figura X.

De modo geral, a máquina de estados finitos é o tipo de sistema dinâmico mais utilizado, sendo também conhecida como autômato finito (AF) (Fig.14). Um autômato de estado finito pode ser compreendido como um sistema dinâmico invariante e discreto no tempo, cujo espaço de estado é representado por um conjunto finito (MENEZES, 1998).

**Figura 14: Descrição de sistema dinâmico como objeto matemático**

$$S_d = \{T, U, \psi, Y, \Lambda, X, \Sigma, \delta\}$$

onde:

T é o conjunto dos tempos,

$\psi$  é o conjunto de funções de entradas  $\partial \in \psi = \{\partial : \rightarrow U\}$

U é o conjunto de valores de entradas,

Y é o conjunto de valores de saídas,

$\Lambda$  é o conjunto de funções de saída  $\lambda \in \Lambda = \{\lambda : \rightarrow Y\}$ ,

X é o conjunto dos estados,

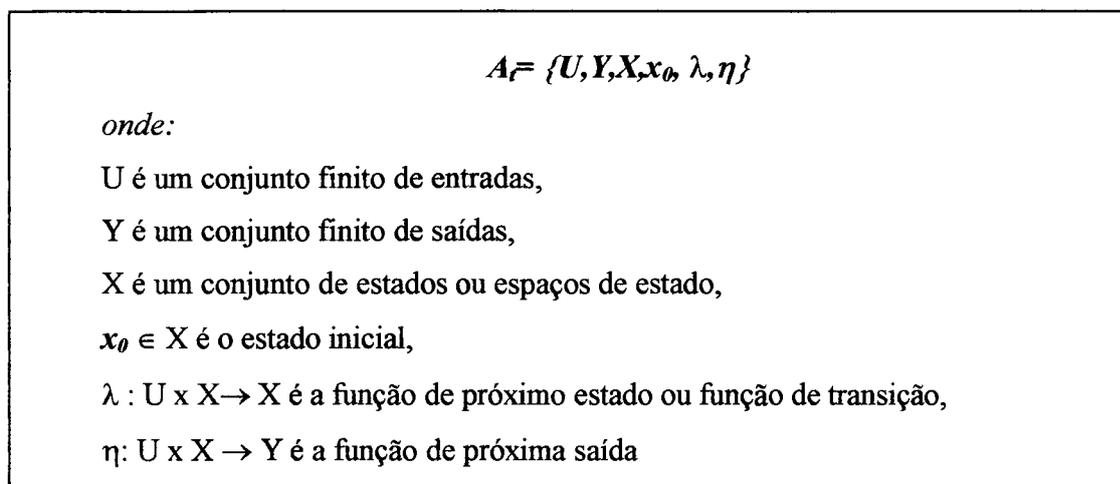
$\Sigma$  é a função de transição de estados  $\Sigma: T \times T \times U \rightarrow Y$

$\delta$  é a função de saída  $\delta: T \times X \times U \rightarrow Y$ ,

Fonte: ALMEIDA (2001, p.82)

Os autômatos finitos, ou máquinas, podem ser descritos abstratamente através de uma sêxtupla (Fig.15).

**Figura 15: Descrição de uma sêxtupla**

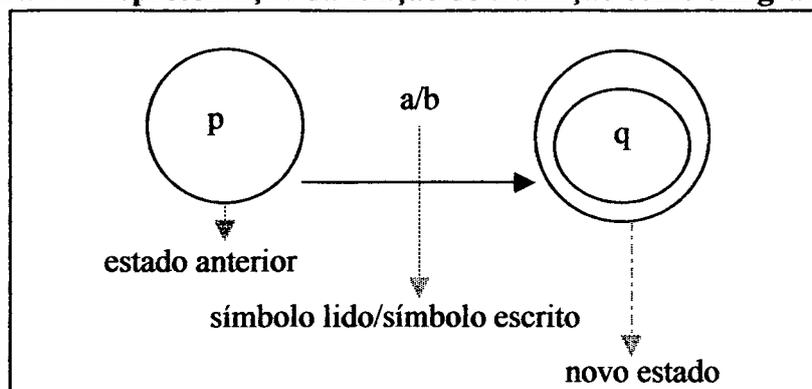


Fonte: ALMEIDA (2001, p.84)

Um AF pode ser representado através de um diagrama de transição de estados. Um diagrama de transição de estados pode ser compreendido como um instrumento de interação homem-máquina, ou seja, um grafo orientado (dígrafo), o qual apresenta a funcionalidade da arquitetura do sistema, recorrendo a um símbolo, em geral um círculo, para representar o comportamento de um sistema computacional e a uma seta para representar uma possível alteração do seu comportamento.

A representação da função de transição ou função de próximo estado  $\lambda$ , através do diagrama de transição de estados (Fig. 16) entende que  $|X|$  nós são os estados de X (o conjunto de estados ou espaços de estado). Se  $\lambda(x_i, a) = (x_j, b, x)$ , então existe uma aresta que parte do nó  $x_i$  para o nó  $x_j$ , que é rotulada com  $a/b, x$ . O nó correspondente ao ponto de partida do diagrama é diferenciado com círculos concêntricos, e os nós correspondentes aos estados finais são diferenciados com um círculo ao seu redor.

**Figura 16: Representação da função de transição como um grafo**



Fonte: MENEZES (1998, p. 34) [Modificado]

Segundo MENEZES (1998) os autômatos finitos se dividem quanto ao seu estado de transição em dois tipos: **Autômato Finito Determinístico (AFD)**, cuja definição é, dado um estado e uma transição, leva a um único estado, e **Autômato Finito Não Determinístico (AFND)**, o qual dado um estado e uma transição, pode levar a mais de um estado. Para efeito da modelagem dos sistemas desenvolvidos neste trabalho, utilizaremos o Grupo de AFD em virtude da unidade nos estados de sua saída, o qual está representado genericamente no exemplo a seguir.

Considerando o autômato  $M = \{ U, Y, X, x_0, \lambda, \eta \}$ , onde:

$U = \{ a, b \}$ , o conjunto de entradas,

$Y = \{ \alpha, \beta, \pi \}$ , o conjunto de saídas,

$X = \{ A, B, C \}$ , conjunto de estados,

$x_0 = A$ , o estado inicial,

$\lambda : U \times X \rightarrow X$ , função de próximo estado,

$\eta : U \times X \rightarrow Y$ , função de próxima saída

Os valores das funções  $\lambda$  e  $\eta$  são dados por:

$\lambda (a, A) = C ; \eta (a, A) = \beta$

$\lambda (b, A) = B ; \eta (b, A) = \alpha$

$\lambda (a, B) = A ; \eta (a, B) = \pi$

$\lambda (b, B) = C ; \eta (b, B) = \beta$

$\lambda (a, C) = B ; \eta (a, C) = \alpha$

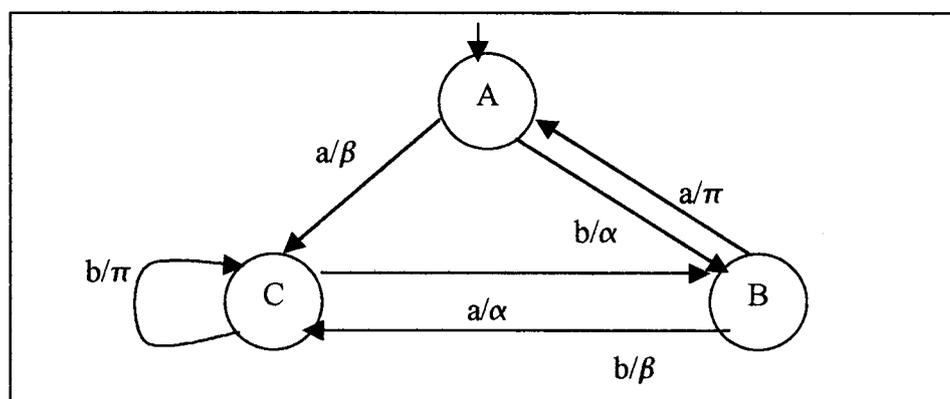
$\lambda (b, C) = C ; \eta (b, C) = \pi$

Este autômata  $M$  pode ser representado graficamente de acordo com a figura 17, e sua tabela de transição de estados  $\lambda$  é esquematizada da seguinte forma:

**Tabela 6: Transição de estados do autômata  $M$**

Estado presente	Entrada $U$	Próximo Estado	Saída $Y$
A	a	C	$\beta$
	b	B	$\alpha$
C	a	B	$\alpha$
	b	C	$\pi$
B	a	A	$\pi$
	b	C	$\beta$

**Figura 17: Grafo do representando o autômata  $M$**



Dessa forma, podemos resumir que um AFD corresponde a uma máquina, ou a um sistema dinâmico, composto por cinco partes principais: (1) uma fita, que equivale ao dispositivo de entrada que contém a informação para o processamento; (2) uma unidade de controle, responsável por refletir o estado corrente da máquina, (3) um programa ou função de transição, que corresponde a função responsável pela leitura e definição do estado do autômato (MENEZES, 1998), (4) uma fita que equivale ao dispositivo de saída, e (5) uma função de saída.

### 4.3. HIPERTEXTO COMO AUTÔMATOS

Em suas pesquisas ALMEIDA (2000) elaborou um modelo de representação para desenvolvimento de ambientes educacionais baseado em hipertômatos. A junção da Teoria dos Autômatos e do conceito de hipermídia serviram de base teórica para esse agente.

Sua proposta é que por meio de autômatos de estados finitos, ocorra o desenvolvimento de softwares para auxiliar professores a identificarem situações críticas e dificuldades cognitivas sérias no processo de ensino-aprendizagem. Os autômatos apresentam-se como um formalismo computacional muito próximo de uma visão pedagógica prática, o que justifica sua utilização como modelo representacional para alguns problemas enfrentados pelos alunos.

O hipertômata pode ser definido abstratamente como uma sêxtupla de acordo com a figura abaixo:

**Figura 18: Definição do hipertômata como uma sêxtupla**

$$Hp = \{U, Y, X, x_0, \rho, \delta\}$$

onde:

- U é o alfabeto finito de entrada,
- Y é o alfabeto finito de saída,
- X é o espaço de estado finito,
- $x_0 \in X_0 \subset X$  é o estado inicial,
- $\rho : U \times X \rightarrow X$  é a função de próximo estado ou função de transição,
- $\delta : U \times X \rightarrow Y$  é a função de próxima saída

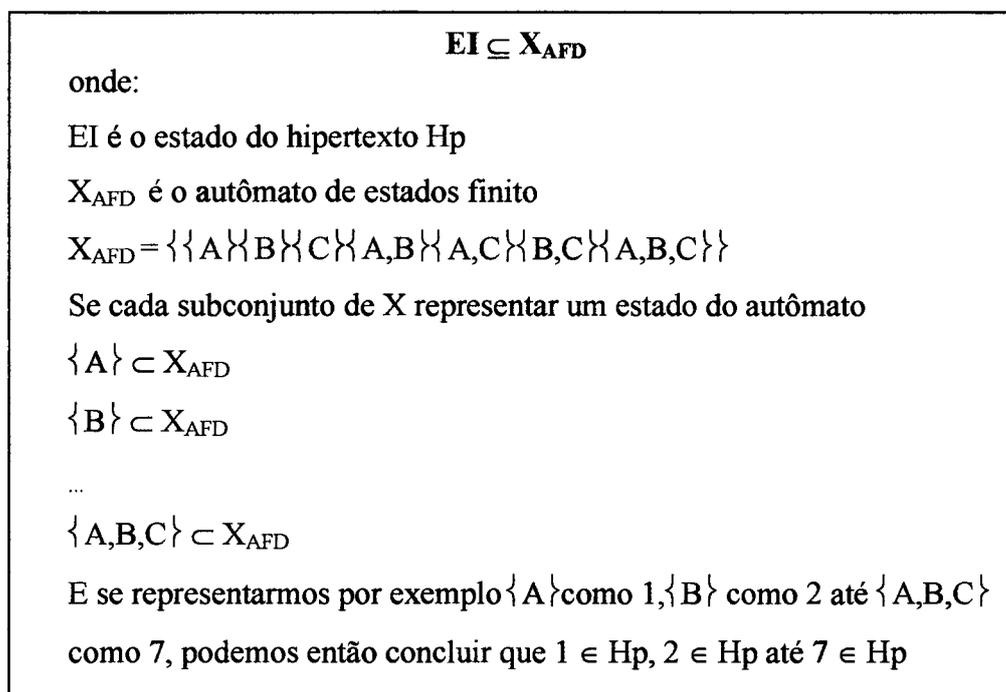
Fonte: ALMEIDA (2001, p.86)

De acordo com essa definição, podemos considerar que o alfabeto de entrada U representa o conjunto de todos os valores possíveis introduzidos pelo usuário do sistema. Esses valores podem ser inseridos de diversas formas, desde acionamento de botões do teclado até click do mouse.

O alfabeto de saída  $Y$  compreende o conjunto de todas as formas possíveis de representação da informação que o usuário do sistema consegue visualizar na tela, dentre estas, tamanho, forma, gráficos, sons, etc.

O espaço de estados finitos  $X$  representa a família de conjuntos definidos em  $X$  do AFD. Cada estado do hipertexto  $H_p$  é um subconjunto do conjunto de estados do AFD. Dessa forma considere a descrição da figura a seguir:

**Figura 19: Definição de Estados finitos**



O elemento  $x_0$  corresponde a um estado inicial do hipertômato, ou seja a um ponto do qual o usuário inicia a sua navegação pelo sistema, o qual pertence ao conjunto de espaços iniciais possíveis de  $X_0$ . Para efeito de representação dos sistemas objeto de estudo deste trabalho, entenderemos  $X_0 = \{x_0\}$ .

A função de transição  $\rho$  pode ser acionada através dos links do hipertexto, e tem a responsabilidade de realizar a união de todos os estados do sistema, por isso sua imagem é o próprio conjunto de estados definidos em  $X$ .

A função  $\delta$  é aquela responsável por fornecer uma informação em  $Y$ , dado um valor definido para  $U$  e um estado determinado em  $X$ . Ou seja, essa função define a apresentação dos valores do alfabeto de saída tendo em vista o estado e o valor de

entrada determinados, por isso sua imagem é o conjunto de informações definidas no alfabeto de saída Y.

Segundo BARRETO (1999), a hipermídia é uma ferramenta extremamente poderosa pois nos permite apresentar informações das mais variadas formas possíveis. Além disso, devido seu alto grau de interatividade, possibilita uma ampla exploração dessas informações por parte do usuário, ao invés deste somente recebê-las ou memorizá-las. No entanto, essa margem de possibilidade de exploração pode, se não for bem gerenciada, fazer com que o usuário se perca pelo sistema, com o perigo de não mais saber voltar a um nó visitado anteriormente.

O hipertômata de ALMEIDA (2000) surge como um mecanismo poderoso e eficiente com o objetivo de evitar este tipo de problema uma vez que todos os nós são alcançáveis e observáveis. Em seus trabalhos, a referida autora ressalta a importância desses dois pontos, alcançabilidade e observabilidade, para a construção de um hipertexto bem sucedido, ao assegurar que uma unidade de informação possa ser determinada pela observação do comportamento entrada/saída do sistema e, que todas as unidades do sistema sejam acessíveis ao usuário, ou seja, dado um estado inicial do usuário, todos os estados possam ser atingidos durante sua navegação pelo sistema, possibilitando consolidar a concreta potencialidade dessa ferramenta na formalização dos sistemas.

Uma pergunta que ALMEIDA (2001, p.91) faz em sua obra retrata perfeitamente a importância do hipertexto para os estudos na área de Ciência da Computação, mais especificamente na sua aplicação no campo da educação: “ O que adianta preparar todo um sistema suportado pelas teorias educacionais, se este sistema não funciona corretamente porque não foi bem concebido em termos computacionais?”

Dessa forma, o hipertômata se destaca como uma solução eficiente na resolução dos problemas navegacionais em hipertextos, visando ampliar o grau de simplificação no campo da especificação formal dos sistemas, apresentando-se também, como um modelo de sistema que pode ser aplicado de acordo com a concepção de aprendizagem adotada, sendo suficiente para isso, apenas alterar o seu grafo de implementação conforme demonstramos no capítulo seguinte.

#### 4.4. MODELO TEÓRICO DE HIPERTOMATA UTILIZADO PARA A MODELAGEM DOS SISTEMAS

O modelo utilizado como fundamento para os sistemas educacionais desenvolvidos neste trabalho é o hipertomata de ALMEIDA (2000). Através desse modelo, esta autora desenvolveu um ambiente de apoio ao Ensino de conceitos introdutórios de Redes Neurais Artificiais, validando o objeto de estudo de sua dissertação de Mestrado em Ciência da Computação, bem como a utilidade da ferramenta para modelagem de sistemas educacionais. A junção da Teoria dos Autômatos e do conceito de hipermídia serviram de base teórica para esse agente, o qual a referida autora esquematizou conforme ilustra a figura 20.

No entanto, após um estudo realizado no referido modelo, concluímos que a adoção de um único símbolo gráfico para representação do diagrama, no caso um círculo sem preenchimento, acaba gerando uma confusão na leitura e interpretação do ambiente. A estratégia utilizada para diferenciação destes símbolos usando nomenclaturas, geralmente abreviações dos nomes utilizados para os nós, também não diminuiu o efeito de poluição visual, ou minimizou possibilidades de interpretações erradas.

Nossa sugestão para aperfeiçoar este modelo é a representação diferenciada de cada nó utilizado na modelagem dos sistemas, sem nomenclaturas associadas, para uma melhor visualização e compreensão de sua estrutura. Dessa forma, os elementos componentes do diagrama de grafos a serem utilizados na modelagem dos sistemas objetos deste trabalho são os seguintes:

1. Nó de identificação, representado simbolicamente pela figura , tem a finalidade de identificar o ambiente, bem como introduzir informações gerais sobre o sistema, tais como abordagem pedagógica, a disciplina ao qual ele irá dar suporte e o assunto específico abordado, além do nome e e-mail da professora responsável.
2. Nó de apresentação, representado simbolicamente pela figura , tem a finalidade de apresentar o ambiente ao aluno e também como o processo de aprendizagem será abordado por esse sistema.

3. Nó de metodologia, representado simbolicamente pela figura , contém explicações sobre a forma e os procedimentos a serem realizados pelo aluno para trabalhar neste ambiente.
4. Nó Tópico, representado simbolicamente pela figura , onde as unidades dos assuntos tratados no sistema são apresentadas. Este nó apresenta ligação com outros nós, como o de detalhamento e o sub-tópico.
5. Nó subtópico, representado simbolicamente pela figura , são extensões do nó anterior, o nó tópico, como continuação do assunto tratado na unidade. Alguns apresentam também ligações com nós de detalhamento. De acordo com o número do assunto apresentam indicações de detalhamento. Exemplo nó tópico 2, subtópico 2.1, 2.2, etc.
6. Nó de detalhamento de tópico e subtópico, representado pela figura , apresentam informações adicionais sobre os assuntos contidos no nó tópico e subtópico.
7. Nó de bibliografia, oferecem ao usuário as referências bibliográficas citadas nas informações.
- 
8. Nó externo para a Web, representado simbolicamente pela figura , possibilita ao aluno acesso a Internet e a todas as informações presentes na rede.
9. Nó retorno simples, representado simbolicamente pela figura , possibilita o retorno ao nó anterior. Representados pelo botão voltar e pelo navegador, não apresenta memória.
10. Nó link específico, representado pela figura , indica links específicos sobre o assunto tratado nos ambientes. Esses links foram selecionados anteriormente pela professora, e complementam os conhecimentos apresentados no ambiente.

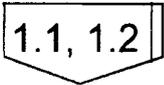
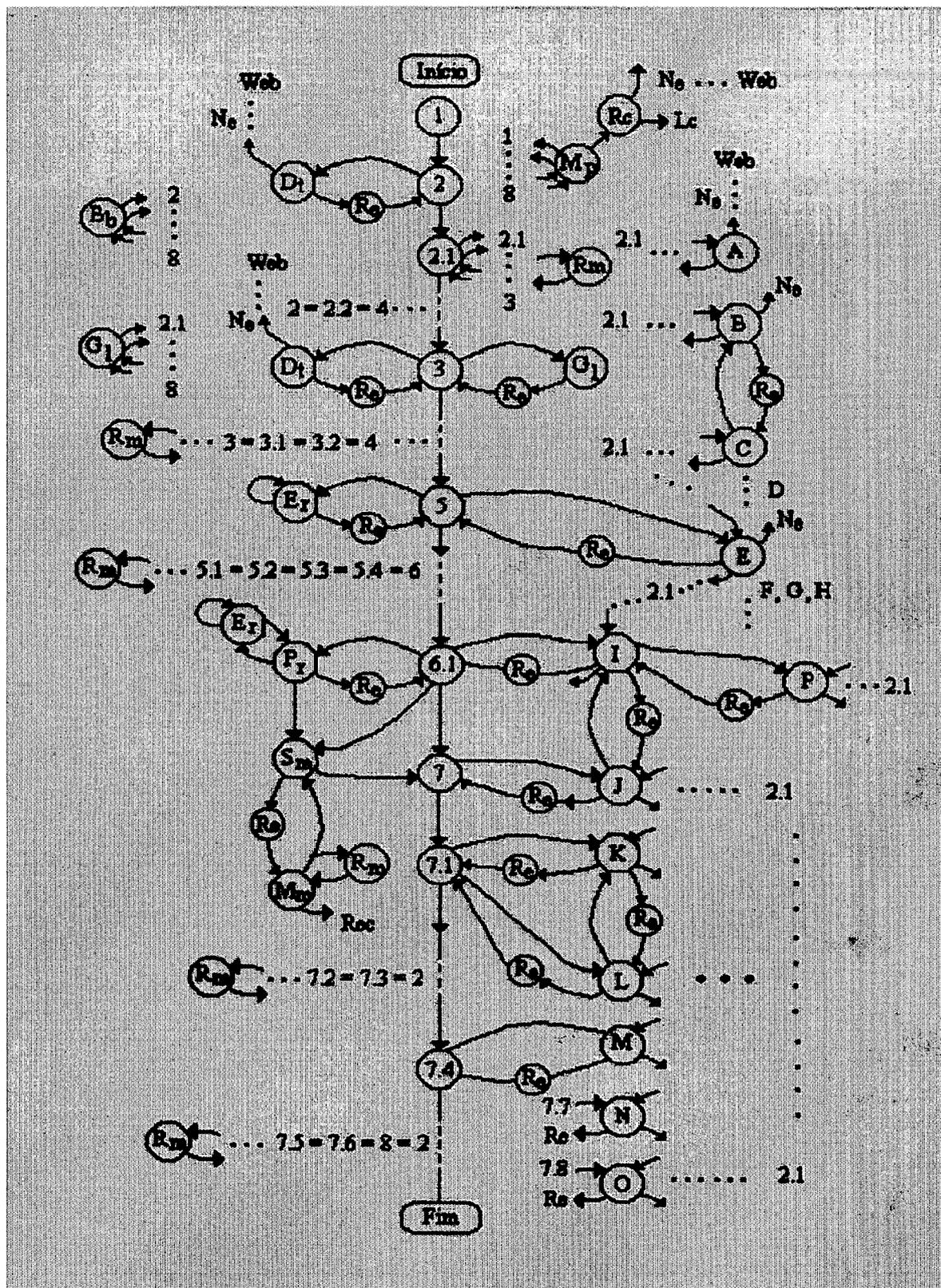
11. Nó whiteboard, ilustrado através de , representa uma das ferramentas dos ambientes a serem utilizados pelos alunos, no desenvolvimento das atividades propostas. Equivalente a um quadro negro, onde o aluno escreve os resultados do processo de construção do conhecimento. Está ligado ao nó detalhamento do whiteboard.
12. Nó de detalhamento do whiteboard, representado pela figura , indica que antes do acesso ao whiteboard, o aluno ao trabalhar pela primeira vez com a ferramenta deverá efetuar um cadastro de inscrição.
13. Nó de mapa conceitual, simbolizado por , constitui o nó de acesso a outra ferramenta do sistema, onde estão as informações básicas necessários para o desenvolvimento das atividades propostas.
14. Nó fórum de discussão, representa a ferramenta disponível ao aluno para socialização das idéias e opiniões, bem como dos conhecimentos construídos pelos alunos.
- 
15. Nó exercício, representado simbolicamente pela figura , apresenta o início dos exercícios propostos nos ambientes a serem desenvolvidos pelos alunos.
16. Nó de validação, representado simbolicamente pela figura , tem a finalidade de validar o exercício apresentado, com as opções de erro e acerto.
17. Nó acerto, representado simbolicamente pela figura , tem a finalidade de identificar as questões e atividades propostas dos exercícios. Quando atividades apresenta a letra A como conteúdo do retângulo, quando questões, a letra Q. Todos são numerados.

Figura 20: Modelo de hipertômatata de ALMEIDA (1999)



Fonte: ALMEIDA (1999, p.96)

## **CAPÍTULO 5 – AMBIENTE PROPOSTO - SISTEMAS EDUCACIONAIS**

De acordo com o exposto no capítulo 2, as concepções filosóficas de teoria educacional adotadas para a construção dos três sistemas educacionais propostos foram as correntes **associacionista, cognitivista e sócio-interacionista**. Este capítulo apresenta portanto, baseado nessa lógica, o processo de desenvolvimento dos sistemas de aprendizado, sua modelagem utilizando os hipertômatas, e a análise de oportunidades para seu desenvolvimento. Serão apresentado o desenvolvimento dos sistemas educacionais procurando usar de maneira isolada cada filosofia educacional de onde serão obtidos os resultados da aplicação destes sistemas aos alunos.

### **5.1. ANÁLISE DE OPORTUNIDADES**

Nesta seção apresentamos a pesquisa feita com os alunos referente a análise de oportunidades quanto ao uso de sistemas computacionais como ferramenta pedagógica para o processo de aprendizagem.

O método de abordagem utilizado para determinar as ações durante as investigações realizadas foi o indutivo, possibilitando dessa forma a inferência indutiva, ao partir dos fatos para a generalização do assunto, especificamente generalizações estatísticas.

Dentre as possíveis técnicas para a coleta de dados de observação direta extensiva, a utilizada para essa pesquisa foi o questionário, pois o mesmo permite que o pesquisado possa responder às questões sem interferência do pesquisador. O instrumento está estruturado com cerca de 14 perguntas, sendo 13 objetivas e 01 subjetiva, sem qualquer identificação sobre os sujeitos, apresentando uma introdução explicativa para facilitar ainda mais o seu preenchimento.

A tabulação dos dados nas questões objetivas conferiu aspecto quantitativo em percentual, de acordo com as respostas fornecidas, os quais são colocados ao lado de cada pergunta para melhor visualização. As respostas da questão 13, a única subjetiva,

foram transpostas para a presente seção, de forma a melhor ilustrar a coleta, e posterior análise.

A pesquisa teve como sujeito 40 alunos da turma do período noturno do curso de Bacharelado em Administração, habilitação em Comércio Exterior, do CESUPA. Essa turma foi selecionada aleatoriamente.

As questões 1 e 2 objetivam identificar o tempo disponível para pesquisas e outras atividades extra classe que os alunos dispõem, tempo livre este no qual o computador poderia ser utilizado. A pesquisa demonstrou que 62,5% está trabalhando ou estagiando, e deste percentual, destacamos que 40% nos dois turnos (manhã e tarde), possuindo portanto pouco tempo para essas atividades.

As questões 3 e 4 procuram identificar o nível de interesse e conhecimento em informática dos alunos, sendo complementada pela questão 5, onde o próprio indivíduo classifica seus conhecimentos em iniciante, médio ou avançado. O resultado coletado foi bastante positivo, pois a maioria dos sujeitos (média acima de 90%) afirmou ter interesse na área e saber utilizar o computador. Além disso 72,5% dos sujeitos se classificou como usuário de médio conhecimento, sendo apenas 2,5% (01 aluno) usuário iniciante (menos de seis meses de uso com computador e ainda com problemas nas atividades rotineiras). Portanto, dificuldades operacionais e pessoais, tais como medo de trabalhar com o computador e não familiaridade com o mouse ou comandos básicos por exemplo, podem ser deprezadas como possíveis fatores de resistência ou resultados negativos na conclusão desta pesquisa.

Este perfil do usuário também é abordado nas questões 7 e 8, ao levantar o intervalo de tempo gasto com o computador. Embora os alunos não tenham muito tempo livre disponível, pois como vimos mais da metade trabalha e em sua grande maioria nos dois turnos, a pesquisa revelou que 50% dos sujeitos (incluindo os que não trabalham) utilizam o computador mais de 15 dias no mês, e que 72,5% costumam ficar mais de uma hora no computador ao dia, destacando que destes 17,5% acima de quatro horas/dia. Isso reforça a conclusão do parágrafo anterior, quanto ao interesse pela área de informática e uso do computador. Esse uso em sua grande parte é referente ao lazer, elaboração de textos e pesquisas diversas como podemos perceber nos parágrafos seguintes.

A questão 6 aborda a forma como os usuários utilizam o computador. O resultado obtido confirma as expectativas iniciais desta pesquisadora, ao apontar a digitação de textos como mais utilizada (38 indicações, correspondendo a 95% do total das alternativas assinaladas). A pesquisa na Internet e correio eletrônico (87,5% e 75% respectivamente), também são recursos bastante utilizados.

Grande parte dos entrevistados, com média de 67,5%, apontou o computador para entretenimentos (jogos, bate-papos, filmes e músicas). Importante ressaltar que tivemos duas alternativas especificadas em outros: edição e manipulação sonora e webdesign. (7,5%).

Esse resultado é de extrema importância para esta pesquisa, pois demonstra uma familiaridade dos sujeitos objeto com diversas ferramentas computacionais, principalmente quanto a editoração de texto, navegação na internet e canais de bate-papo. Como os sistemas desenvolvidos possuem ferramentas similares, as quais comentaremos neste capítulo nas seções a seguir, podemos concluir que não haverá grandes dificuldades na operação destas pelos sujeitos, pois eles já o fazem em suas atividades do cotidiano no uso do computador de modo geral.

A questão 9 procura saber se os alunos teriam alguma dificuldade em trabalhar com a matéria sem ter material impresso como é de costume (apostila, resumos e exercícios xerocados). O resultado de 50% de preferência em imprimir material para leitura é um valor significativo que implica em uma análise mais detalhada sobre a interface com os usuários, procurando uma forma mais estruturada quanto a parte textual do sistema. Dessa forma, essa dificuldade em ler textos diretamente da tela poderá ser minimizada.

A questão 10 objetiva identificar quantos alunos já tiveram contato com softwares educacionais, sendo complementada pelas questões de 11 a 14, no caso de resposta positiva. O resultado coletado foi de apenas 25% e sob uma ótica preocupante. Pois 80% destes viram de um até 3 softwares, e em 70% dos casos tiveram problemas, tais como erros de navegação no sistema. Este resultado pode influenciar negativamente os sujeitos para resistência a metodologia apresentada. Dessa forma, a introdução e explicação da proposta deverá ser feita de forma cuidadosa, procurando abranger tanto a parcela dos sujeitos que não conhecem nenhum tipo de software, portanto sem experiências anteriores para efeito de comparação, quanto os que conhecem e tiveram

problemas, para que todos participem e se interessem do desenvolvimento do trabalho, resultando daí consequentemente o sucesso dessa pesquisa.

Infelizmente nem todos os sujeitos que afirmaram indicações sobre dificuldades em utilização, explicaram o tipo. Apenas uma foi identificada, “Muitas vezes eles não atingiam as minhas expectativas quanto a explicação do tema”, e se referia ao conteúdo do conhecimento específico abordado.

### **Questões do Formulário 1 – Análise de oportunidade**

1. Você trabalha ou está estagiando?

Sim (62,5%)

Não (37,50%)

2. Se você trabalha ou está estagiando, qual é o horário?

manhã (60%)

tarde (00%)

manhã e tarde (40%)

3. Possui interesse pela área de informática?

Sim (92,50%)

Não (7,50%)

4. Possui conhecimento (s) de informática (utiliza o computador)?

Sim (95%)

Não (5%)

5. Em caso afirmativo na questão anterior, em que nível você se enquadra?

Usuário iniciante, teve contato recente (menos de 6 meses) com o computador, e ainda tem dificuldades em manusear programas básicos como editor de texto. (2,5%)

Usuários médios, utiliza o computador em aplicações comuns, sem grandes dificuldades. (72,5%)

( ) Usuários avançados, com mais de 1 ano de uso do computador, em programas avançados, e sem nenhuma dificuldade. (25%)

6. Dentre as alternativas abaixo, marque com um X todas as possíveis maneiras que você usa o computador.

( ) Digitação de textos (95%)

( ) Jogos (75%)

( ) manipulação de imagens (30%)

( ) elaboração de planilhas de cálculos (52,5%)

( ) pesquisa na internet (87,5%)

( ) correio eletrônico (75%)

( ) participação em chats e bate papos (50%)

( ) desenvolvimento de programas (2,5%)

( ) aplicativos multimídia (ver filmes, escutar músicas ...) (60%)

( ) comércio eletrônico (compra e venda via internet) (40%)

( ) outros (especificar \_\_\_\_\_) (7,5%)

7. Em média, marque quantos dias você utiliza o computador no período de um mês?

( ) menos de 5 dias (15%)

( ) de 06 a 15 dias (35%)

( ) mais de 15 dias (50%)

8. Em média, quantas horas você costuma ficar por dia usando o computador?

( ) menos de 1 hora (32,5%)

( ) no intervalo de 1 a 4 horas (50%)

( ) mais de 4 horas (17,5%)

9. Quando você está estudando, prefere imprimir o material ou realizar a leitura direto da tela do computador?

( ) direto da tela (50%)

( ) imprimir material para leitura (50%)

10. Você já usou algum tutorial ou outro tipo de software educacional?

- sim (25%)
- não (75%)

Obs: As perguntas a seguir se aplicam apenas em caso de resposta positiva na questão anterior.

11. Quantos em média?

- de um até 3 (80%)
- de 3 a 5 (00%)
- mais de 5 (20%)

12. Você teve algum tipo de dificuldade ao utilizá-lo?

- sim (40%)
- não (60%)

13. Em caso afirmativo, explique quais foram essas dificuldades?

14. Ocorreram erros de navegação em alguns desses programas utilizados, tipo páginas inacessíveis ou não encontradas.

- diversas vezes (30%)
- às vezes (40%)
- raramente (30%)
- nunca

## **5.2. SISTEMA 1 – ABORDAGEM ASSOCIACIONISTA**

Conforme vimos no capítulo 2, numa perspectiva associacionista a aprendizagem é concebida como um mecanismo de "estímulo - resposta", ou seja, um determinado material é apresentado ao aluno, que deverá retornar com uma resposta. Após esta operação o professor analisa as respostas dadas e fornece a informação referente aos resultados atingidos. Os resultados positivos estimulam o aluno a interiorizar os

conteúdos da sessão ou lição, e os resultados negativos a retornar ao conteúdo até que este seja definitivamente assimilado.

Uma das formas mais comuns de trabalhar essa perspectiva é através de tutoriais, muitas vezes complementados com o aspecto exercício-prática, conforme exposto no capítulo 3. Este tipo de ambiente é concebido para funcionar como um substituto do professor, ou também como seu auxiliar, pois ao invés da pessoa humana, o computador passa a ser o responsável por apresentar o conteúdo e por averiguar se esse conteúdo foi realmente assimilado pelo aluno. O aluno deve responder as questões feitas pelo sistema, que classifica a resposta e segundo os resultados da avaliação, determina dos passos seguintes.

O ambiente proposto nesta seção desenvolvido em páginas HTML envolve portanto, esses aspectos filosóficos, apresentando-se como um tutorial com seqüência fixa e definida do caminho a ser seguido pelo aluno, e com exercícios para verificar o conteúdo assimilado no final do programa. O computador é dessa forma, o responsável pela transmissão do conteúdo, e posteriormente pela correção das respostas fornecidas pelo aluno.

### **5.2.1. Apresentação do ambiente**

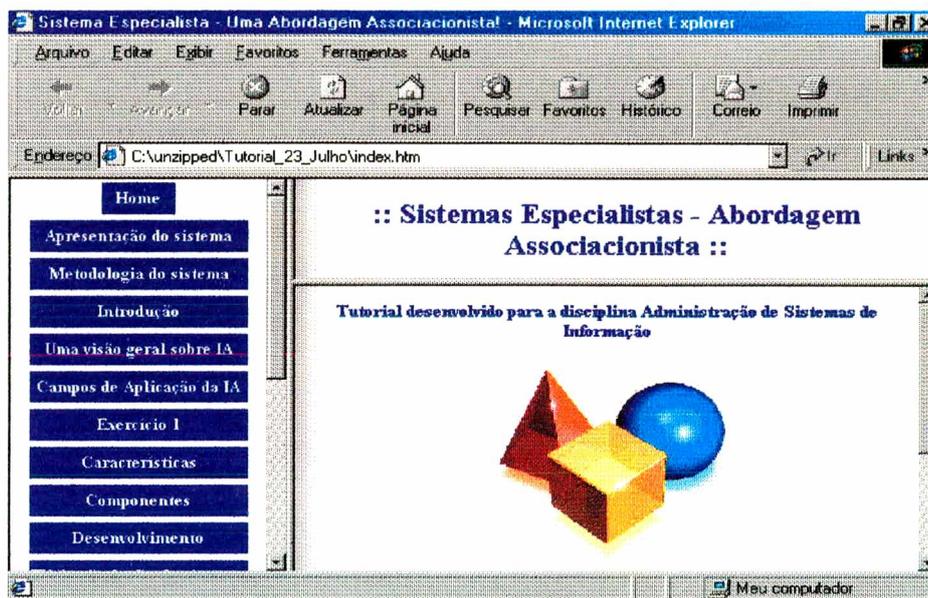
O ambiente foi construído com o objetivo de dar suporte à disciplina Administração de Sistemas de Informação, levando em consideração a abordagem pedagógica do associacionismo, podendo ser acessado através do endereço <http://www.cesupa.br/professores/andrea/sist1/index.htm>, disponível na página do CESUPA.

Apresenta-se de modo geral, dividido em conteúdo referente a disciplina e os exercícios. A parte referente ao conteúdo está separada em três grandes grupos, reunidas de acordo com o grau de complexidade dos assuntos. Cada grande grupo é dividido em subtópicos, os quais irão abordar mais especificamente o assunto geral. Após cada grande grupo, o sistema apresenta uma listagem de exercícios relacionados ao assunto do grupo navegado anteriormente. Ao todo são três conjuntos de exercícios, objetivando averiguar se o aluno realmente assimilou o conteúdo repassado.

Sua estrutura principal consiste em identificação do sistema, apresentação, metodologia, os conteúdos a serem repassados, exercícios e complementos (bibliografia e links).

Na página de identificação constam a abordagem pedagógica, a disciplina ao qual ele irá dar suporte e o assunto específico abordado, além do nome e e-mail da professora responsável, a autora deste trabalho, para o caso dos alunos se interessarem em manter contato posteriormente (Fig. 21).

**Figura 21: Identificação do sistema 1**



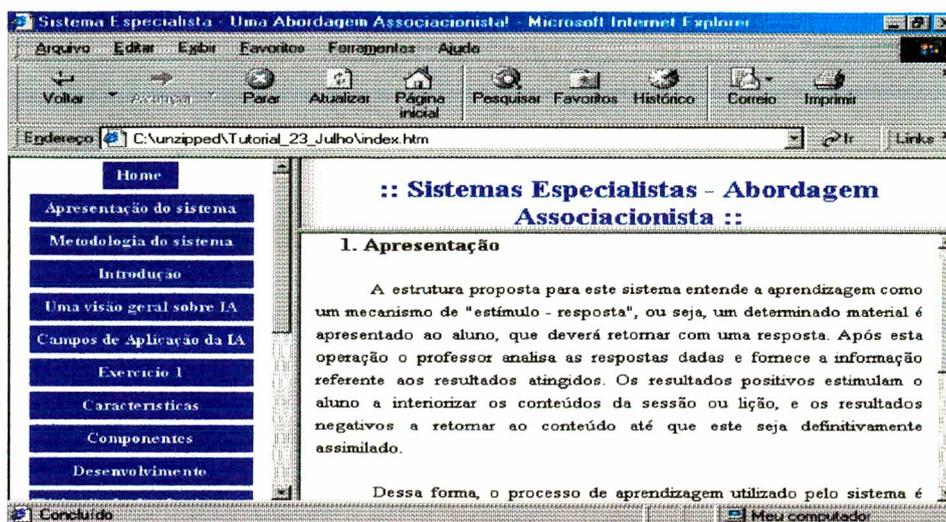
Na tela de apresentação, o aluno encontra uma idéia de como processo de aprendizagem será abordado por esse sistema, em concordância com a filosofia pedagógica em que ele está fundamentado (Fig. 22).

A tela de metodologia contém explicações de como o aluno deverá proceder para trabalhar neste ambiente (Fig.23). Esse item será melhor detalhado na seção 5.2.2.

Nas telas de conteúdo, os assuntos hierarquicamente divididos e ordenados em itens de acordo com o grau de complexidade. Entre esses grupos, os exercícios a serem respondidos.

Após percorrido todos os grupos e exercícios, o aluno chegará na página de links específicos para eventuais consultas complementares e a bibliografia utilizada na elaboração desse material.

**Figura 22: Apresentação do sistema 1**



### 5.2.2. Aplicação da Metodologia

O ponto de partida do sistema é a navegação pelos conteúdos apresentados. O sistema apresenta o assunto dividido em três grupos principais, que por sua vez estão divididos em subgrupos, como se fosse um livro texto com o assunto dividido em vários capítulos ou unidades. O aluno deverá ler, na ordem em que o sistema apresenta, os conteúdos indicados.

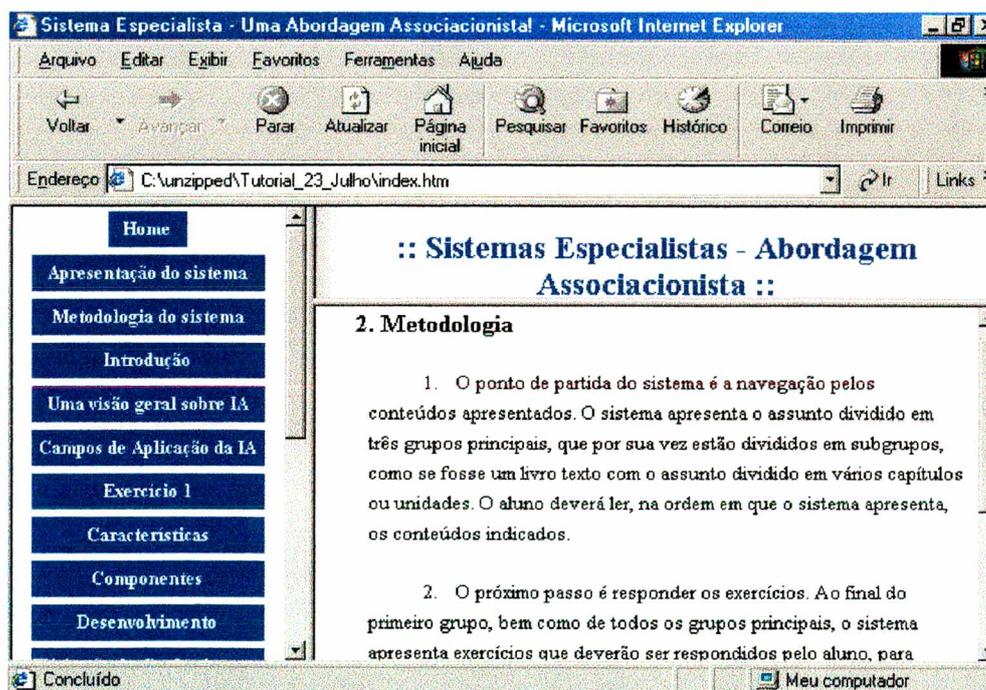
O próximo passo é responder os exercícios. Ao final do primeiro grupo, bem como de todos os grupos principais, o sistema apresenta exercícios que deverão ser respondidos pelo aluno, para verificar se o mesmo assimilou o conteúdo abordado anteriormente. Esses exercícios são compostos por questões objetivas, com cinco alternativas cada questão. O aluno deverá marcar a alternativa que achar ser a resposta correta de acordo com o comando da questão.

A seguir temos a correção das questões. Assinalada a alternativa, o sistema irá analisar a resposta e fornecer o retorno quanto ao resultado atingido, para cada questão. Caso a resposta esteja correta, o aluno poderá avançar para a questão seguinte, ou então para o próximo grupo principal de conhecimento, se for a última pergunta do exercício. No entanto, no caso da resposta estar errada, o sistema dará uma outra oportunidade,

voltando para o comando da questão respondida erroneamente, e o aluno deverá marcar outra alternativa, e assim será até que o aluno assinala a alternativa correta.

O aluno poderá voltar ao conteúdo para revisar o assunto tratado e responder a questão corretamente, para isso, basta acionar os botões de voltar.

**Figura 23: Metodologia do sistema 1**



### 5.2.3. Modelo de Hipertômeta

O sistema associacionista (sistema 1) foi implementado baseado no modelo de hipertexto como autômato, o hipertômeta de ALMEIDA (1999), com as alterações propostas no capítulo 4. De concepção simples e limitada pelas máquinas e pela rede acessada pelos sujeitos da pesquisa, seu aspecto de sistema de ensino hipertexto utilizando a Internet preocupa-se quanto a todos os estados serem alcançáveis e observáveis. As figuras 24 e 25 demonstram os grafos de implementação do referido sistema. Para uma melhor visualização a implementação dos exercícios foi separada em um grafo a parte do funcionamento geral do sistema.

Figura 24 - Grafo de implementação do sistema 1

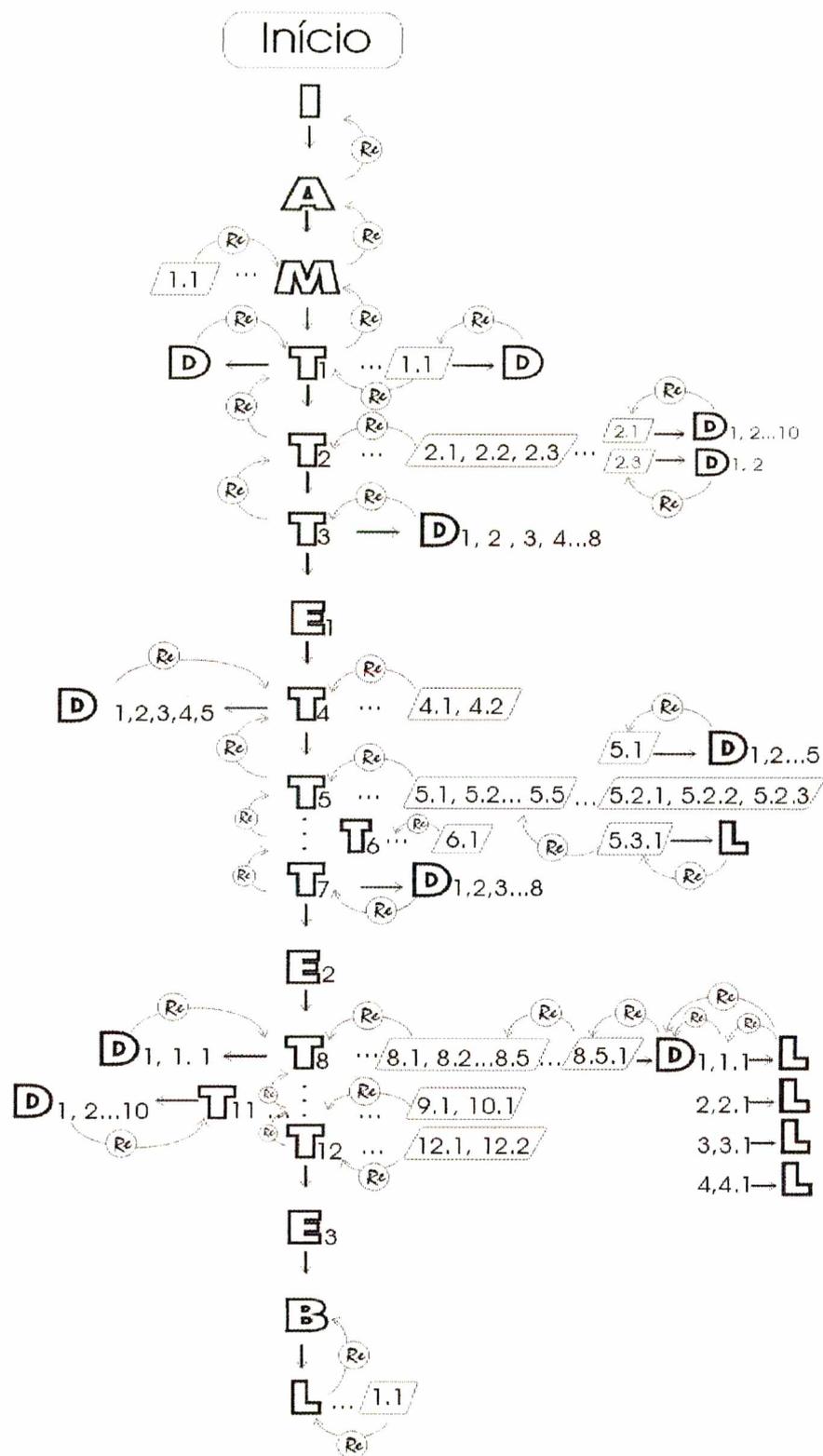
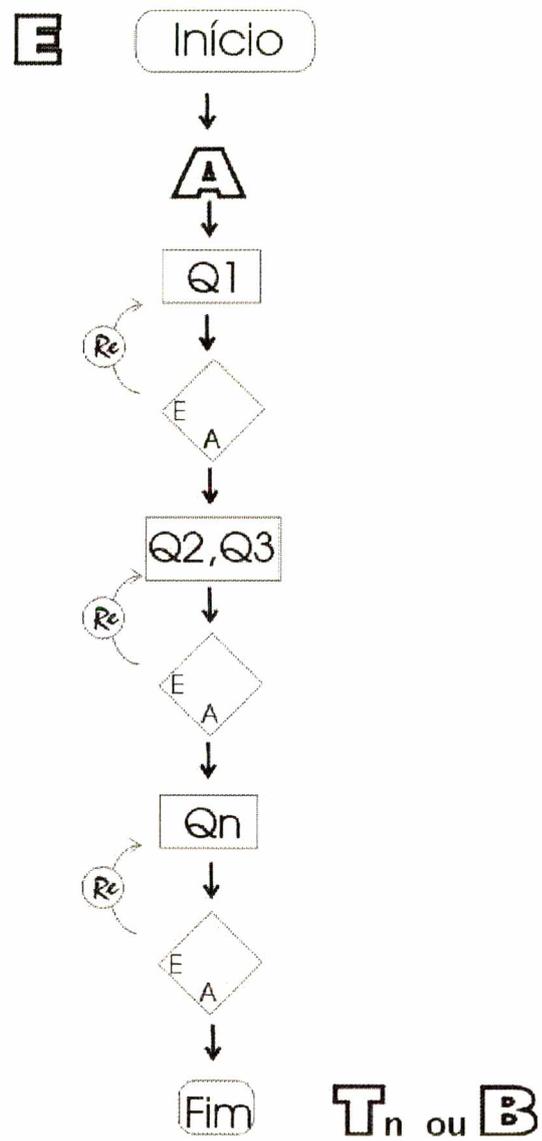


Figura 25 - Grafo de implementação dos exercícios do sistema 1



### 5.3. SISTEMA 2 - ABORDAGEM COGNITIVISTA

MENEZES et.al. apud SOUZA et.al. (2000) coloca que a aprendizagem sob a ótica cognitivista caracteriza-se como um processo de intervenção onde o indivíduo é o agente responsável pela construção de sua própria teoria, ao invés de adquirir uma teoria do ambiente. Para isso, esse processo compreende os seguintes aspectos:

1. Apresentação e identificação do problema: o aluno identifica as questões e atividades propostas a serem solucionadas;
2. Observação ou mineração: o aluno observa e reúne o maior número de informações possíveis para a resolução do problema;
3. Coleta de dados: o aluno retém as informações realmente importantes para a resolução do problema;
4. Análise: o aluno compara e analisa todas as informações coletadas;
5. Síntese: o aluno identifica os pontos relevantes e formula conclusões sobre o trabalho;
6. Formalização: o aluno apresenta o resultado da síntese, obtido no processo de construção do conhecimento;
7. Validação: o professor valida o resultado obtido.

O ambiente proposto nesta seção envolve portanto, esses aspectos filosóficos, bem como as seguintes ferramentas da tecnologia computacional: busca aberta pela internet, links específicos e whiteboard, desenvolvido em páginas HTML e linguagem ASP.

Na ferramenta de links específicos, os alunos têm referências previamente selecionadas para indicação, para complementar suas pesquisas. Na busca aberta pela internet, os alunos têm o recurso da rede mundial para pesquisar à vontade, de acordo com seus interesses e metas. A navegação é feita livremente pelos sites da internet. O whiteboard é um editor de textos e imagens, utilizado pelo indivíduo como recurso auxiliar para anotações e síntese, como se fosse um quadro negro.

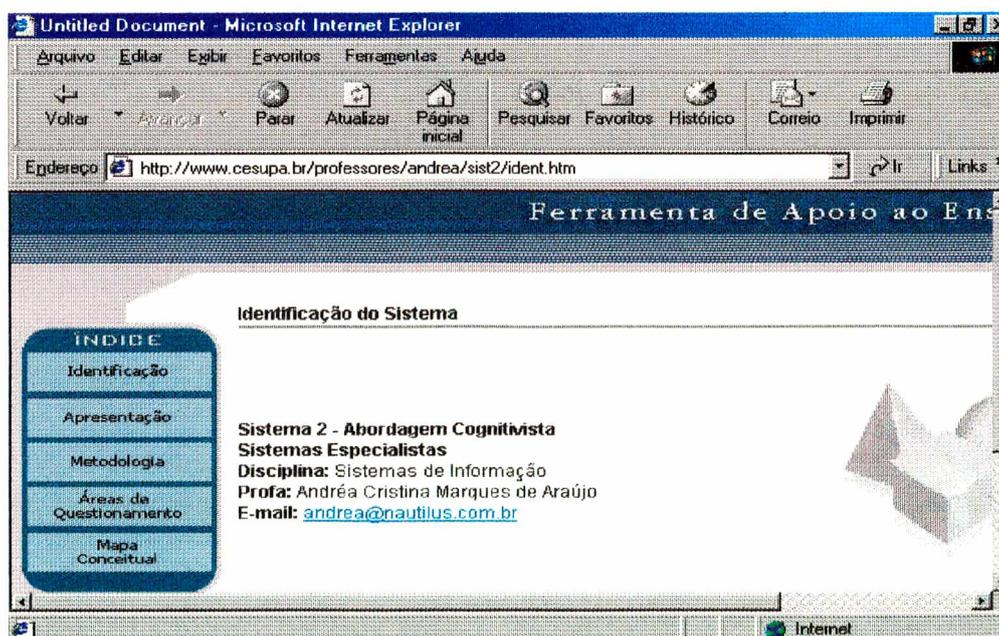
### 5.3.1. Apresentação do ambiente

O ambiente foi construído com o objetivo de dar suporte à disciplina Administração de Sistemas de Informação, levando em consideração a abordagem pedagógica do cognitivismo, podendo ser acessado através do endereço <http://www.cesupa.br/professores/andrea/sist2/ident.htm> disponível na página do CESUPA.

Sua estrutura principal está dividida em cinco itens fundamentais: identificação, apresentação, metodologia, áreas de questionamento e mapa conceitual.

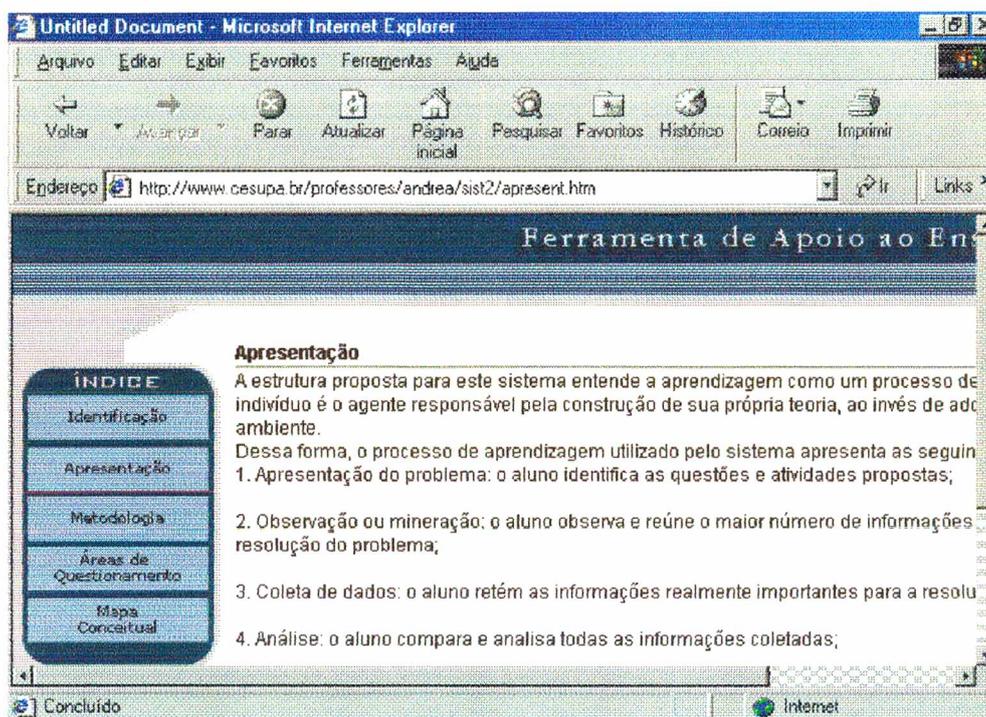
A primeira página do sistema corresponde à identificação, onde constam a abordagem pedagógica, a disciplina ao qual ele irá dar suporte e o assunto específico abordado, além do nome e e-mail da professora responsável, a autora deste trabalho, para o caso dos alunos se interessarem em manter contato posteriormente (Fig. 26). Além disso, também está disponível um índice listando esses cinco itens fundamentais, que estará presente em todas as telas do sistema, inclusive nas telas correspondentes as ferramentas computacionais (busca aberta pela internet, links específicos e whiteboard), para que o aluno possa visualizar o ambiente como um todo de qualquer ponto em que estiver, e navegar sem problemas.

Figura 26: Identificação do sistema 2



Na tela de apresentação, o aluno encontra uma idéia de como processo de aprendizagem será abordado por esse sistema, em concordância com a filosofia pedagógica em que ele está fundamentado (Fig. 27).

**Figura 27: Apresentação do sistema 2**



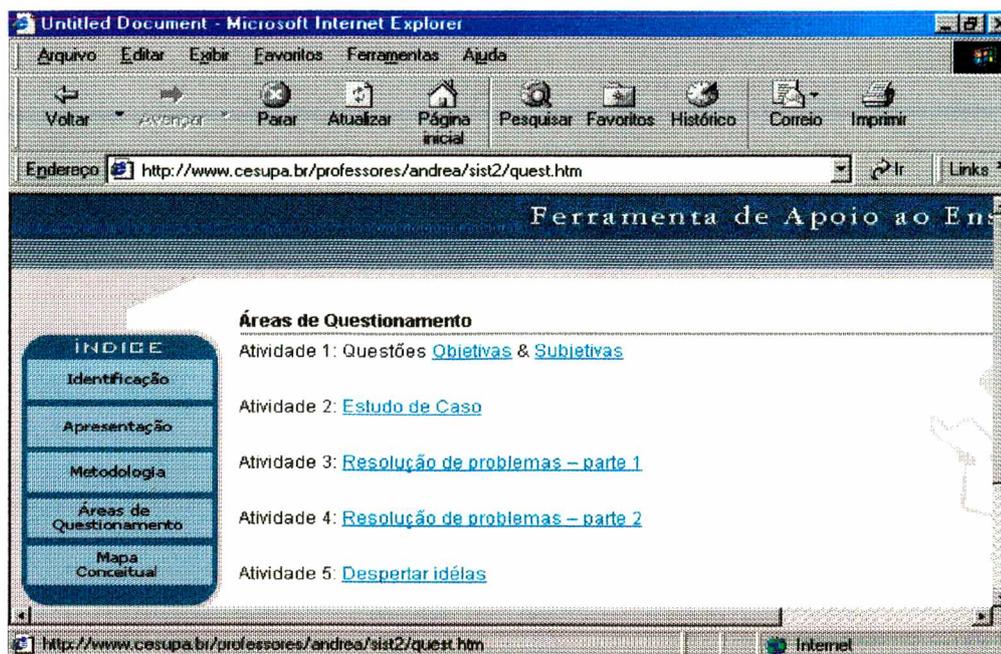
A tela de metodologia contém explicações de como o aluno deverá proceder para trabalhar neste ambiente (Fig. 32). Os passos que ele irá seguir, e que ferramentas utilizar em cada ação. Esse item será melhor detalhado na seção 5.3.2.

Na área de questionamento o aluno encontrará os problemas propostos para serem solucionados (Fig. 28). Essa área está dividida em cinco atividades:

1. Questões objetivas e subjetivas
2. Estudo de caso
3. Resolução de problemas parte 1
4. Resolução de problemas parte 2
5. Despertar idéias

O aluno deverá responder a todas essas atividades, mas a ordem em que essas tarefas serão desenvolvidas fica a critério dele próprio.

**Figura 28: Áreas de Questionamento**



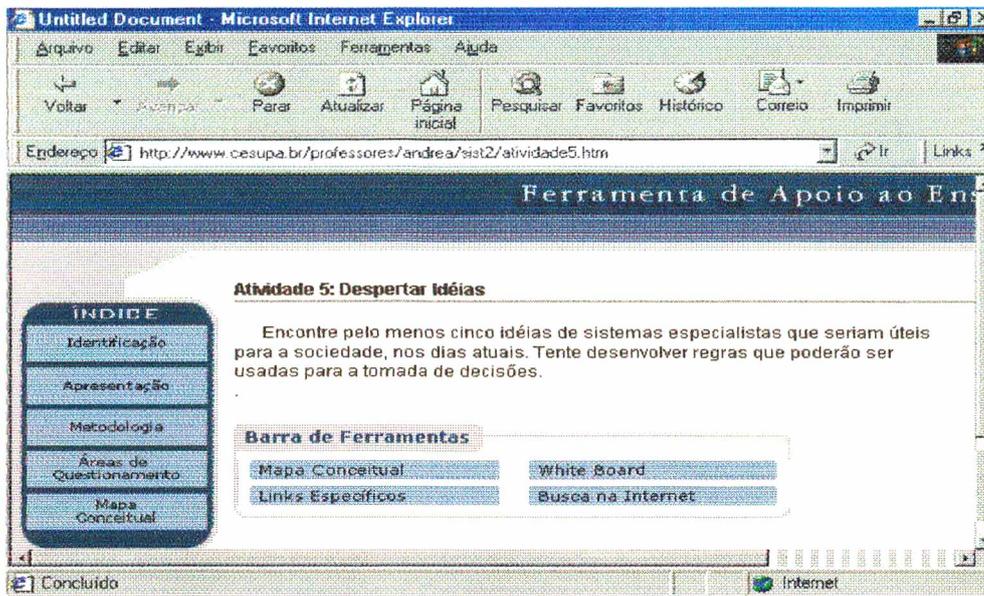
Em cada atividade a ser resolvida pelo aluno, ele encontrará um menu identificando as ferramentas computacionais links específicos, busca aberta pela internet e whiteboard, além do mapa conceitual, conforme podemos visualizar na figura 29.

O aluno dispõe dessas ferramentas para a resolução das atividades propostas. É importante ressaltar que elas não possuem espaço comum, ou seja as atividades possuem suas ferramentas específicas, não havendo o compartilhamento das informações. O whiteboard da atividade 5, por exemplo, conterá as informações somente dessa atividade. Se o aluno for para a atividade 4, ele terá um novo espaço, um whiteboard sem as informações que ele colocou da atividade 5, pois ele estará trabalhando outra atividade, outro problema. Para acessar o conteúdo da atividade 5, basta ele retornar a essa atividade e acionar novamente a respectiva ferramenta. As informações estarão armazenadas se assim ele tiver feito. Essa lógica permite que o aluno trabalhe as atividades problemas independentemente, e não mistura as informações.

Quando o aluno for utilizar pela primeira vez o whiteboard, ele deverá realizar um cadastro, contendo informações como apelido (ou nome), senha, matrícula e email, (este último é opcional, para o caso do aluno não ter) (Figs 30 e 31). Esse procedimento se faz necessário para que os demais alunos não tenham acesso as anotações de seus

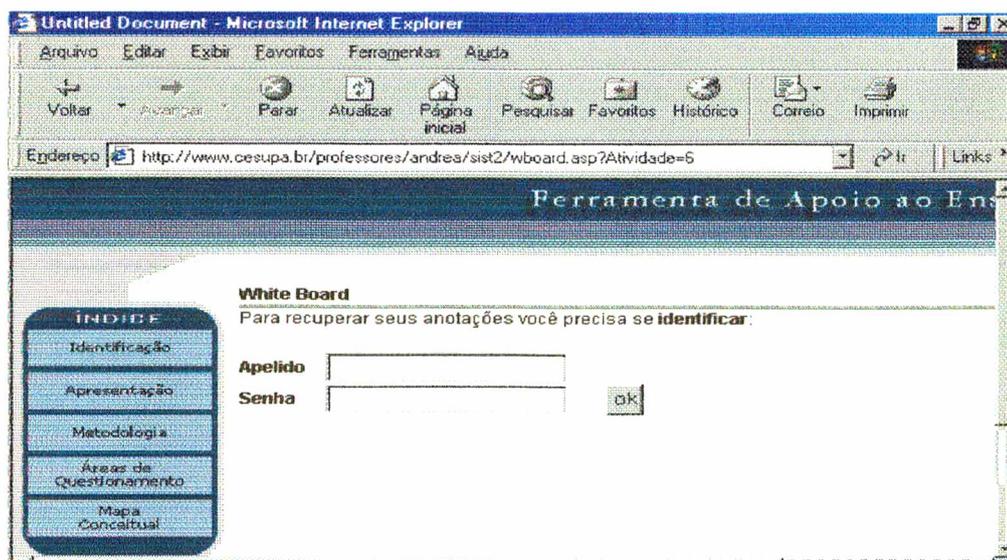
colegas, sem que os mesmos permitam, tendo em vista que o sistema está disponível em rede.

**Figura 29: Áreas de questionamento – Atividade 5: Despertar idéias**



O acesso ao mapa conceitual poderá ser feito pelo índice, pois ele consta como o último item dos cinco elencados como principais, ou então pelo menu das barras de ferramentas disponível em todas as páginas das atividades propostas pelo sistema. O mapa conceitual corresponde aos conhecimentos iniciais considerados necessários para o desenvolvimento de qualquer um dos problemas. Está estruturado no formato de um tutorial simples, com o assunto dividido e ordenado em tópicos de acordo com o grau de complexidade.

**Figura 30: Acesso ao Whiteboard**



**Figura 31 - Cadastro no whiteboard**

White Board

Oops! **Você não está cadastrado.**

Por favor, cadastre-se preenchendo as informações abaixo.

Apellido

Senha

Confirma Senha

Matrícula

E-mail  (\* Opcional)

INDICE

- Identificação
- Apresentação
- Metodologia
- Área de Questionamento
- Mapa Conceitual

### 5.3.2. Aplicação da Metodologia

O ponto de partida do sistema é a resolução das situações problemas propostas na área de questionamento. O sistema apresenta cinco atividades principais para serem resolvidas pelo aluno, que deverá entender claramente cada atividade, para não prejudicar o processo de resolução. Caso aconteça alguma dúvida, poderá consultar a professora.

Entendida a atividade proposta, o próximo passo é reunir as informações necessárias para a sua resolução. Para isso o aluno tem à sua disposição três opções: o mapa conceitual (que corresponde a base de dados do sistema, previamente definidos pela professora, para suporte inicial a pesquisa), os links específicos indicados e a busca aberta pela Internet para procurar livremente e selecionar os sites que considerar interessantes e necessários.

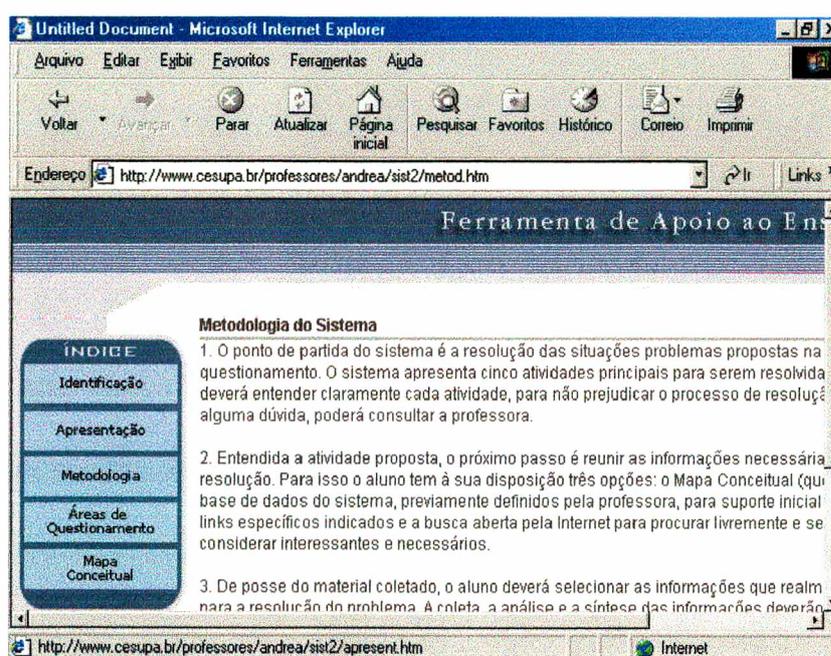
De posse do material coletado, o aluno deverá selecionar as informações realmente importantes para a resolução do problema em questão. A coleta, a análise e a síntese das informações deverão ser realizadas na ferramenta whiteboard, que consiste

em um espaço reservado a ser utilizado como um quadro negro, para realizar as anotações.

Por fim, o aluno formaliza a sua resposta, ainda no whiteboard, mas agora na condição de resultados construídos, e espera a validação do professor.

Dessa forma, o ambiente entende o aluno como um ser ativo e responsável pelo gerenciamento de seu processo de aprendizagem, permitindo que ele mesmo defina suas metas e o ritmo em que esse processo se desenvolverá.

**Figura 32: Metodologia do sistema 2**



### 5.3.3. Modelo de Hipertômeta

O sistema cognitivista (sistema 2) foi implementado baseado no modelo de hipertexto como autômato, o hipertômeta de ALMEIDA (1999), com as alterações propostas no capítulo 4. De concepção simples e limitada pelas máquinas e pela rede acessada pelos sujeitos da pesquisa, seu aspecto de sistema de ensino hipertexto utilizando a Internet preocupa-se quanto a todos os estados serem alcançáveis e observáveis. As figuras 33, 34 e 35 demonstram os grafos de implementação do referido sistema. Para uma melhor visualização a implementação dos exercícios foi separada em um grafo a parte do funcionamento geral do sistema, assim como o mapa conceitual.

Figura 33 - Grafo de implementação do sistema 2

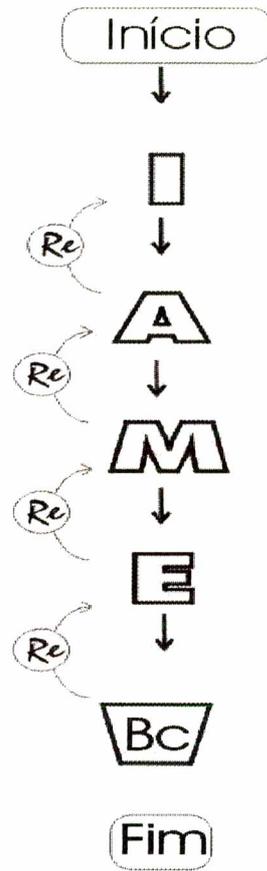


Figura 34 - Grafo de implementação dos exercícios do sistema 2

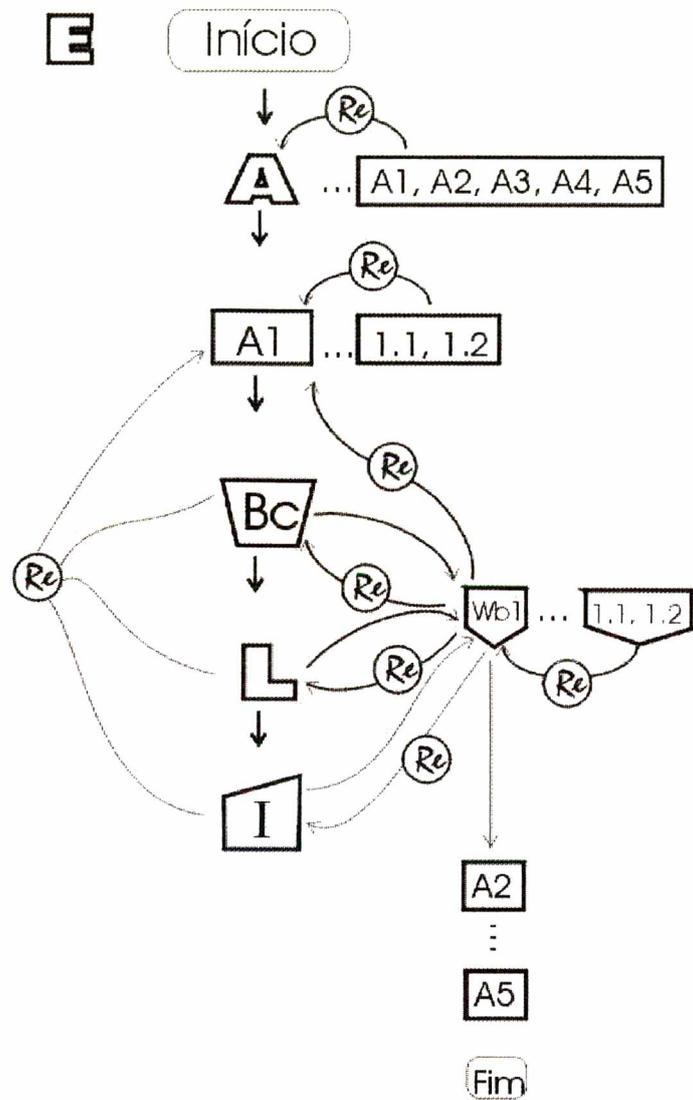
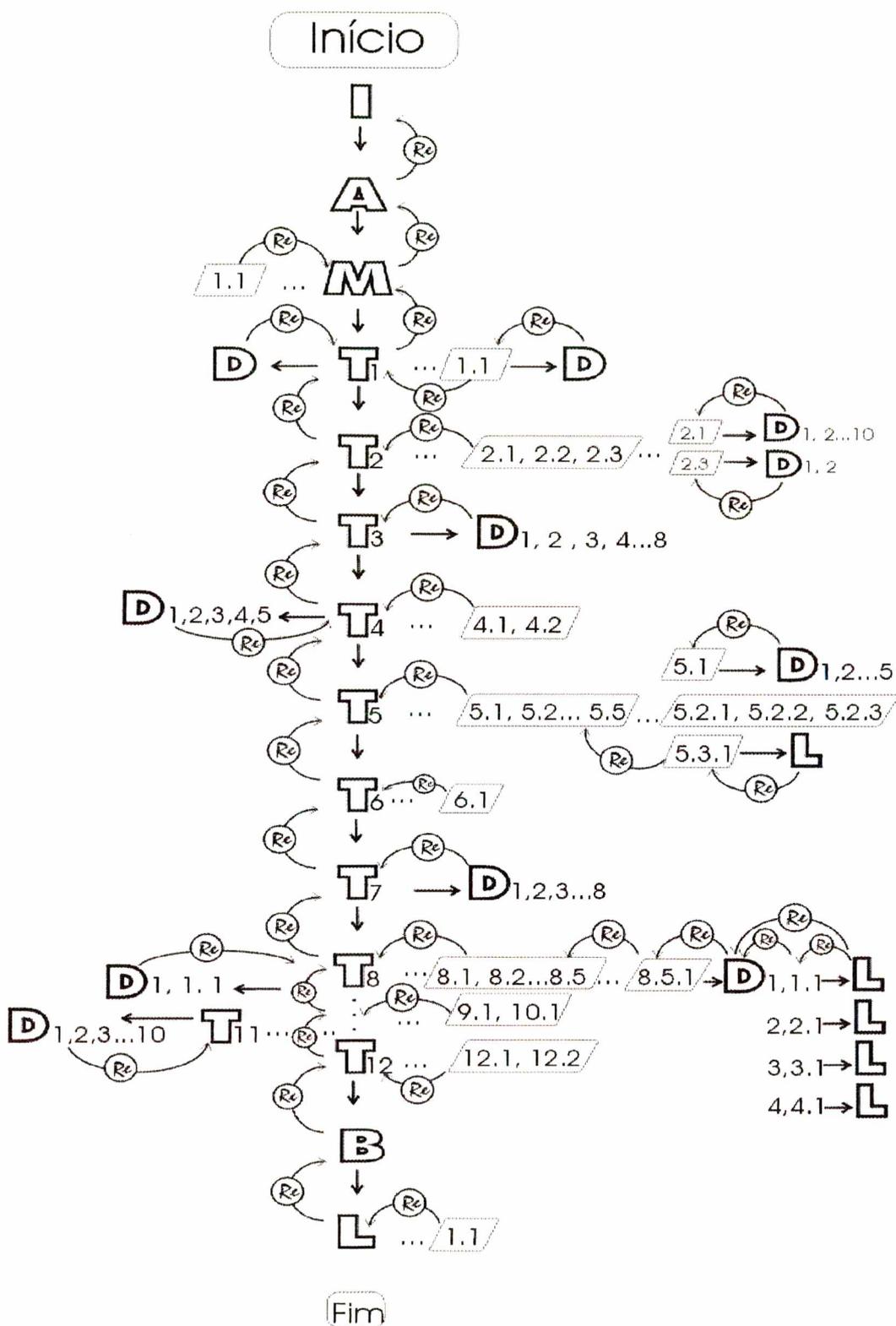


Figura 35 – Grafo de implementação do mapa conceitual



#### **5.4. SISTEMA 3 – ABORDAGEM SÓCIO-INTERACIONISTA**

A estrutura proposta para este sistema desafia os alunos à construção de seus conhecimentos, considerando o ambiente como parte integrante da atividade cognitiva. Dessa forma, o resultado obtido é consequência da atividade social construída pelo grupo.

De acordo com SLOCZINSKI et.al. (2000), esse processo de aprendizagem apresenta as seguintes etapas:

1. Apresentação de situações problemas: o aluno identifica as questões e atividades propostas;
2. Construção individual: o aluno através da pesquisa, análise e síntese das informações constrói o seu conhecimento para a resolução do problema;
3. Acesso aos estudos feitos pelos colegas: o aluno terá acesso as pesquisas realizadas pelos outros colegas, bem como às suas conclusões;
4. Discussão com o grupo: os alunos irão debater e analisar em conjunto, todas as conclusões disponibilizadas na etapa da construção individual;
5. Socialização das sínteses: o aluno irá disponibilizar para o grupo, suas conclusões formuladas após a discussão.

O ambiente proposto nesta seção, desenvolvido em páginas HTML e linguagem ASP, envolve além desses aspectos filosóficos e das ferramentas de tecnologia computacional mencionadas no ambiente anterior (busca aberta pela internet, links específicos e whiteboard), uma outra ferramenta, o fórum de discussão.

Esse fórum de discussão é o espaço utilizado pelos alunos para a socialização das sínteses, novos questionamentos, troca de idéias, informações e debate entres os elementos do grupo.

##### **5.4.1. Apresentação do ambiente**

O ambiente foi construído com o objetivo de dar suporte à disciplina Administração de Sistemas de Informação, levando em consideração a abordagem

pedagógica do sócio-interacionismo, podendo ser acessado através do endereço <http://www.cesupa.br/professores/andrea/sist3/ident.htm>, disponível na página do CESUPA.

A apresentação do sistema 3 segue a mesma linha do exposto na seção 5.3.1., que trata do sistema 2: identificação, apresentação, metodologia, áreas de questionamento e mapa conceitual.

Os objetivos e características expostos nas páginas do sistema 3 tem a mesma finalidade das páginas do sistema 2. Na área de questionamento deste sistema por exemplo, o aluno encontrará os mesmos problemas propostos para serem solucionados no sistema 2 (Fig. 36).

O menu identificador das ferramentas computacionais links específicos, busca aberta pela internet e whiteboard, além do mapa conceitual, conforme podemos visualizar na figura 37, estão presentes também nesta página, conforme no sistema 2, e funcionam da mesma forma.

**Figura 36: Áreas de questionamento**

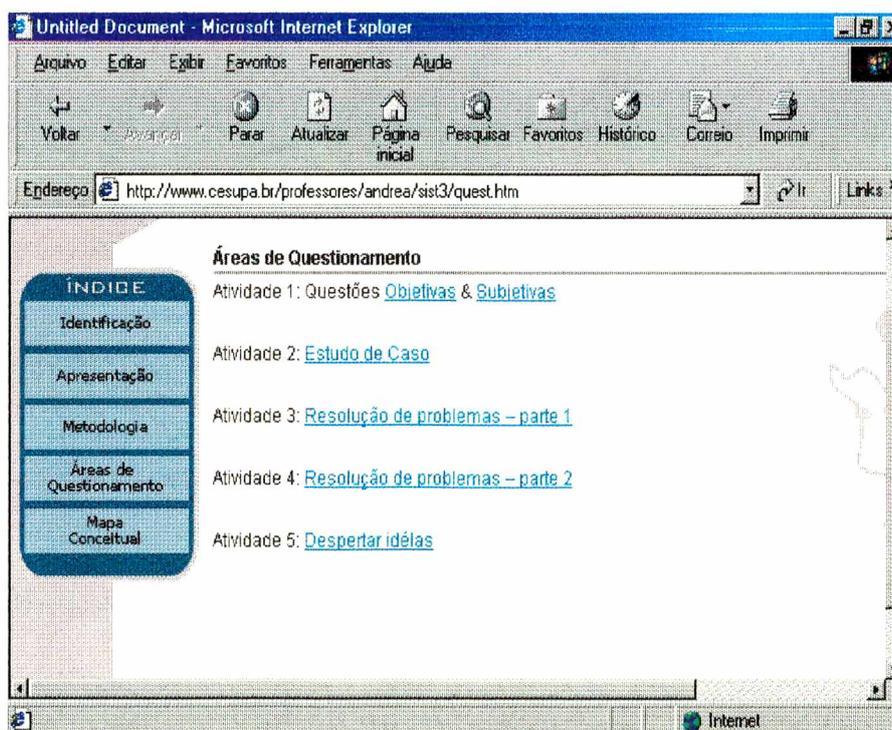
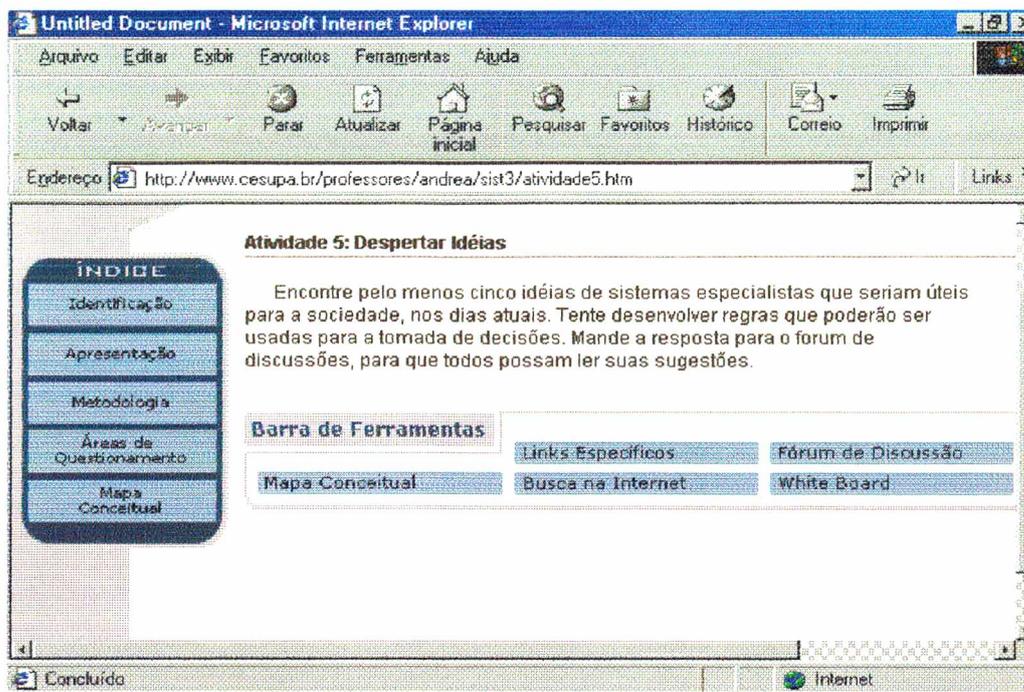


Figura 37: Áreas de Questionamento - Atividade 5 - Despertar de Idéias



No entanto, como a concepção filosófica no qual esse ambiente está fundamentado prega pela importância do ambiente social na construção do conhecimento, o programa apresenta uma nova ferramenta para utilização do aluno: o fórum de discussão (Fig. 38).

Será através dessa ferramenta que os alunos irão realizar o acesso aos estudos feitos pelos colegas, as análises em conjunto, as discussões e debates com o grupo, e, principalmente a socialização de suas conclusões formuladas após a discussão com os demais colegas.

Enquanto ninguém participar do fórum a ferramenta irá exibir a frase “Não foram postadas mensagens neste fórum”. Quando os alunos começarem a participar do grupo, as mensagens serão disponibilizadas na tela, com o nome ou apelido do aluno responsável pela contribuição (Fig. 39).

É importante ressaltar que assim como o whiteboard, o fórum de discussões não possui um espaço comum. As discussões são específicas de cada atividade problema proposta. Dessa forma teremos um fórum de discussão para cada atividade proposta.

Figura 38: Fórum de discussão – Atividade 3

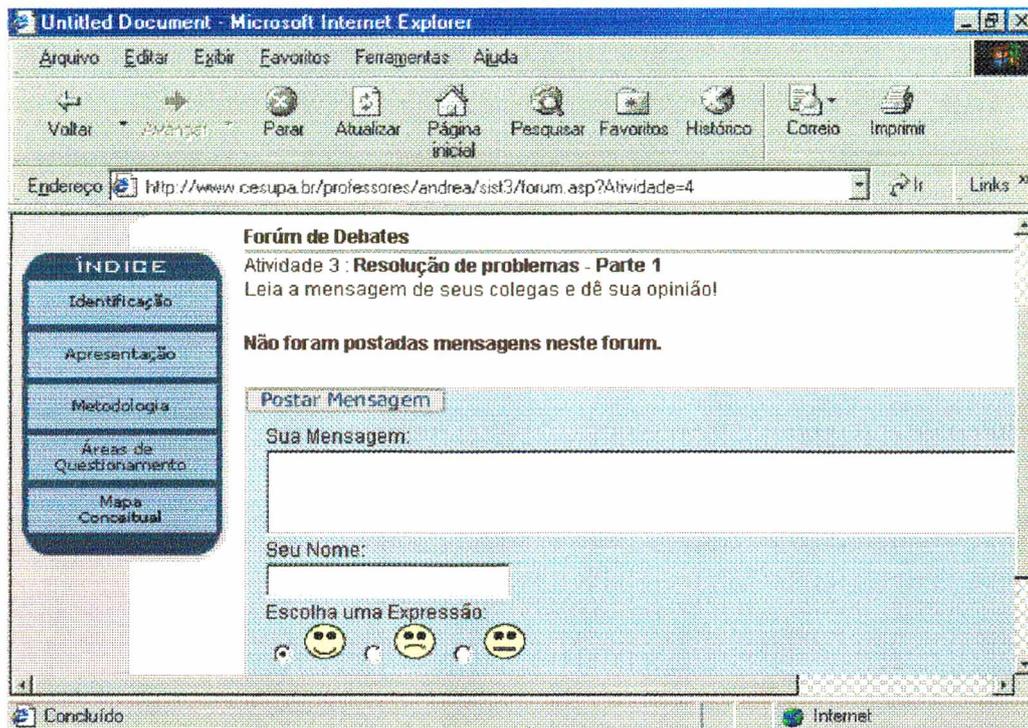
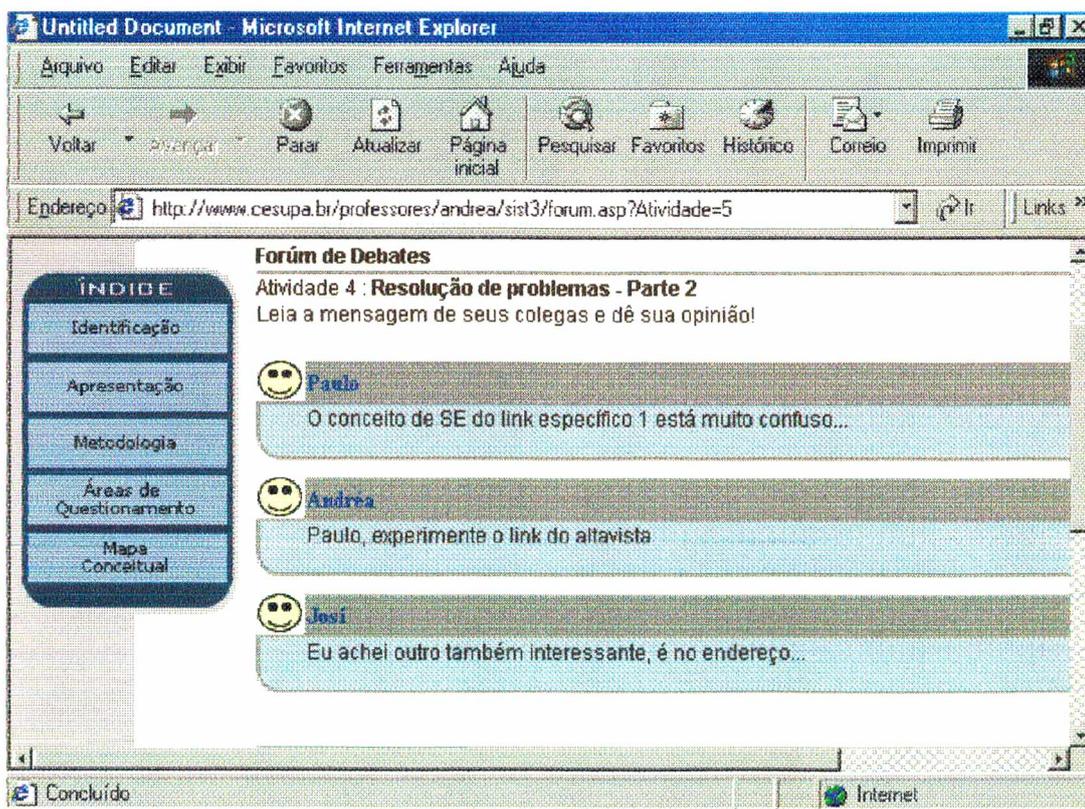


Figura 39: Fórum de discussão



#### **5.4.2. Aplicação da Metodologia**

O ponto de partida do sistema 3 também é a resolução das situações problemas propostas na área de questionamento. O sistema apresenta cinco atividades principais para serem resolvidas pelo aluno, que deverá entender claramente cada atividade, para não prejudicar o processo de resolução. Caso aconteça alguma dúvida, poderá consultar a professora.

Entendida a atividade proposta, o próximo passo é reunir as informações necessárias para a resolução do problema. Para isso o aluno tem inicialmente à sua disposição três opções: o mapa conceitual (que corresponde a base de dados do sistema, previamente definidos pela professora, para suporte inicial a pesquisa), os links específicos indicados e a busca aberta pela Internet, para procurar livremente e selecionar os links que considerar interessantes e necessários.

Depois de avaliar todos os conteúdos com o qual teve contato, o aluno deverá fazer uma sumarização dos pontos principais estudados. A ferramenta disponível é o whiteboard, que consiste em um espaço reservado a ser utilizado como um quadro negro, para realizar as anotações.

Após realizar suas anotações, o próximo passo será comparar as pesquisas, e debater as idéias e conclusões obtidas individualmente com o grupo, no fórum de discussões.

O aluno então, depois do debate, deverá voltar ao whiteboard visando construir sua resposta para o problema em questão, como resultado do processo.

Essas respostas deverão ser socializadas para o grupo, representando a construção coletiva do conhecimento. Para isso o aluno deverá retornar ao fórum de discussões formalizando-as.

### 5.4.3. Modelo de Hipertômata

O sistema sócio-interacionista (sistema 3) foi implementado baseado no modelo de hipertexto como autômato, o hipertômata de ALMEIDA (1999), com as alterações propostas no capítulo 4. De concepção simples e limitada pelas máquinas e pela rede acessada pelos sujeitos da pesquisa, seu aspecto de sistema de ensino hipertexto utilizando a Internet preocupa-se quanto a todos os estados serem alcançáveis e observáveis. As figuras 40, 41 e 42 demonstram os grafos de implementação do referido sistema. Para uma melhor visualização a implementação dos exercícios foi separada em um grafo a parte do funcionamento geral do sistema, assim como o mapa conceitual.

Figura 40 - Grafo de implementação do sistema 3

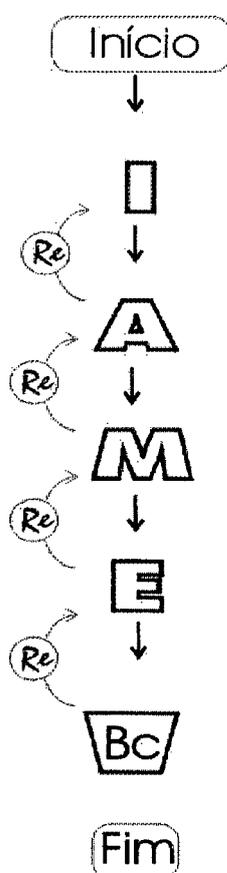
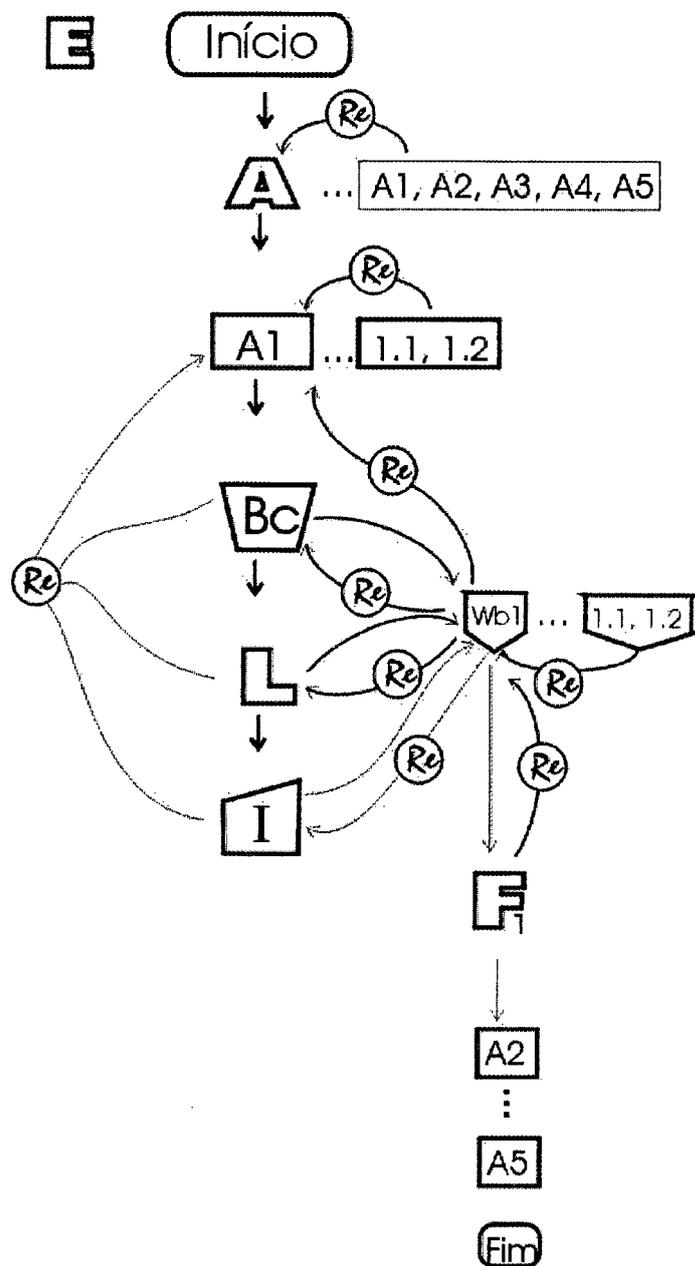


Figura 41 – Grafo de implementação dos exercícios do sistema 3





## **CAPÍTULO 6 - ANÁLISE DOS RESULTADOS**

O capítulo anterior abordou o desenvolvimento dos sistemas educacionais procurando usar de maneira isolada cada filosofia educacional, onde foram coletados os resultados da aplicação destes sistemas aos alunos. Nesta seção apresentamos a análise dos resultados obtidos a partir da implementação dos três ambientes de aprendizado desenvolvidos, referente ao desempenho dos alunos quanto a disciplina, e também quanto a opinião dos mesmos ao utilizar os sistemas como ferramenta pedagógica de apoio ao processo de aprendizagem.

### **6.1. METODOLOGIA E INSTRUMENTOS DA ANÁLISE DE RESULTADOS**

O método de abordagem utilizado para determinar as ações durante as investigações, a exemplo da análise de oportunidades também foi o indutivo, bem como a técnica para a coleta de dados de observação direta extensiva, o questionário. Este é constituído por 16 perguntas, sendo 14 objetivas e 02 subjetivas. Também não necessita de identificação dos sujeitos.

A tabulação dos dados nas questões objetivas e subjetivas seguiram a metodologia realizada na análise de oportunidades.

Os sujeitos da pesquisa foram divididos aleatoriamente, em 03 grupos, de modo que esses subconjuntos estivessem em condições de equilíbrio. Cada grupo teve acesso a um sistemas de abordagem específico, trabalhando com os sistemas escolhidos em duas semanas. Cada sessão durou 03 horas aulas, com 50 minutos de duração. O grupo que trabalhou com o sistema 1 totalizou 14 alunos, o grupo do sistema 2, 12 alunos e, o sistema 3 foi aplicado em 14 alunos, totalizando dessa forma 40 alunos.

Torna-se importante mencionar que os dados obtidos e analisados não correspondem ao resultado de uma grande amostra tendo em vista a amplitude de possibilidade de aplicação (uma turma com 40 alunos é um valor pequeno), no entanto torna-se suficiente para a proposta desta pesquisa, como contextualização do

instrumento, vivência e utilização dos alunos. O tempo dedicado a implementação foi estritamente determinado para testar o funcionamento das ferramentas e da concepção filosófica, e não para submeter a padrões estatísticos rigorosos, e que portanto dão apenas uma indicação da situação real, não sendo definitivos.

Para fins de avaliação, no final do trabalho, aplicamos um questionário para investigar o desempenho do aluno e seu grau de satisfação com o sistema. Para fins de análise de desempenho dos sistemas, estes questionários foram identificados de acordo com o objeto de estudo (sistema 1, 2 ou 3), sendo obtido resultados separados de acordo com cada ambiente trabalhado, e também um resultado geral envolvendo os três sistemas. O resultado geral apresenta-se a seguir, com os valores em percentual detalhado ao lado das questões, e o específico por sistema comentado na seção 6.2.

Além disso, os três sistemas também foram avaliados quanto ao desempenho dos sujeitos nas tarefas (exercícios) propostas pelos próprios sistemas e também por um teste individual, com o intuito de obter maiores subsídios referente aos resultados de aprendizagem, e verificar qual dos três ambientes propostos obteve melhor desempenho. Esses resultados e conclusões também são expostos na seção 6.2.

### **Questões do Formulário 2 – Análise de Resultados**

01. Você está cursando a disciplina Administração de Sistemas de Informação. O material disponibilizado é uma ferramenta de apoio pedagógico a um item dessa disciplina. Você acha que o ensino com computador é melhor do que o ensino sem computador?

melhor ensino COM computador (100%)

melhor ensino SEM computador (00%)

02. Após utilizar o sistema, você acha que o computador auxilia no processo de ensino?

sim (100%)

não (00%)

03. No caso da resposta anterior ter sido negativa, explique sucintamente o por que?

04. O que você achou do sistema que usou quanto a facilidade de manuseio?

- fácil (85%)
- média dificuldade (15%)
- muito difícil (00%)

05. Você achou o software de fácil compreensão?

- sim (77,5%)
- não (5%)
- regular (17,5%)

06. Há recursos de fácil navegação?

- sim (80%)
- não (00%)
- regular (20%)

07. Quanto a interface do software, você acha que é de boa qualidade?

- sim (75%)
- não (00%)
- regular (25%)

08. Os aspectos de multimídia são favoráveis?

- sim (82,5%)
- não (00%)
- regular (17,5%)

09. Em algum momento você tentou retornar a algum ponto anteriormente visto, para procurar alguma informação, e não conseguiu?

- sempre (00%)
- às vezes (25%)
- raramente (32,5%)
- nunca (42,5%)

10. Você acha interessante deixar disponível o endereço do sistema, na rede, para eventuais consultas em outros momentos, tanto em casa, como no laboratório?

sim (100%)

não (00%)

11. Esse material estimulou você de alguma forma, a procurar novos ambientes computacionais pedagógicos, sobre essa disciplina ou qualquer outra?

sim (95%)

não (5%)

12. O que você achou quanto a disponibilidade do sistema na rede, permitindo seu acesso em outros momentos e horários senão o da aula, depois de ministrado o assunto.

muito importante (95%)

não tem muita importância (5%)

sem nenhuma importância (00%)

13. Quanto ao acesso do sistema, você classificaria como:

rápido e fácil (65%)

um pouco demorado (27,5%)

com relativa dificuldade (2,5%)

muito difícil (5%)

14. Você gostaria de encontrar materiais semelhantes em outros tópicos dessa disciplina?

sim (100%)

não (00%)

15. E em outras disciplinas?

sim (100%)

não (00%)

16. Faça outras críticas e sugestões sobre o material apresentado, que não tenham sido contempladas até então por esse questionário:

## 6.2. RESULTADOS E CONCLUSÃO DA PESQUISA

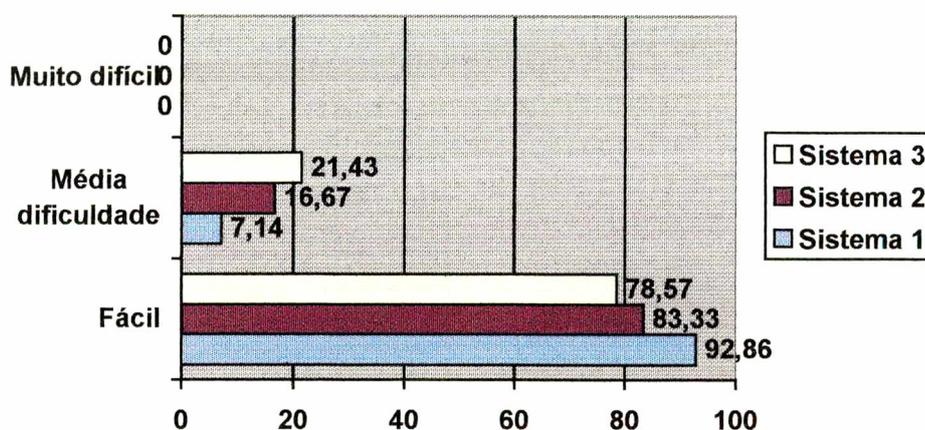
Quanto à aplicação do questionário de análise de resultados, as questões 1 e 2 objetivam identificar o grau de aceitação da proposta de trabalho, referente ao uso do computador como ferramenta de apoio ao processo de aprendizagem, sendo complementadas pela questão 3, no caso de algum sujeito manifestar opinião contrária, a qual deveria ser justificada. O resultado foi muito positivo e entusiasmador, pois a metodologia obteve **100% de aprovação**. Todos os sujeitos da pesquisa concordaram que o ensino é melhor **COM** o computador. Tal fato demonstra que os softwares foram bem aceitos por todos, inclusive aqueles que na análise de oportunidades colocaram que já tiveram problemas com esse instrumento em outras ocasiões, portanto foram todos sensibilizados em participar do processo.

As perguntas de 4 a 9 são específicas quanto aos sistemas tratados, buscando avaliação quanto a facilidade, compreensão, navegabilidade, qualidade de interface e aspectos de multimídia. De modo geral a avaliação foi positiva para todos os sistemas, com aprovação média de 80% dos sujeitos. Esse resultado confirma a qualidade e aprova o cuidado com o qual os ambientes foram desenvolvidos, principalmente quanto a navegação e acesso às informações. Na questão 9 por exemplo, nenhum sujeito manifestou ter encontrado problemas em retornar a algum ponto visitado anteriormente (obtendo índice geral de 00% na alternativa de sempre ter encontrado dificuldade).

Nas questões de 4 a 8, mais especificamente, o sistema 1 apresentou média de aprovação em 85,71%, tendo apenas dois sujeitos manifestado pequena insatisfação. No sistema 2 a média baixou para 80%, e a insatisfação limita-se em dois sujeitos também. No sistema 3 a situação de insatisfação é indicada por três sujeitos, tendo média de aprovação de quase 80% (78,57%). Apresentamos a seguir o resultado graficamente ilustrado dos resultados específicos por sistema.

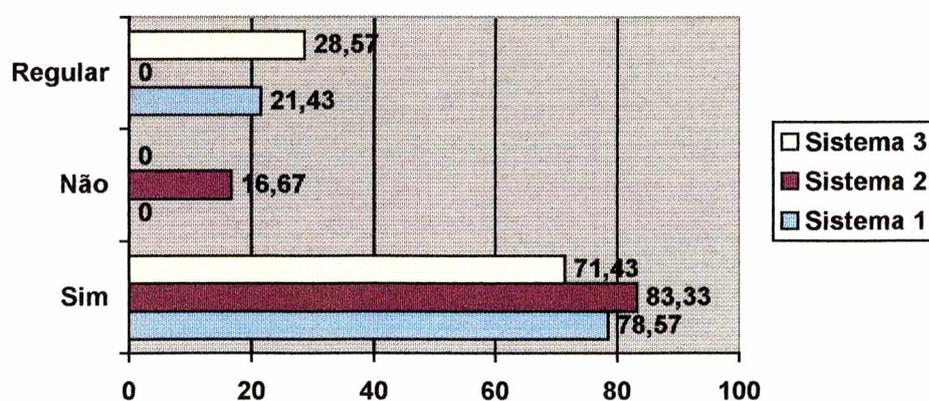
Quanto a facilidade de manuseio, o sistema 1 foi o mais indicado pelos sujeitos, com 92,86%, e o sistema 3 foi o que obteve mais indicações quanto a dificuldades, muito embora dificuldades estas em nível médio (21,43%).

**Figura 43 – Gráfico com os resultados da questão 4**



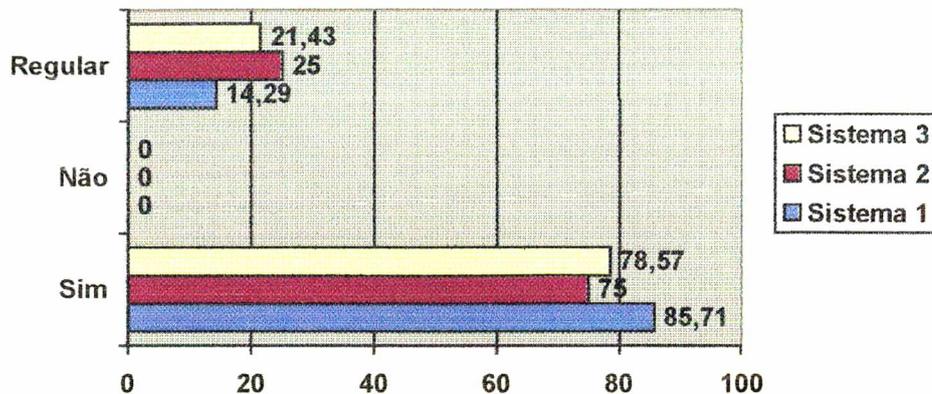
Quanto a compreensão do software, objetivos e metodologia de funcionamento, o sistema 2 foi o que mais se destacou positivamente (83,33%), muito embora os percentuais em relação com os outros dois sistemas (1 e 3) tenham sido bem próximos. Importante destacar que o sistema 2 também apresentou dois sujeitos indicando que o ambiente não era de fácil compreensão. Essa manifestação irá acompanhar as questões 6, 7, 8 e 9.

**Figura 44 – Gráfico com os resultados da questão 5**



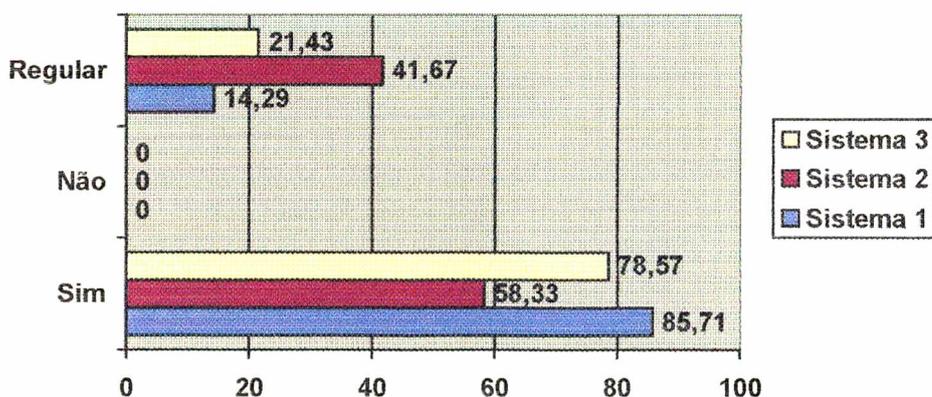
Quanto à navegabilidade dos sistemas, o sistema 1 obteve o melhor resultado com 85,71% de indicações sem dificuldades de navegação. O sistema 3 foi com o índice de 21,43% o que mais apresentou dificuldades, sendo estas no nível regular.

Figura 45– Gráfico com os resultados da questão 6



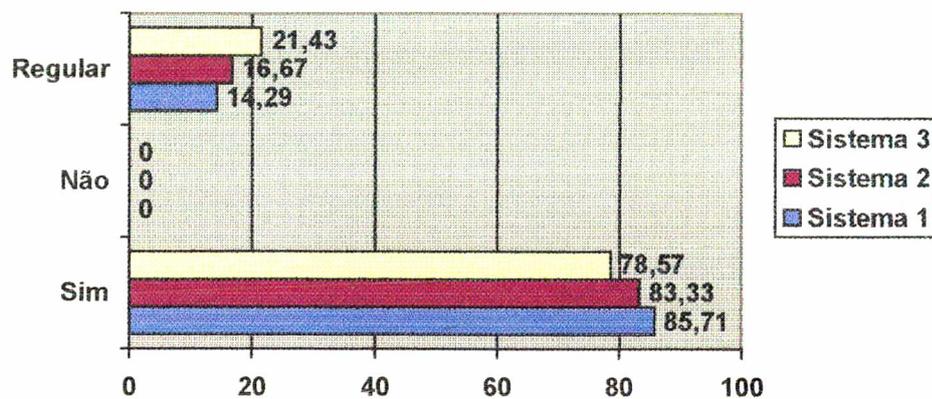
Quanto a qualidade da interface do software, o sistema 1 continua se destacando com o melhor índice (85,71%), e o sistema 2, desta vez, obteve 41,67% das indicações de avaliação regular. Essa elevação súbita no percentual não tem justificativa relevante. Importante ressaltar que nenhum dos sujeitos considerou a qualidade negativa.

Figura 46– Gráfico com os resultados da questão 7



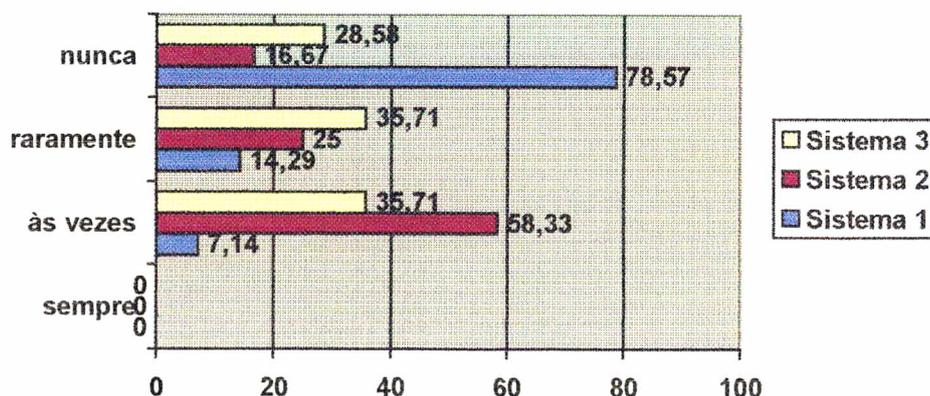
Quanto aos aspectos de multimídia presentes nos sistemas, o sistema 1 continua se destacando, com 85,71%. No entanto o sistema 2 apresenta-se bem próximo, com 83,33% das indicações. As alternativas negativas não são consideradas em nenhum momento pelos sujeitos.

Figura 47– Gráfico com os resultados da questão 8



Quando questionados sobre dificuldades em retornar a pontos visitados anteriormente, os sujeitos responderam que o sistema 1 foi o que menos apresentou essas dificuldades (78,57%). Os dois outros sistemas (2 e 3) apresentaram indicações de ocorrência mediana, o que deverá ser verificado quando no momento de revisão dos sistemas em trabalhos futuros.

Figura 48– Gráfico com os resultados da questão 9



As questões 10 e 12 abordam a opinião dos sujeitos quanto a disponibilidade dos sistemas na página do CESUPA, em endereço http, possibilitando futuros acessos para eventuais consultas em outros momentos, principalmente extra-classe, e de qualquer máquina. Quase todos os sujeitos afirmaram ser importante essa disponibilidade (média de 97,5% de indicação), tendo um em especial reforçado esse ponto na questão

subjetiva de número 16, destacada na análise das questões subjetivas. Apenas um sujeito afirmou não ter muita importância, complementando ao lado da resposta, porque “não tenho computador nem Internet em casa”.

As questões 11, 14 e 15 abordam o despertar de interesses que o material pode influenciar sobre demais softwares e outros ambientes computacionais. Quanto às questões 14 e 15 o resultado obtido foi de 100% de aprovação, ou seja, todos os alunos gostariam de materiais semelhantes em outros tópicos da disciplina em questão (Administração de Sistemas de Informação) e também em outras disciplinas do curso, o que confirma novamente a aprovação da proposta dessa pesquisa. E na questão 11, apenas 5% de todos os sujeitos informaram que não se sentiram estimulados a procurar novos ambientes computacionais sobre essa disciplina ou outra. Importante destacar que são os mesmos sujeitos que trabalharam com o sistema 2 e que manifestaram ter encontrado dificuldades, conforme exposto no parágrafo que trata das questões de 04 a 09.

A questão 13 abrange o acesso ao sistema, que de modo geral (65%) foi avaliado como rápido e fácil. As dificuldades encontradas foram referente principalmente a problemas técnicos com o equipamento (a máquina do servidor) do Laboratório de Informática utilizado na implementação, e principalmente com a página do CESUPA, meio de acesso aos sistemas, que esteve em manutenção durante o período de julho a agosto de 2001. Dessa forma, o acesso era limitado e lento, o que desviou o objetivo dessa questão e conseqüentemente seu resultado. Esse fator foi ressaltado por um sujeito na questão subjetiva 16. Mesmo assim, podemos perceber que o índice de aprovação foi superior a 50%, considerado então como positivo, e principalmente que apenas 5% (um aluno) indicou como acesso muito difícil.

A questão 16 visa obter sugestões para melhoria dos sistemas, visando trabalhos futuros de pesquisa. Os resultados coletados são destacados a seguir separados de acordo com o ambiente tratado.

#### **1) Sistema 1:**

Sujeito 1: “Os exercícios deveriam ser pontuados por acertos para estimular a leitura e apreensão das informações. Sendo assim, somente após todas as questões serem resolvidas, os usuários reiniciariam os exercícios”.

Sujeito 2: “O software é muito bom e de fácil manuseio, porém está um pouco cansativo. Tem muitos textos antes dos exercícios. Para mim o ideal seria um exercício depois de cada item apresentado e/ou intervenção do professor para dinamizar um pouco mais a aula.”

Sujeito 3: “ Quando o material é muito extenso provoca fadiga no aluno. No meu caso já não tinha mais a mesma atenção na realização do 3º exercício em relação ao primeiro.”

Sujeito 4: “Muito cansativo para acompanhar o texto. Precisa ser o mais direto e claro possível”.

Sujeito 5: “Encontrei alguns erros de português, no que se refere a concordância. Além disso, acho que deveria existir a somatória dos pontos no final dos exercícios.”

Sujeito 6: “Acredito que o material é muito favorável para o nosso aprendizado, mas acho que após esta atividade, poderíamos ter uma explicação complementar da professora para que o assunto seja totalmente esclarecido.”

Sujeito 7: “Achei o material bastante atual e que deve ser mais explorado, para que todos tenham acesso, pois eu particularmente não conhecia esse tipo de assunto, não tinha noção de que existia um programa para ajudar pessoas a tomarem decisões, logo foi bastante favorável.”

Sujeito 8: “O exercício é muito grande e quando a gente lê muito no computador a nossa vista fica cansada, tornando um pouco entediante. Sugiro menos matéria por dia para a aula não ficar cansativa.”

## **2) Sistema 2:**

Sujeito 1: “Gostei muito desse método. Gostaria que existisse em todas as disciplinas!”

Sujeito 2: “Deveria ser disponibilizado pela Internet para o estudo em outros ambientes.”

### **3) Sistema 3:**

Sujeito 1: “O sistema é bastante interessante e inovador, este exemplo deve ser seguido em outras disciplinas”

Sujeito 2: “ A homepage do CESUPA vive dando problemas, dificultando o acesso.”

De modo geral, o sistema 1 foi o que obteve mais sugestões e críticas dos sujeitos. Entre essas a mais comum foi quanto a quantidade de texto no sistema, o que confirma o resultado da análise de oportunidades, quanto a questão de dificuldade em estudar com material na tela, necessitando impressão para facilitar a leitura.

Outro ponto interessante ainda no sistema 1, é quanto às sugestões referente aos exercícios. Os sujeitos pediram pontuação de acertos e somatória dos pontos no final dos exercícios, confirmando dessa forma que entenderam a metodologia de funcionamento associacionista do sistema. Torna-se ímpar destacar que essa filosofia se mostrou bastante conhecida dos sujeitos, ressaltando que esse perfil educacional é de fato o mais utilizado na educação e o mais aceito pelos alunos.

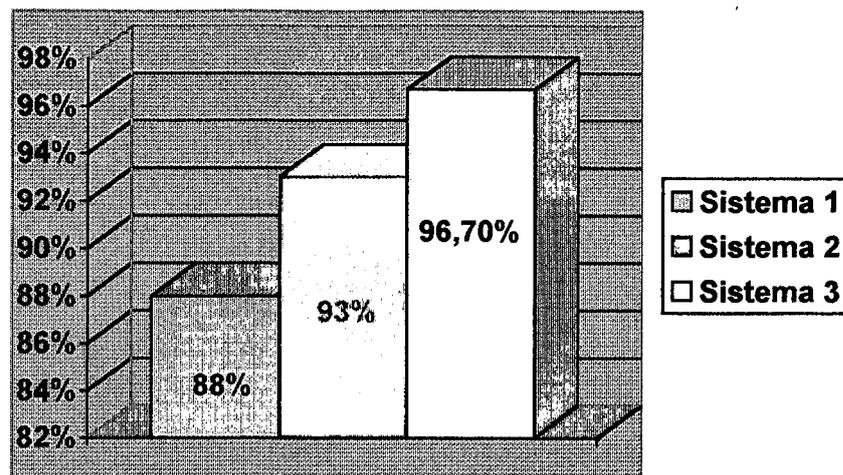
Tendo em vista o grande número de participação quanto ao sistema 1, podemos concluir que dentre todos, é o que precisa de maiores refinamentos, principalmente quanto ao aspecto de quantidade de texto, o que faremos em oportunidades futuras, considerando todas as observações propostas.

Outra conclusão importante é que de modo geral, os sistemas foram aprovados pelos sujeitos, tendo os mesmos manifestado inclusive que gostariam de ter essa ferramenta em outras disciplinas.

Referente ao desempenho e aprendizagem dos alunos, de acordo com o teste aplicado e os exercícios apresentados pelos sistemas, detalhamos os seguintes resultados obtidos:

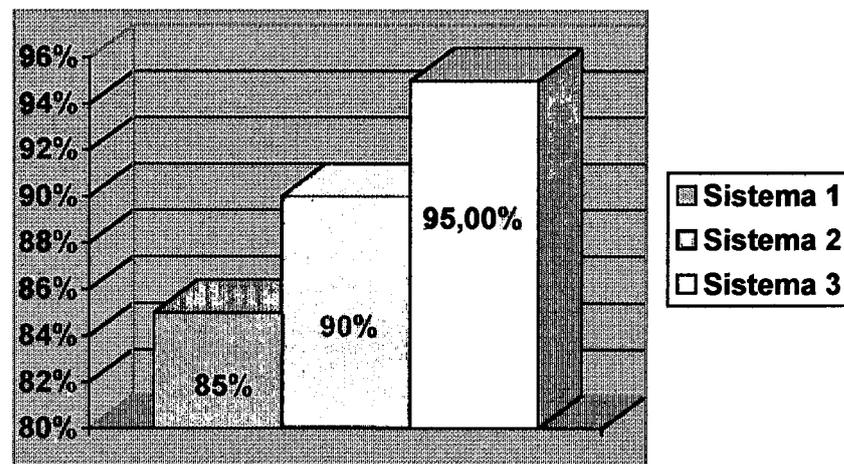
1) Quanto às questões propostas nos exercícios dos sistemas, os sujeitos obtiveram diferenças nas médias de acerto, conforme ilustra o gráfico abaixo:

**Figura 49 - Gráfico com o desempenho dos sujeitos referente aos exercícios**



2) Quanto ao teste aplicado aos sujeitos após uso dos sistemas, o resultado obtido está ilustrado no gráfico abaixo:

**Figura 50 - Gráfico com o desempenho dos sujeitos referente ao teste**



De modo geral, os três sistemas obtiveram uma boa aceitação, sem resistência significativa, ou dificuldades em utilizar os softwares educacionais. Os sujeitos demonstraram bastante interesse durante as aulas e gostaram da metodologia proposta tendo o computador como ferramenta de aprendizagem.

Os sujeitos afirmaram que os sistemas influenciaram a busca por novos ambientes educacionais e fizeram surgir expectativas quanto a possibilidade de utilização do computador no ensino de outras disciplinas.

Mas ao analisarmos os resultados obtidos do questionário de opiniões específicos por sistema, percebemos que o sistema 1 (associacionista) recebeu quanto a opinião dos sujeitos mais destaque em indicações positivas. Os sujeitos apontaram maior satisfação ao trabalhar com o sistema que aborda a concepção associacionista.

Essa preferência pelo sistema 1 em relação aos outros dois representa a realidade a qual os alunos sujeitos da pesquisa estão acostumados e são participantes. O paradigma tradicional de educação, baseado nas teorias associacionistas de estímulo-resposta ainda é muito praticado nas escolas. Acostumados a essa filosofia os alunos entendem que o computador deve ajudar ou substituir o professor no papel de repassar os conteúdos, se colocando em posição passiva de mero depósitos de conhecimentos.

Referente a análise dos desempenhos dos sujeitos quanto a avaliação dos conhecimentos, o ambiente que se destacou foi o sistema 3, que utiliza a abordagem sócio-interacionista.

Durante os exercícios propostos pelos ambiente, os alunos trocaram muitas idéias e construíram seus conhecimentos fundamentados na pesquisa individual e na socialização das respostas. A prova aplicada individualmente apenas reforçou os conhecimentos produzidos.

Dessa forma chegamos a uma conclusão bastante interessante: Muito embora os sujeitos tenham destacado sua preferência em trabalhar com o sistema 1, a melhor proposta educacional, no contexto da pesquisa, indica o sistema 3, obtendo o melhor resultado quanto ao desempenho dos alunos com uma média de acerto de 96,7% nos exercícios e 95% no teste aplicado.

## **CAPÍTULO 7 – CONCLUSÕES E SUGESTÕES PARA TRABALHOS FUTUROS**

Nesta seção destacamos a relevância do assunto objeto dessa pesquisa, apresentamos as contribuições obtidas sobre a análise dos dados e conclusões finais. Também sugerimos assuntos com possibilidade de exploração em trabalhos futuros.

### **7.1. CONCLUSÕES**

Nos últimos anos, o avanço do conhecimento humano, em especial na área de computação e tecnologia eletrônica, tem introduzido novas possibilidades de atuação em diversos setores da sociedade, entre os quais a educação. As escolas estão sendo forçadas a repensar seu processo de ensino-aprendizagem, submetendo-se a profundas mudanças auxiliadas pela tecnologia, tornando os computadores importantes instrumentos pedagógicos.

No entanto, qualquer recurso utilizado no processo educacional, seja de informática ou não, deverá atender para os princípios da psicologia de aprendizagem. O processo educacional é um fenômeno de aspectos multidimensionais, incluindo dimensões humana, técnica, cognitiva, emocional, sócio-política e cultural, dentre outras. Dessa forma, cada abordagem do processo ensino-aprendizagem privilegia aspectos específicos desse fenômeno.

A tecnologia educacional é a área responsável pelo estudo da aplicação da tecnologia na educação, com base na psicologia de aprendizagem e recursos tecnológicos. Seu objetivo é fornecer as ferramentas tecnológicas, subordinadas a concepções e objetivos educacionais, a fim de auxiliar o processo educacional, com o intuito de desenvolver as habilidades exigidas pela sociedade atual.

A sociedade está vivendo profundas transformações, onde novas habilidades se fazem necessárias. Dentre as essenciais para o sucesso dos indivíduos, podemos destacar a localização e coleta de informação, transformação e organização dessas

informações para sua utilização, fundamentação para a tomada de decisão e comunicação das informações e resultados de uma forma legível para toda a sociedade.

As facilidades para desenvolvimento de softwares educacionais estão tão evidentes hoje, que qualquer pessoa com algum conhecimento em informática, consegue construir uma ferramenta computacional. Tal fato denota sérias implicações quanto aos aspectos pedagógicos dessas ferramentas. Um desafio que surge neste contexto refere-se ao desenvolvimento desses instrumentos objetivando atender os interesses do processo educacional e as necessidades da sociedade, ao invés de simplesmente a produtividade para a área mercadológica.

As novas perspectivas educacionais nos conduzem a necessidades novas para a definição de metodologias que assegurem um caminho coerente e produtivo para o desenvolvimento de softwares educacionais, com recursos específicos para o objetivo de ensino pretendido e a corrente filosófica abordada.

O presente trabalho visou apresentar resultados de pesquisa sobre o comportamento das teorias de aprendizagem quando transportadas para o ensino por computador, através de software educacionais construídos de acordo com essas concepções filosóficas específicas.

Os objetivos específicos, detalhados no capítulo 1, foram contemplados, tendo em vista a estruturação da presente pesquisa tanto na forma metodológica quanto na organização das idéias e assuntos em capítulos de forma a atender a proposta.

Em um primeiro momento, estudamos as principais teorias dentre as concepções **associacionista, cognitivista e sócio-interacionista**. Destacamos os conceitos fundamentais, as características, os autores e as palavras-chaves de cada teoria, de acordo com a concepção filosófica a qual pertenciam, em busca de um melhor entendimento do funcionamento do processo de aprendizagem, e sua representação no ambientes computacionais.

Em outro momento de pesquisa bibliográfica foi enfatizado a importância do computador para a sociedade atual, e seu destaque como ferramenta de aprendizagem. Analisamos alguns softwares indicados por nosso professor orientador, quanto a fundamentação em concepções filosóficas de aprendizagem.

A modelagem dos sistemas foi desenvolvida utilizando uma adaptação do modelo de hipertômeta de ALMEIDA (1999). Nossa contribuição a esse modelo foi a

diferenciação entre os nós do ambiente, para facilitar a interpretação e identificação. Os gráficos de funcionamento dos exercícios foram detalhados separado do grafo de funcionamento geral do sistemas para um melhor entendimento da diferenciação dos ambientes quanto a filosofia no qual foram desenvolvidos. Importante destacar a flexibilidade dessa ferramenta, no sentido de possibilitar a mesma modelagem e seqüência de estados e telas para ensinar qualquer outro conteúdo, senão o escolhido para implementação neste trabalho.

Os sistemas foram aplicados em uma turma de alunos selecionada aleatoriamente, com a pretensão de coletar, interpretar e analisar os resultados no sentido de avaliar qual concepção filosófica conseguiu melhores resultados para o conteúdo escolhido. Até onde pesquisamos, a literatura não dispõe de referencial de apoio para o desenvolvimento de softwares, específicos para o ensino da disciplina em questão.

A coleta dos dados quanto as características dos ambientes foi feita através de dois questionários, aplicados um antes dos sujeitos trabalharem com os sistemas e o outro depois. Os ambientes desenvolvidos não obtiveram nenhuma resistência significativa. Os sujeitos demonstraram interesse e motivação em participar da pesquisa e trabalhar com os sistemas. Os três ambientes foram classificados como de fácil compreensão, utilização e navegação, despertando interesses em consultas posteriores as aulas, pois eles ficaram disponíveis em rede, na página do CESUPA.

Destacamos dentre as conclusões dessa primeira pesquisa o resultado de 100% de aprovação de ensino COM computador, assim como o desejo de encontrar materiais semelhantes em outros tópicos da disciplina em questão e também em outras disciplinas (100% de indicação em ambas). Essas conclusões demonstram o potencial do computador como ferramenta pedagógica e principalmente como fator de motivação e participação dos alunos.

Quanto ao desempenho e qualidade de aprendizagem, os sistemas foram analisados mediante os resultados dos exercícios de cada ambiente e um teste individual aplicado aos sujeitos.

As contribuições desenvolvidas ao longo dos capítulos nos permite indicar que a concepção sócio-interacionista é a melhor abordagem para o sucesso do processo de aprendizagem. Os resultados obtidos na pesquisa com os sujeitos apesar de indicar a preferência em trabalhar com a abordagem associacionista, apontou o sistema 3 com o

melhor desempenho quanto a aprendizagem (95% de acertos), apresentando variação de 15% maior comparado ao sistema 1 e 5% maior que o sistema 2.

Cabe ressaltar que muito embora o tamanho da amostra trabalhada para a coleta dos dados e realização da pesquisa possa ser considerado pequeno, foi suficiente para a consideração de relevantes conclusões. Mas um maior aprofundamento e verificação dos resultados poderá ser feito em amostras maiores, o que colocamos como objeto de estudo para trabalhos futuros, na seção seguinte.

Outras considerações também merecem ser referenciadas, pois foram fruto do desenvolvimento deste trabalho.

A educação ainda está em processo de reflexão e reestruturação sobre o papel a desempenhar nesta nova sociedade, portanto possui muitas dúvidas e divergências, as quais se estendem também ao desenvolvimento de ferramentas pedagógicas de qualidade, entre estas o computador.

As teorias pedagógicas tradicionais baseadas principalmente na informação e na memorização, não desenvolvem no aluno habilidades cognitivas e a criatividade, inviabilizando que o aluno estabeleça atividades críticas e analíticas e capacidade de solução de problemas. Essa prática pedagógica tradicional, onde o professor é o transmissor de conhecimentos a alunos passivos, precisa ser repensada urgentemente, para que a educação possa realmente responder às necessidades as quais ela se destina atender.

As concepções pedagógicas do professor são importantes para o sucesso na utilização do software educacional, pois se forem concepções contraditórias, dificilmente o sistema será bem aplicado.

A área computacional está cada vez mais assumindo seu papel interdisciplinar, oferecendo sua potencialidade à todas as áreas do conhecimento, em especial no assunto deste trabalho, à educação, em benefício da sociedade. No entanto, o potencial tecnológico do computador em muitos casos não é bem aproveitado, muitas vezes em virtude do educador não conhecer todas as vantagens e potencialidades que essas tecnologias podem propiciar na aprendizagem de seus alunos. É necessário que o educador também desenvolva conhecimentos sobre a ferramenta que ele irá utilizar para que assim possa aproveitá-la adequadamente.

Os sistemas hipermídia permitem o desenvolvimento de ambientes onde os próprios alunos constroem a sua base de conhecimento, através de suas compreensões e interações. Além de apresentar a informação conectada em nós, os ambientes de aprendizagem hipermídia permitem a reflexão sobre o conteúdo que está sendo trabalhado. Esses ambientes têm se tornado cada vez mais dinâmicos e distribuídos, a medida que se unem ao desenvolvimento tecnológico das redes de comunicação, principalmente tecnologia Web.

Finalizamos a pesquisa entendendo que a principal experiência em desenvolver este trabalho não foi despertar certezas ou fornecer respostas, mas sim propostas, pois queremos estar sempre abertos a discussões de novos problemas e novas pesquisas. Sendo a incerteza que nos cerca e nos cercará uma constante, é então nossa proposta questionar as certezas e cultivar as dúvidas.

Afinal de contas, nenhuma máquina, incluindo os computadores, é capaz de substituir a relação existente entre professores e alunos, pois esse relacionamento envolve permutas nos mais diversos níveis, tanto no cognitivo, mas sobretudo no nível afetivo. Elas são “simplesmente” ferramentas de apoio ao processo educacional, que destacam o papel dos professores, que a partir desse momento, deverão refletir, em conjunto os alunos, sobre os diferentes modos de construção do conhecimento.

Este é o grande desafio, e o homem tem demonstrado ao longo de sua história, capacidade de viabilizar o impossível e torná-lo presente para promover a evolução da humanidade.

## **7.2. SUGESTÕES PARA TRABALHOS FUTUROS**

O desenvolvimento do presente trabalho decorreu na produção de conhecimentos os quais incentivaram um espírito pesquisador e uma curiosidade científica quanto a utilização do computador na área da educação.

Conforme podemos perceber, trata-se de um assunto extremamente complexo e ainda não foi totalmente esgotado, possibilitando dessa forma, diversos questionamentos ainda por serem respondidos.

Dentre estes podemos abordar:

- Aplicação dos ambientes desenvolvidos neste trabalho em amostras maiores, para verificação e comprovação dos resultados obtidos nessa pesquisa;
- Aperfeiçoamento dos sistemas desenvolvidos neste trabalho, de acordo com as sugestões feitas pelos sujeitos objeto da pesquisa;
- Desenvolvimento de outros ambientes utilizando as concepções filosóficas da abordagem que melhor desempenho obteve nesta pesquisa, em outras áreas do conhecimento;
- Desenvolvimento de pesquisas quanto aos impactos positivos do computador como ferramenta pedagógica, no processo educacional;
- Realização de novas pesquisas na área de inteligências múltiplas, tendo em vista as múltiplas perspectivas do processo de aprendizagem individualizado do aluno, objetivando também o aperfeiçoamento dos sistemas desenvolvidos neste trabalho.

## BIBLIOGRAFIA

ALMEIDA, Maria Aparecida Fernandes, BARRETO, Jorge Muniz. **Implementação de um Sistema Hipermídia como Autômato para Ensino de Inteligência Artificial.** In: WORKSHOP DE TESES E DISSERTAÇÕES EM INFORMÁTICA EM EDUCAÇÃO DO I SIMPÓSIO CATARINENSE DE COMPUTAÇÃO, 2000, Itajaí. Anais do I Simpósio Catarinense de Computação. 2000.

ALMEIDA, Maria Aparecida Fernandes. **Aprender, atividade inteligente: E se esta inteligência for parcialmente artificial?** Dissertação de Mestrado. Programa de Pós-Graduação em Ciência da Computação, Universidade Federal de Santa Catarina – UFSC, 1999.

ALMEIDA, Maria Aparecida Fernandes. **Hipertomas na Computação aplicada à Educação.** Qualificação da Tese de Doutorado. Programa de Pós-Graduação em Ciência da Computação, Universidade Federal de Santa Catarina – UFSC, 2001.

ALMEIDA, Maria Aparecida Fernandes. **Tutorial sobre Redes Neurais Artificiais.** 1995. Apresentado no III Congresso Brasileiro de Redes Neurais, Florianópolis, julho de 1997. Reformulado e utilizado por alunos dos cursos de graduação e pós-graduação em Ciência da Computação da Universidade Federal de Santa Catarina - UFSC como apoio didático às disciplinas de Inteligência Artificial e Redes Neurais Artificiais, respectivamente de 1995 a 1999.

AMARAL, Júlio Rocha do, SABBATINI, Renato M. E. [on line] Disponível:<http://www.epub.org.br/cm/n09/mente/pavlov.htm> [capturado em 02 fev. 2001].

ANDRADE, Maria Beatriz. [on line] Disponível: <http://www.plugin.com.br/~bandrade/softeduc.htm> [capturado em 02 abr. 2001].

ANDRADE, Maria Beatriz. **Informática na Educação é a ciência da informação olhada sobre o ponto de vista da Educação.** [on line] Disponível:<http://www.plugin.com.br/~bandrade/infoeduc.htm> [capturado em 02 abr. 2001]

AUTÔMATOS FINITOS [on line] Disponível:  
<http://www.icmsc.sc.usp.br/~mdgvnune/download/sce5832/SubItem52Teoria.html>  
[capturado em 22 mar 2001].

AUTÔMATOS FINITOS DETERMINÍSTICOS x AUTÔMATOS FINITOS NÃO DETERMINÍSTICOS [on line] Disponível:  
[http://www.icmsc.sc.usp.br/~mdgvnune/download/sce5832/afd\\_afnd.html#AutômatosDeterminísticos](http://www.icmsc.sc.usp.br/~mdgvnune/download/sce5832/afd_afnd.html#AutômatosDeterminísticos) [capturado em 22 mar 2001].

AUTÔMATOS FINITOS E GRAMÁTICAS REGULARES . [on line] Disponível:  
[http://www.icmsc.sc.usp.br/~mdgvnune/download/sce5832/af\\_gr.html#AutômatosRegulares](http://www.icmsc.sc.usp.br/~mdgvnune/download/sce5832/af_gr.html#AutômatosRegulares) [capturado em 22 mar 2001].

BARRETO, Jorge Muniz. **Inteligência Artificial no Limiar do Século XXI.** JMB. Florianópolis: 1999.

CAMPOS, Fernanda C.A., ROCHA, Ana Regina C. da, CAMPOS, Gilda H.B. de. **Design instrucional e construtivismo: em busca de modelos para o desenvolvimento de software.** UFRJ. [on line] Disponível:<http://www.c5.cl/ieinvestiga/actas/ribie98/250M.html> [capturado em 02 fev. 2001].

CAMPOS, Dinah M. S. **Psicologia da Aprendizagem.** Rio de Janeiro: Vozes, 1997.

CARNIER NETO, Dagmar. **Robôs-Móveis, Vida Artificial e Complexidade Definições e Relacionamentos.** Monografia para a Disciplina de Inteligência Artificial, do curso de Ciências da Computação. [on line]

Disponível:<http://black.igce.unesp.br/ccomp/ia/ia2000/robos/index.htm> [capturado em 21 mar. 2001].

CASTRO, Claudio de Moura. **Computador na escola: como levar o computador a escola**. RJ: Campus, 1988.

CHAIBEN, Hamilton. **Sistemas Especialistas**. [on line] Disponível <http://www.cce.ufpr.br/~hamilton/iaed/iaed0003.htm#I1>[capturado em 20 jun. 2001].

CHAVES, Eduardo O. **People LOGO: Uma Introdução**. [on line] Disponível: <http://www.chaves.com.br/TEXTSELF/EDTECH/peoplelogo.htm> [capturado em 20 jul. 2001].

50 ANOS DE COMPUTAÇÃO MODERNA II – A História da informática [on line] Disponível: <http://www.bestway.com.br/~rigoletto/historia2.html> [capturado em 20 jun. 2001].

CLAYTON, Martácia. CLAYTON, Marcos. **A Formação de Recursos Humanos em Informática Educativa Propicia a Mudança de Postura do Professor?** [on line] Disponível:<http://www.secrel.com.br/usuarios/mcclayton/texto25.htm> [capturado em 02 fev. 2001].

CONTROLE DE TABELA POR TRANSIÇÃO [on line] Disponível: <http://www.icmsc.sc.usp.br/~mdgvnune/download/sce5832/controlado.html#Controle> por Tabela de Transição [capturado em 22 mar 2001].

CRAWFORD, Richard. **Na Era do Capital Humano: o talento, a inteligência e o conhecimento como forças econômicas, seu impacto nas empresas e nas decisões de investimento**. São Paulo: Atlas, 1994.

CRISTÓVÃO, Henrique Monteiro. **Uma Experiência com o Editor de Textos: Hipertexto e Revisão.** Simpósio Brasileiro de Informática na Educação. 20. 2000. Alagoas. **Anais...** Maceió: UFAL, nov. 08-10, 2000, 1v., p. 437-39.

CURSO ON-LINE DE UNIX. [on line] Disponível <http://www.pop-rs.rnp.br/ovni/unix2/unix.htm> [capturado em 20 jun. 2001].

DAVIS, Claudia, OLIVEIRA, Zilma. **Psicologia na Educação.** São Paulo: Cortez, 1994. 2 ed. rev.

ENCARTA, Enciclopédia Online Deluxe. [on line] Disponível <http://encarta.msn.com/find/search.asp?search=Thorndike> [capturado em 02 fev. 2001]

FERREIRA, Jairo. **Thorndike: a lei dos efeitos.** [on line] Disponível:<http://penta.ufrgs.br/~jairo/1thorn1.htm> [capturado em 02 fev. 2001].

FERREIRA [2], Jairo. **Pavlov: a teoria dos reflexos.** [on line] Disponível:<http://penta.ufrgs.br/~jairo/1pavlov.htm> [capturado em 02 fev. 2001].

GALVIS, A. H. **Ambientes de enseñanza aprendizaje enriquecidos com computador.** Boletín de Informática Educativa, 1 (2): 117-139. Bogotá, dez 1988.

GALVIS-PANQUEVA, Alvaro H. **Software Educativo Multimídia – aspectos críticos no seu ciclo de vida.** Revista Brasileira de Informática na Educação. Florianópolis, SC, nº 01, p. 09-18, Set/97.

GUERRA, Cristina, SCHUTZ, Ricardo. **VYGOTSKY.** University of Puerto Rico Río Piedras [on line] Disponível: <http://www.english.sk.com.br/sk-vygot.html> [capturado em 26 fev. 2001].

HARMON, P, KING, D. **Sistemas Especialistas - A Inteligência Artificial chega ao mercado.** Editora Campos: 1988.

HOLTZ, Frederick. **Sistemas Especialista, Programando em Turbo C**. 1ª edição. 247 pg. 1991. Editora Campus.

IMPLEMENTANDO AUTÔMATOS FINITOS [on line] Disponível: [http://www.icmsec.sc.usp.br/~mdgvnune/download/sce5832/implementando.html#Implementando Autômatos Finitos](http://www.icmsec.sc.usp.br/~mdgvnune/download/sce5832/implementando.html#Implementando%20Aut%C3%94matos%20Finitos) [capturado em 22 mar 2001].

IMPLEMENTANDO AUTÔMATOS FINITOS POR CÓDIGO DIRETO. [on line] Disponível: [http://www.icmsec.sc.usp.br/~mdgvnune/download/sce5832/codigo.html#Implementando Direto](http://www.icmsec.sc.usp.br/~mdgvnune/download/sce5832/codigo.html#Implementando%20Direto) [capturado em 22 mar 2001].

KOMOSINSKI, Leandro J, LACERDA, Carmen D. de F., BORGES, Paulo S.S. **Aprendizagem mediada por Algoritmos Genéticos**. [on line] Disponível: [http://www.inf.ufsc.br/~leandro/doutorado/publicacoes/CRIBIE98\\_artigoAG.html](http://www.inf.ufsc.br/~leandro/doutorado/publicacoes/CRIBIE98_artigoAG.html) [capturado em 18 ago. 2000].

LACERDA, Carmen D. de F., KOMOSINSKI, Leandro J., PACHECO, Lúcia H.M. **Uma base teórica para construção de sistemas RBC educacionais**. Laboratório de Integração de Software e Hardware. UFSC. Florianópolis – SC. [on line] Disponível: [http://www.inf.ufsc.br/~leandro/doutorado/publicacoes/CRIBIE98\\_artigoRBC.html](http://www.inf.ufsc.br/~leandro/doutorado/publicacoes/CRIBIE98_artigoRBC.html). [capturado em 18 ago. 2000].

LAKATOS, Eva Maria, MARCONI, Marina de Andrade. **Metodologia do Trabalho Científico: procedimentos básicos, pesquisa bibliográfica, projeto e relatório, publicações e trabalhos científicos**. 2. ed. São Paulo: Atlas, 1987.

MARTINS, Gilberto de Andrade. **Manual para Elaboração de Monografias e Dissertações**. 2 ed., São Paulo: Atlas, 1994.

MC GEE, James V., PRUSAK, Laurence. **Gerenciamento Estratégico da Informação: aumente a competitividade e a eficiência de sua empresa utilizando a informação como uma ferramenta estratégica.** Rio de Janeiro: Campus, 1994.

MENEZES, Paulo Fernando Blauth. **Linguagens Formais e Autômatos.** Porto Alegre: Instituto de Informática da UFRGS: Editora Sagra Luzzatto, 1998. (Série Livros Didáticos, número 3).

MOREIRA, Marco Antonio. **Ensino e Aprendizagem: enfoques teóricos.** São Paulo: Ed. Moraes.

OLIVEIRA, Martha Kohl de. **Vygotsky: aprendizado e desenvolvimento: um processo sócio-histórico.** São Paulo: Scipione, 1997.

PALHEIROS, Ricardo Faria. **Introdução aos estudos da Psicologia Cognitiva.** [on line] Disponível: [http://www.geocities.com/psicosaber/artigos/intro\\_psicologia\\_cognitiva.htm](http://www.geocities.com/psicosaber/artigos/intro_psicologia_cognitiva.htm) [capturado em 12 fev. 2001].

PETRY, Paulo Padilla. **Logo para curiosos.** [on line] Disponível <http://lec.psico.ufrgs.br/~ppetry/logo1.html> [capturado em 20 jun. 2001].

PIMENTEL-SOUZA, Fernando. **Os autômatos, a cibernética e os modelos biológicos.** Departamento de Fisiologia e Biofísica, Instituto de Ciências Biológicas/UFMG. [on line] Disponível: <http://www.icb.ufmg.br/lpf/3-3.html>. [capturado em 21 mar. 2001].

PITTINGER, Owen E., GOODING, C. Thomas. **Teorias da Aprendizagem na Prática Educacional: Uma integração de teoria psicológica e filosofia educacional.** SP, EPU, Ed. da Universidade de São Paulo: 1977.

PRETTO, Nelson De Luca. **Tecnologias de Comunicação e Educação**. Projeto de Pós-Doutorado. Universidade Federal da Bahia – Faculdade de Educação. [on line] Disponível: <http://www.ufba.br/~pretto/posdoc.htm> [capturado em 29 nov. 2000].

PRETTY GOOD PRIVACY (PGP) [on line] Disponível <http://www.dca.fee.unicamp.br/pgp/> [capturado em 20 jun. 2001].

RAMIREZ POZO, A. T. **Um Sistema de Ensino Inteligente via Sociedade de Multiagentes aplicado ao diagnóstico de Epilepsia**. Tese de Doutorado, Programa de Pós-Graduação em Engenharia da Elétrica, Universidade Federal de Santa Catarina – UFSC, 1996.

RAMOS, E.M.F. **Análise ergonômica do sistema hipernet buscando o aprendizado da cooperação e da autonomia**. Tese de Doutorado, Programa de Pós-Graduação em Engenharia da Produção, Universidade Federal de Santa Catarina – UFSC, 1996.

REDES DE COMPUTADORES E SUAS APLICAÇÕES NA EDUCAÇÃO [on line] Disponível <http://www.penta.ufrgs.br> [capturado em 20 jun. 2001].

REPRESENTAÇÃO DE AUTÔMATOS FINITOS [on line] Disponível: [http://www.icmsc.sc.usp.br/~mdgvnune/download/sce5832/representacao.html#Representação de Autômatos Finitos](http://www.icmsc.sc.usp.br/~mdgvnune/download/sce5832/representacao.html#Representação%20de%20Autômatos%20Finitos) [capturado em 22 mar 2001].

RICH, Elaine. **Inteligência Artificial**. Markron Books. 2ª edição. 720 pg. 1993. Sao Paulo

RUSSEL, S., NORVIG, P. **Artificial Intelligence – A Modern Approach**. New Jersey: Prentice- Hall, 1995.

SEGURANÇA EM REDES DE COMPUTADORES. [on line] Disponível <http://www.cert-rs.tche.br/treinamento/> [capturado em 20 jun. 2001].

SILVA, Anielson Barbosa da. Globalização, Tecnologia e Informação: A tríade que desafia a administração. **Revista Brasileira de Administração**. Brasília: Conselho Federal de Administração, p.11-19, 1998.

SIMÃO NETO, Antonio. **PLURIMEIOS: Multimídia Aplicada à Educação**. Simpósio Brasileiro de Informática na Educação. 20. 2000. Alagoas. **Anais...** Maceió: UFAL, nov. 08-10, 2000, 1v., p. 456-58.

SLOCZINSKI, Helena, POLONIA Eunice, NITZKE, Julio Alberto, LIMA, José Valdeni de, DAL'COL ZEVE, Carlos Mário. **Aprendizagem Colaborativa: A utilização de Cd-Rom e Internet em um sistema integrado**. Simpósio Brasileiro de Informática na Educação. 20. 2000. Alagoas. **Anais...** Maceió: UFAL, nov. 08-10, 2000, 1v., p. 66-71.

SOUZA, Renata Silva, MENEZES, Crediné Silva de, SOUZA, Dalva Silva. **Inserção da Informática na Educação – Uma proposta baseada no processo de aprendizagem**. Simpósio Brasileiro de Informática na Educação. 20. 2000. Alagoas. **Anais...** Maceió: UFAL, nov. 08-10, 2000, 1v., p. 191-98.

STAIR, Ralph M. **Princípios de Sistemas de Informação: uma abordagem gerencial**. Rio de Janeiro: LTC, 1998.

TAROUCO, Liane Margarida R., FABRE, Marie-Christine J.M., KELLER, Rodrigo dos Santos. **Utilização de ambientes de colaboração visual na educação**. Simpósio Brasileiro de Informática na Educação. 20. 2000. Alagoas. **Anais...** Maceió: UFAL, nov. 08-10, 2000, 1v., p. 440-41.

TERRA JUNIOR, Osvaldo Gomes. **A Educação e a Informática – estudo dirigido**. Trabalho de avaliação de disciplina – Mestrado em informática, UFES. 30 de junho de 1997.

THE SKINNER BOX. [on line] Disponível: <http://www.biozentrum.uni-wuerzburg.de/genetics/behavior/learning/SkinnerBox.html> [capturado em 23 jan. 2001].

VALENTE, José Armando. **Informática na educação: instrucionismo x construcionismo.** [on line] Disponível: <http://www.divertire.com.br/artigos/valente2.htm> [capturado em 23 jan. 2001]

# APÊNDICE 1

## MOTIVAÇÃO PESSOAL

A motivação pessoal deste trabalho decorreu durante a avaliação de um tutorial sobre Redes Neurais, como tarefa parcial para obtenção de crédito na disciplina de Redes Neurais, ministrada pelo meu professor orientador Dr. Mauro Roisenberg, no presente curso de Mestrado, o qual foi desenvolvido pela aluna Maria Aparecida Almeida, para efeito de elaboração de sua dissertação.

Após contato com esse interessante instrumento, a curiosidade por maiores informações acabou levando ao conhecimento de outras pesquisas da referida autora, despertando também o interesse sobre o aspecto interdisciplinar da informática e o seu potencial para auxiliar como recurso pedagógico no processo de ensino-aprendizagem.

Dessa forma, tornou-se possível a visualização das possibilidades de interligação de minhas experiências como professora de cursos de graduação, como aluna do Curso de Mestrado em Ciência da Computação, e como pesquisadora quando no desenvolvimento da dissertação, bem como responder as dificuldades apresentadas pelos alunos dos cursos de graduação cuja atuação não é diretamente ligada a área de Informática.

Como professora do Curso de Administração do CESUPA, responsável pela disciplina Administração de Sistemas de Informação, um dos maiores obstáculos observados no processo de aprendizagem é quanto a pouca intimidade dos alunos com a área de informática. A referida disciplina no entanto, faz parte da área profissional do curso, sendo inclusive contemplada no Provão do MEC, tendo em vista a importância que os sistemas de informação nos últimos anos tem recebido como instrumento fundamental para alavancagem e sucesso das organizações.

Como aluna do Curso de Mestrado da UFSC na Área de Ciência da Computação, foi possível a oportunidade de desenvolver conhecimentos em informática de suma importância, os quais foram somatizados aos conhecimentos específicos de minha formação em Administração, possibilitando uma melhor visão sobre a profunda ligação entre essas duas áreas e a idéia de explorar melhor essa interdisciplinaridade evidente.

Unindo as necessidades pedagógicas, acadêmicas e profissionais, surgiu a idéia deste projeto de pesquisa, envolvendo os aspectos das teorias de aprendizagem e do desenvolvimento, domínio do computador, ciência da computação, metodologia da pesquisa científica e tecnologia educacional, para a utilização do computador como ferramenta do processo ensino-aprendizagem.

## **APÊNDICE 2**

### **SISTEMAS ESPECIALISTAS**

Um sistema especialista é um programa baseado em inteligência artificial que utiliza métodos inferenciais para a resolução de problemas técnicos e altamente especializados (BARRETO, 1999). Por sua habilidade de interagir com o usuário numa linguagem natural de perguntas e respostas, sugerindo e auxiliando na solução de problemas complexos, estes sistemas vêm cada vez mais sendo utilizados nas organizações como ferramentas importantes em busca do sucesso estratégico. Dessa forma, esta seção apresenta os pressupostos teóricos, definições, características, componentes, processo de desenvolvimento e aplicações, sobre estes sistemas de informação, correspondente ao conteúdo contemplado nos três protótipos de sistemas educacionais desenvolvidos neste trabalho.

#### **1. INTRODUÇÃO**

Nos últimos anos tem crescido bastante o número de pesquisas de ferramentas computacionais em Inteligência Artificial que procuram capturar e simular o comportamento de especialistas humanos. A necessidade de utilização de sistemas especialistas deve-se a diversos fatores tecnológicos e econômico-sociais, dentre os quais temos: a dificuldade de acesso a especialistas humanos em determinadas regiões, o armazenamento e formalização do conhecimento de vários especialistas humanos, ferramenta de apoio à tomada de decisões por parte do especialista, treinamento de profissionais e imparcialidade na tomada de decisões.

Sistemas especialistas são portanto, programas de computador que procuram atingir soluções de determinados problemas do mesmo modo que especialistas humanos, se estiverem sob as mesmas condições. Tratam-se de sistemas computacionais que apresentam um comportamento semelhante ao de um especialista humano em um determinado domínio do conhecimento (BARRETO, 1999).

A construção de um sistema especialista não é algo trivial, tendo em vista que este programa deve implementar o tratamento de problemas complexos do mundo real que necessitam de uma interpretação especializada, mas o avanço constante nos estudos de inteligência artificial tem a cada dia que passa diminuído cada vez mais essas limitações. Dessa forma, apesar das limitações das máquinas, é possível, hoje, a construção de sistemas especialistas com alto grau de desempenho, dependendo da complexidade de sua estrutura e do grau de abrangência desejado.

## **2. CARACTERÍSTICAS**

Segundo STAIR (1998) as principais características de um Sistema Especialista são:

1. O Sistema tem a capacidade de mostrar como chegou a decisão sugerida: Este é um recurso muito valioso pois com ele o usuário, ou o “especialista humano” tem acesso ao raciocínio desenvolvido pelo sistema para fornecer determinada resposta, ou seja, o usuário consegue enxergar como o sistema especialista chegou a determinada conclusão podendo analisar menor qual a importância da decisão sugerida pelo sistema na sua decisão final.
2. Sistema demonstra “Inteligência”: Ele recebe dados que fazem parte de um problema a ser resolvido e dá uma sugestão em troca, a ideia é de que ele pensou no que lhe foi dito, analisou e chegou a uma decisão final. O sistema ao propor novas ideias ou abordagens para soluções de problemas está demonstrando dessa forma, um comportamento inteligente.
3. Ajudar o “especialista humano” em raciocínio complexos: Raciocínios que o homem poderia levar horas e até meses e anos para concluir, o sistema especialista consegue reduzir bastante o tempo. Por exemplo, se tivermos uma empresa que trabalhe com peças flexíveis, o sistema especialista pode ajudar pensando bem mais rapidamente que o homem onde usar melhor determinada peça.
4. Lidar com a incerteza: Essa é uma das principais características dos sistemas especialistas. Não é preciso que os meus dados estejam completos, mesmo

assim o sistema consegue chegar a uma decisão, eles lidam com esses problemas incompletos por meio da satisfação e da heurística.

5. Proporcionar conhecimento portátil: Ao transferir o conhecimento do especialista humano para o sistema, torna-se possível a utilização desse conhecimento por outras
6. Os problemas não podem ter regras duplas: Para um sistema especialista conseguir atender bem a um determinado problema é necessário que o problema seja claro e de regras bem definidas, pois ele não consegue lidar com a possibilidade de, por exemplo, uma gripe ter dois tipos de sistemas completamente diferentes, sem nada em comum.
7. Os sistemas especialistas levantam questões sociais e éticas: Quando pessoas tomam decisão e realizam ações legais, eles são responsáveis eticamente pela decisão que estão tomando, e podem ser levados a julgamento por qualquer ato tomado. Quando é o Sistema especialista que toma essa decisão quem é responsável pela decisão tomada o programador da base de conhecimento?

### **3. COMPONENTES DE UM SISTEMA ESPECIALISTA**

O sistema especialista é caracterizado por trabalhar em blocos integrados e relacionados entre si. O bloco é um fragmento, uma parte do sistema. Segundo STAIR (1998), os blocos que compõem um sistema especialista podem ser divididos em: banco de conhecimento, interface com o usuário, máquina de inferência e recurso de explicação (Fig. 51).

#### **3.1. Banco de Conhecimento:**

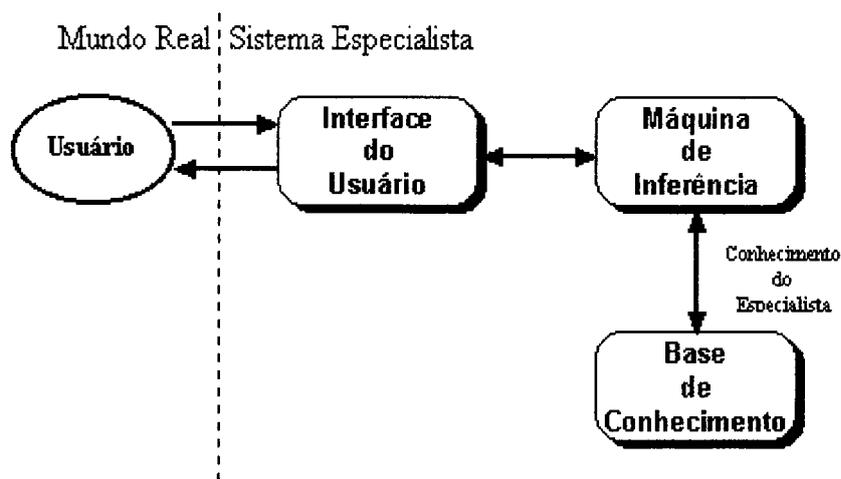
A parte principal de um sistema especialista é o banco de conhecimento, pois é onde contém fatos, regras e padrões de um conhecimento específico humano. Esta base de conhecimento trabalha com fatos e heurísticas, sendo os fatos constituídos por informações que estarão disponíveis para serem compartilhadas e atualizadas pelo especialista do domínio. As heurísticas são as regras que na prática caracterizam uma tomada de decisão humana. Um banco de conhecimento deve ser desenvolvido para cada aplicação específica, ou seja, para cada problema específico em estudo deverá ser

construído um sistema especialista específico, com seu próprio banco de conhecimentos, onde estarão guardados os fatos e informações relevantes relacionados à situação em questão.

**3.2. Dispositivo de inferência:** É a parte responsável pela busca das regras da base de conhecimento para serem avaliadas, direcionando o processo de inferência. O conhecimento deve estar preparado para uma boa interpretação e os objetos devem estar em uma determinada ordem representados por uma árvore de contexto. Dessa forma, podemos dizer que as regras necessárias para se chegar a uma meta devem ser buscadas na base de conhecimento. O mecanismo de inferência também ajuda a detectar erros em nossos pensamentos e nos permite modificar e aprimorar as regras que usamos para alcançar nossos objetivos.

**3.3. Recurso de Conhecimento:** Tem por função possibilitar o usuário ou um tomador de decisões criar e modificar seus próprios bancos de conhecimento. Tendo como objetivo principal o fornecimento de um meio conveniente e eficiente de capturar e armazenar todos os componentes do banco de conhecimento

**Figura 51 – Componentes de um sistema especialista**



Fonte: <http://www.cce.ufpr.br/~hamilton/iaed/iaed0003.htm#11>

**3.4. Recurso de Explicação:** Permite que o usuário ou um tomador de decisões entenda como o sistema chegou a determinadas conclusões ou resultados. Com o uso do recurso

de explicação, o Sistema Especialista pode indicar todos os fatos e regras que foram que foram usados na conclusão. Sendo assim o usuário do sistema pode determinar se o Sistema Especialista está processando os dados e as informações de modo correto e lógico.

**3.5. Interface com o usuário:** Tem como objetivo facilitar o uso do máquina pelo usuário, permitindo a interação de sistema complexo com usuário, reduzindo a carga de informações cognitivas, fazendo com que os dados de entrada sejam de forma de fatos e dados e através da saída de perguntas, conclusões e explicações.

#### **4. DESENVOLVIMENTO DE UM SE**

Um Sistema Especialista é aquele que é projetado e desenvolvido para atender a uma aplicação determinada e limitada do conhecimento humano. É capaz de emitir uma decisão, apoiado em conhecimento justificado, a partir de uma base de informações, tal qual um especialista de determinada área do conhecimento humano.

Para tomar uma decisão sobre um determinado assunto, um especialista o faz a partir de fatos que encontra e de hipóteses que formula, buscando em sua memória um conhecimento prévio armazenado durante anos, no período de sua formação e no decorrer de sua vida profissional, sobre esses fatos e hipóteses. E o faz de acordo com a sua experiência, isto é, com o seu conhecimento acumulado sobre o assunto e, com esses fato e hipóteses, emite a decisão.

Durante o processo de raciocínio, vai verificando qual a importância dos fatos que encontra comparando-os com as informações já contidas no seu conhecimento acumulado sobre esses fatos e hipóteses. Neste processo, vai formulando novas hipóteses e verificando novos fatos; e esses novos fatos vão influenciar no processo de raciocínio. Este raciocínio é sempre baseado no conhecimento prévio acumulado. Um especialista com esse processo de raciocínio pode não chegar a uma decisão se os fatos de que dispõe para aplicar o seu conhecimento prévio não forem suficientes. Pode, por este motivo, inclusive chegar a uma conclusão errada; mas este erro é justificado em função dos fatos que encontrou e do seu conhecimento acumulado previamente.

Um Sistema Especialista deve, além de inferir conclusões, ter capacidade de aprender novos conhecimentos e, desse modo, melhorar o seu desempenho de raciocínio, e a qualidade de suas decisões.

Dessa forma, o desenvolvimento de um Sistema Especialista requer a participação de alguns elementos fundamentais: um especialista do domínio em estudo, o qual será a fonte do conhecimento, fornecendo todas as informações necessárias para a montagem da base de conhecimento do sistema, e um Engenheiro do Conhecimento, responsável pela construção do sistema em si, ou seja, transformará o conhecimento obtido do especialista em forma conveniente e o armazenará no computador.

Esse conhecimento obtido constitui-se em dois tipos: Os fatos sobre o problema a resolver e as regras que mostram como o especialista raciocina para chegar a uma conclusão. São as regras de raciocínio. Portanto, para que o SE tenha em sua base de conhecimento fatos e regras que representem o conhecimento do especialista em um domínio de aplicação, permitindo que o sistema emule o seu comportamento, é extremamente necessário que o processo de aquisição e representação seja feito de forma mais aprofundada e detalhada possível.

Além destes dois elementos, também devemos ressaltar um terceiro, o usuário do conhecimento, ou seja, aquele indivíduo ou grupo que usa ou se beneficia do sistema especialista. Os usuários do conhecimento não precisam de nenhum treinamento em computadores ou sistemas especialistas.

## **5. TÉCNICAS DE ELICITAÇÃO DO CONHECIMENTO**

Segundo BARRETO (1999), elicitação do conhecimento é o processo de obtenção dos conhecimentos do especialista humano em determinada área para a construção do sistema especialista, o que é realizado, como vimos anteriormente, pelo engenheiro do conhecimento. Trata-se de uma tarefa de extrema importância para o bom desempenho do sistema, pois o conhecimento elicitado será a base para o bom funcionamento do sistema.

Para que o SE tenha em sua base de conhecimento fatos e regras que representem o conhecimento do especialista em um domínio de aplicação, permitindo que o sistema

emule o seu comportamento, é extremamente necessário que o processo de aquisição e representação seja feito de forma mais aprofundada e detalhada possível.

As principais técnicas de elicitación do conhecimento são (BARRETO, 1999):

1. Observação: Essa técnica permite ao engenheiro do conhecimento a familiarização com o problema, pois através da observação do especialista em ação, ou seja, trabalhando no dia-a-dia, o engenheiro consegue perceber uma grande parte da dinâmica do ambiente em questão. Trata-se de um método demorado e que deve ser analisado com cautela, pois a observação completa de todo o problema demanda tempo para que um grande número de ações sejam contempladas, bem como deve-se levar em consideração que a condição de estar sendo observado altera o comportamento do especialista.
2. Entrevista: Como essa técnica consiste em uma conversa entre o elicitador e o especialista, é necessário que o primeiro possua algum conhecimento sobre o assunto, para que a troca de informações, o diálogo, realmente possa acontecer. Para realizar uma entrevista bem sucedida, o elicitador tem que se preocupar com os seguintes aspectos: deverá realizar um planejamento prévio, incluir perguntas diretas e indiretas, e escolher um especialista motivado, interessado com esse processo bem como experiente e com um bom domínio do conhecimento em questão.
3. Análise de discurso: Trata-se de uma técnica complementar às outras, consistindo em gravar a entrevista com o especialista para depois analisá-la. É importante considerar que esse intervalo de tempo torna-se um ganho ao processo de elicitación, pois o engenheiro consegue analisar com mais calma e segurança todas as informações obtidas, uma vez que estão todas formalmente registradas e possíveis de serem revistas a qualquer momento.
4. Discussão focalizada: Equivale a uma entrevista, onde as perguntas são direcionadas a um assunto específico, ou seja, um assunto é focalizado com maior atenção. Geralmente são realizadas através de estudo de caso, e para eliminar dúvidas quando uma informação obtida anteriormente por outra técnica não ficou bem clara. É utilizada em uma fase mais avançada da elicitación.

5. **Análise de protocolo:** Nesta técnica o especialista irá viver e resolver um determinado problema dentro de um ambiente criado pelo elicitador. Essa técnica é inspirada no psicodrama, e é usada com finalidade terapêutica ou didática.
6. **Ordenamento de cartões:** Essa técnica é muito utilizada quando o problema em foco é o reconhecimento de padrões. O conhecimento deve ser explicitado em pequenas fichas que serão analisadas e classificadas pelo especialista. O objetivo é que o especialista consiga agrupar essas fichas em pilhas, justificar o fato motivador desse agrupamento, bem como nomear cada grupo criado.
7. **Geração de matriz:** Uma forma muito utilizada pelos especialistas para a explicitação de seus conhecimentos é dispor as informações em tabelas. Essa técnica corresponde portanto na análise dessas tabelas.
8. **Teachback:** Nessa técnica, acontece uma troca de papéis, onde o elicitador irá ensinar ao especialista o conhecimento em questão, obtendo uma melhor contemplação se o conhecimento foi corretamente elicitado. Deve ser utilizada no final do processo de elicitação, ou quando o objetivo é incorporar o conhecimento de vários especialistas em um único SE.

## **6. PAPEL DA FERRAMENTA SHELL**

Inicialmente, cada sistema especialista era criado a partir do nada, em geral em LISP. Mas, depois de vários sistemas terem sido desenvolvidos, ficou claro que eles possuíam alguns pontos em comum. Em particular, o fato de serem construídos como um conjunto de representações declarativas (em suas maioria, regras) combinadas com um interpretador dessas representações.

Dessa forma, era possível separar o interpretador do conhecimento específico do domínio da aplicação e assim criar um sistema que podia ser usado para elaborar novos sistemas especialistas através da adição de novos conhecimentos, correspondentes ao novo domínio do problema. Os interpretadores resultantes são chamados de shells. Um exemplo influente de shell é o EMYCIN (de Empty MYCIN - MYCIN vazio), derivado do MYCIN.

Os primeiros shells de sistemas especialistas ofereciam mecanismos para a representação do conhecimento, raciocínio e explicações. Mais tarde, foram acrescentadas ferramentas para a aquisição de conhecimento. Entretanto, com o aumento das experiências com esses sistemas para solucionar problemas do mundo real, ficou claro que os shells dos sistemas especialistas precisavam fazer alguma coisa a mais também. Eles precisavam facilitar a integração dos sistemas especialistas com outros tipos de programas.

Os sistemas especialistas não podem operar no vácuo, como também não podem seus colegas humanos. Eles precisam acessar bancos de dados das corporações, e esse acesso precisa ser controlado como em outros sistemas. Eles em geral estão embutidos em programas aplicativos maiores, que usam basicamente técnicas de programação convencional. Então, uma das características importantes que um shell precisa ter é uma interface entre o sistema especialista, escrita com o shell e que seja fácil de usar, e um ambiente de programação maior e provavelmente mais convencional.

Há atualmente vários novos shells comercialmente disponíveis, que servem de base para muitos dos sistemas especialistas que estão sendo desenvolvidos correntemente. Com esses shells, a representação do conhecimento e o raciocínio são muito mais flexíveis do que no MYCIN. Eles tipicamente suportam regras, frames, sistemas de manutenção da verdade e um série de outros mecanismos de raciocínio.

## **7. VANTAGENS E DESVANTAGENS**

Conforme podemos perceber, os Sistemas Especialistas fornecem benefícios inegáveis. Entre estes, podemos destacar as seguintes vantagens:

1. Capturam conhecimentos que serão utilizados no futuro. A experiência dos especialistas são perdidas com o tempo, no momento em que eles se especializam em outros problemas ou trocam de trabalho. Um sistema especialista nunca esquece um procedimento, nem mesmo em seus mínimos detalhes.
2. Possuem a mesma velocidade e dinâmica de um especialista vinte e quatro (24) horas por dia, durante todos dias.

3. Representam um significativo aumento na produtividade. Um sistema especialista pode levar uma pessoa de pouca experiência para o nível de um especialista, executando tarefas mais rapidamente e mais facilmente. Sempre que pessoas podem ser ajudadas, elas ainda não estão no topo da experiência.
4. Reduzem os custos com funcionários especializados. Com sistemas especialistas uma tarefa de grande complexidade pode ser realizada por funcionários que não sejam experts, mas funcionários especializados apenas. Com isso, os especialistas podem ficar dedicados a tarefas que realmente sejam de altíssima complexidade.
5. Sistemas especialistas podem em alguns momentos fazer melhor do que um especialista. Sistemas especialistas podem combinar a capacidade de um especialista com a velocidade e precisão de uma máquina. Eles podem fazer uma análise detalhada e completa de uma situação que dificilmente um humano seria capaz de fazer. Um sistema bem estruturado, dificilmente poderá cometer erros que eventualmente um humano pode cometer.
6. Um sistema especialista seria capaz de fazer tarefas detalhadas e repetitivas - que um especialista talvez as desprezasse, em uma situação em que as chances de resolver o problema são muito pequenas .
7. Podem ser a maior ajuda no treinamento de pessoal. Os sistemas especialistas podem fornecer informações detalhadas - de diversos níveis, sobre como foi procedido para solucionar um determinado problema. Esta pode ser a maior ajuda no treinamento de pessoas inexperientes. Em adição, existem sistemas especialistas construídos especialmente para prover treinamento. Neste caso, até didática eles possuem.

Mas os sistemas especialistas também podem gerar algumas desvantagens e problemas. A seguir enumeramos alguns:

1. Com a introdução dos computadores os trabalhadores podem se sentir inseguros - eles podem achar que irão perder o emprego (e isto realmente acontece). Esta situação pode ser evitada com uma migração lenta e responsável do sistema humano para o sistema máquina.

2. Os sistemas especialistas não possuem senso de política, podendo produzir resultados embaraçosos. Portanto, nessas situações, é necessário subordinar o sistema a um analista humano, que interage com ele e desvia a situação se necessário.
3. Como os Sistemas Especialistas somente têm acesso a conhecimento altamente específicos do seu domínio não possuem conhecimentos mais genéricos quando a necessidade surge, implicando em uma certa fragilidade.
4. Os SE geralmente não possuem conhecimentos sofisticados sobre sua própria operação, portanto não conseguem raciocinar sobre seu próprio escopo e restrições. A aquisição do conhecimento continua sendo um dos maiores obstáculos a aplicação de tecnologia dos Sistemas Especialistas a novos domínios.
5. Responsabilidade da decisão. No caso de problemas decorrentes de uma decisão tomada pelo SE, quem deve ser responsabilizado: A organização a qual o sistema pertence, o especialista humano que foi a fonte primária consultada para a construção do SE, ou o engenheiro do conhecimento responsável pelo desenvolvimento do SE.
6. A medição do desempenho de Sistemas Especialistas é muito difícil porque a quantificação o uso de conhecimento é um processo muito complicado e subjetivo.