

**UNIVERSIDADE FEDERAL DE SANTA CATARINA
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO
EM ENGENHARIA DE PRODUÇÃO**

**“APRENDIZAGEM MEDIADA PELA INTELIGÊNCIA ARTIFICIAL:
UMA ABORDAGEM CONSTRUTIVISTA”**

Dissertação de Mestrado

Mercedes Bragança Pinheiro Fernandes

Florianópolis-SC

2004

**“APRENDIZAGEM MEDIADA PELA INTELIGÊNCIA ARTIFICIAL:
UMA ABORDAGEM CONSTRUTIVISTA”**

**UNIVERSIDADE FEDERAL DE SANTA CATARINA
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM
ENGENHARIA DE PRODUÇÃO**

**“APRENDIZAGEM MEDIADA PELA INTELIGÊNCIA ARTIFICIAL:
UMA ABORDAGEM CONSTRUTIVISTA”**

Mercedes Bragança Pinheiro Fernandes

**Dissertação apresentada ao Programa de Pós
Graduação em Engenharia de Produção, da
Universidade Federal de Santa Catarina, com
requisito parcial para obtenção do título de
Mestre em Engenharia de Produção.**

Florianópolis - SC

2004

Mercedes Bragança Pinheiro Fernandes

**“APRENDIZAGEM MEDIADA PELA INTELIGÊNCIA ARTIFICIAL: UMA
ABORDAGEM CONSTRUTIVISTA”**

**Esta dissertação foi julgada e aprovada para a obtenção do título de
Mestre em Engenharia de Produção no Programa de
Pós Graduação em Engenharia de Produção da
Universidade Federal de Santa Catarina**

Florianópolis, SC, janeiro de 2004

Prof. Dr. Alejandro Martins Rodriguez, Dr.
Coordenador do Curso

Banca Examinadora

Prof^o. Francisco Antônio Pereira Fialho, Dr.

Orientador

**Prof^a. Cristiane Coelho de S. Reinisch Coelho,
Dra.**

Examinadora

Prof^o. Elaine Ferreira, Dra.

Examinadora

Dedicatória

Este trabalho é dedicado a todos que desvendaram as malhas do saber e dividiram com seus semelhantes suas conquistas, proporcionando-lhes acesso ao conhecimento.

Agradecimentos

Aos que mais amo, aos quais, de algum modo sacrifiquei a convivência para dedicar-me ao prazer de estudar.

Homenagens

A meu filho Adalberto imagem perene.

Epígrafe

“ Uma fronteira não é o ponto onde algo termina; é o ponto a partir do qual algo começa a se fazer presente. “ (Heidgger)

SUMÁRIO

I

	Pág
SUMÁRIO	I
LISTA DE FIGURAS	IV
LISTA DE QUADROS	V
LISTA DE TABELAS	VI
LISTA DE REDUÇÕES	VII
RESUMO	VIII
ABSTRAT	IX
1. CONTEXTO	1
1.1 Natureza do Problema.....	6
1.2 Objetivo Geral.....	7
1.3 Objetivos Específico.....	7
1.4 Tipologia da Pesquisa.....	8
1.5 Hipótese da Pesquisa.....	8
1.6 Metodologia.....	8
1.7 Estrutura do Trabalho.....	9
1.8 Referências Bibliográficas.....	9
CAPÍTULO II - FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA	10
2. Introdução	10
2.1 Tecnologia.....	10
2.2 Jean Piaget.....	12
2.2.1 Alguns Dados Históricos.....	12
2.2.2 Aspectos Gerais da Teoria de Piaget.....	13
2.2.3 A Visão de Piaget do Fazer e do Compreender.....	21
2.2.4 Construtivismo Cognitivo.....	23
2.3 Lev Semenovitch Vygotsky.....	25
2.3.1 Alguns Dados Históricos.....	25
2.3.2 Aspectos Gerais da Teoria de Vygotsky.....	26
2.3.3 Interacionismo Sócio Histórico de Vygotsky.....	30
2.3.4 Ação Mediada de Vygotsky.....	31
2.3.5 A Formação de Conceitos em Vygotsky.....	34
2.3.6 Área de Desenvolvimento Real e Próximo.....	40
2.3.7 Aprendizagem Escolar em Vygotsky.....	41

2.4 Carl Ransom	
Roges.....	43
2.4.1 Alguns Dados Bibliográficos.....	43
2.4.2 Principais Conceitos em Rogers.....	44
2.4.3 Em Educação – Aprendizagem Significativa Centrada na Pessoa.....	48
2.4.4 O Papel do Professor na Proposta de Rogers.....	49
2.4.5 Resumindo a Teoria de Rogers em sua Aplicação à Educação.....	50
2.5 Comentários.....	53
CAPÍTULO III - TECNOLOGIAS E CONHECIMENTO.....	54
3. Introdução.....	54
3.1 O Educador.....	55
3.2 O Educando.....	58
3.3 Educador/ Educação/ Educando.....	60
3.4 Tecnologia e Informática Como Ferramenta Pedagógica.....	62
3.5 Informática Educacional No Brasil.....	63
3.6 Subsídios Necessários Para a Implantação.....	67
3.7 Educação e Cidadania.....	71
3.8 Comentários.....	72
CAPÍTULO IV - INTELIGÊNCIA ARTIFICIAL.....	74
4. Introdução.....	74
4.1 Definição.....	74
4.2 A Ciência e a Inteligência Artificial.....	78
4.3 Natureza da Representação da Inteligência Artificial.....	80
4.4 Origem E Evolução da IA.....	92
4.5 Fundamentação Teórica da Inteligência Artificial.....	96
4.6 Paradigmas da Inteligência Artificial.....	103
4.6.1 Linha da Inteligência Artificial Conexionista – IAC.....	105
4.6.2 Linha Da Inteligência Artificial Simbólica – IAS.....	111
4.6.3 Estrutura de um Sistema Especialista.....	113
4.6.4 Sistemas Especialistas Vs. Programas Convencionais.....	115
4.6.5 Sistemas Especialistas e Especialistas Humanos.....	116
4.6.6 Aquisição do Conhecimento de um Sistema Especialista.....	118
4.6.7 Representação do Conhecimento.....	119
4.6.8 Regras de Produção (Técnicas. de Representação do Conhecimento.....	121
4.6.9 Algoritmos Genéticos.....	122

4.6.10 Raciocínio Baseado Em Casos – RBC.....	124
4.6.11 Redes Semânticas.....	125
4.6.12 “Frames”.....	126
4.7 Técnicas de Raciocínio IA.....	129
4.8 Comentários.....	130
CAPÍTULO V - MODELO PROPOSTO.....	132
5 Introdução.....	132
5.1 Descrição do Modelo Proposto.....	133
5.2 Metodologia do Sistema.....	136
5.3 Valores dos Tópicos e Valores das Disciplinas.....	137
5.4 Averiguação do Conhecimento do Aluno.....	139
5.5 Selecionar Disciplinas Potenciais.....	139
5.6 Eliminar Conflitos.....	140
5.7 Representação de Conhecimento e Regras de Produção.....	142
5.8 Comentários.....	146
CAPÍTULO VI - CONCLUSÕES E RECOMENDAÇÕES.....	147
6. Introdução.....	147
6.1 Recomendações Para Trabalhos Futuros.....	151
VII - REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....	154

LISTA DE FIGURAS

Figura 1: Sistema de Memória	91
Figura 2: Estrutura Geral de Uma Unidade Computacional.....	107
Figura 3: Arquitetura de Um SE.....	114
Figura 4: Processo de Aquisição de Conhecimento.....	119
Figura 5: Estrutura das Redes Semânticas	125
Figura 6: Redes Semânticas Com AKO, IS-A E HAS	126
Figura 7: Representação do Conhecimento Usando “Frames”	127
Figura 8: Esquema do Modelo Proposto	136

LISTA DE QUADROS

Quadro 1: Tipos e Natureza de Memórias.....	90
Quadro 2: Tipos de Modelos de Redes Neurais.....	109
Quadro 3: Características de Funcionamento dos SEs.....	113

LISTA DE TABELAS

Tabela 1: Sistemas Especialistas Vs. Programas Convencionais	115
Tabela 2: Vantagens dos Sistemas Especialistas Frente ao Especialista Humano.....	117
Tabela 3: Desvantagens dos Sistemas Especialistas, Frente ao Especialista Humano	117
Tabela 4: Tipos de Raciocínio Envolvidos nas Técnicas de IA	129
Tabela 5: Vantagens e Desvantagens das Ferramentas de IA	130
Tabela 6: Valor do Tópico na Disciplina	138

LISTA DE REDUÇÕES

AVA	- Ambiente Virtual de Aprendizagem
CIED	- Centro de Informática Educativa
CNPQ	- C Nacional de Pesquisa
DIGIBRAS	- Empresa Brasileira
EAD	- Ensino a Distância
EDUCOM	- Programa Brasileiro de Informática na Educação
EUA	- Estados Unidos da América do Norte
FINEP	- Federação das Indústrias
FORMAR	- Formação e Treinamento-Projeto Destinado a Capacitação da Rede Pública
IA	- Inteligência Artificial
IAC	- Inteligência Artificial Conexionalista
IAS	- Inteligência Artificial Simbólica
LDB	- Lei de Diretrizes e Bases
MEC	- Ministério da Educação e Cultura
NTIC	- Novas Tecnologias da Comunicação
PROINFO	- Programa Nacional de Informática na Educação
RBC	- Raciocínio Baseado em Casos
SES	- Sistemas Especialistas
SEI	- Secretaria Especial de Informática
UFMG	- Universidade Federal de Minas Gerais
UFPe	- Universidade Federal de Pernambuco
UNICAMP	- Universidade de Campinas
UFRGS	- Universidade Federal do Rio Grande do Sul
UFRJ	- Universidade Federal do Rio de Janeiro
USP	- Universidade de São Paulo
ZPD	- Zona de Desenvolvimento Proximal
ZPR	- Zona de Desenvolvimento Real

RESUMO

Palavras-chave: Construtivismo, autonomia na aprendizagem formal, modelo de IA; linha simbólica; sistemas especialistas.

Este trabalho, tendo como motivação a certeza da dinâmica das sociedades, procurou situar a necessidade da educação formal adequar-se a essa dinâmica, a fim de poder proceder a inclusão social dos indivíduos que a ela se destinam.

Num contexto contemporâneo procurou fundamentar sua argumentação nas teorias cognitivas interacionistas de Piaget e Vygotsky e na teoria da sensibilidade e autonomia de aprendizagem de Rogers, com a finalidade de dar suporte aos conceitos inerentes à aquisição de conhecimentos aqui formulados, que visaram a adequação das práticas pedagógicas da educação formal. Desde que se considerou a possibilidade de introduzir o uso do computador nessa prática, como auxiliar de programas de ensino-aprendizagem formalizado.

Para o embasamento da proposição de modelo de IA, abordou-se aspectos inerentes a esse ramo da computação, elegendo-se o paradigma Simbólico para fundamentar o modelo proposto.

Apresentou-se modelo de IA fundamentado em ferramenta do paradigma Simbólico, o Sistema Especialista que julgou-se mais adequado ao problema proposto, para coadjuvar processo de aprendizagem a nível médio.

Finalmente, chegou-se a conclusão que para a utilização das NTICs, enfatizando-se o uso do computador em programas de ensino-aprendizagem na educação-formal é necessária à reformulação da prática não só dos professores e alunos, como também, de toda a comunidade escolar.

Concluindo, recomenda-se que essa reformulação deve iniciar-se pela atualização e reciclagem dos professores em programas fundamentados no construtivismo interacionista que utilizem-se das ferramentas oferecidas pelo computador, e dentro da metodologia para a autonomia de aprendizagem, em sua execução.

ABSTRACT

Key words: Constructivism; learn independence in formal education; All model; symbolic line; specialist systems.

This study, inspired by the conviction that societies are dynamic, attempts to define how the need for education adapts itself to the dynamics so that it realizes the social inclusion of the individuals that benefit from it.

In a contemporary perspective, we attempt to base the reasoning on the interactionist cognitive theories of Piaget and Vigotsky and the theory of sensitivity and learner independence of Rogers, the aim being to give support to the concepts which are inherent to the acquisition of Knowledge. These concepts are formulated herein with the aim of adjusting pedagogic conduct to formal education, considering the possibility of introducing the use of computers into this conduct, as an aid to formalized programmes of teaching/learning.

We examine certain aspects of AI computing to give the basis for the proposed model, the Symbolic model being the one chosen..

We present an AI model based on a tool of the Symbolic model, the specialist system we judged to be most appropriate for the given problem, that is to help in the learning process at intermediate level.

Finally, we conclude that to use NTICs, with emphasis on the use of computers in teaching/learning programmes in formal education, it is necessary to reformulate the conduct not only of the teachers and pupils, but also of the whole school community.

Summing up, we recommend that this reformulation should begin with the updating and recycling of teachers in programmes based on interactionist constructivism, which use the tools offered by computers, and carried out within a methodology of learner independence.

INTRODUÇÃO

“Nada podes ensinar a um homem, podes somente ajudá-lo a descobrir as coisas dentro de si mesmo”.

Galileu

1. Contexto

A tecnologia sempre encantou e fascinou o homem, desde a mais rudimentar descoberta de elementos da natureza para defender e facilitar suas vidas até as invenções, cada vez mais sofisticadas, numa tentativa incessante de ultrapassar as possibilidades de sua natureza.

Nesta marcha ininterrupta de descobertas e invenções o homem estreitou os laços da humanidade, através da aproximação dos povos, mesclando seus hábitos e costumes e difundido seus feitos e suas invenções, até ao advento do computador, capaz de processar e criar informações que marcou mais uma revolução na evolução tecnológica humana, trazendo mudanças sociais e culturais extremas, numa era que chamamos da informação.

Gilder a respeito da evolução do pensamento humano, da era industrial à era da informação, assim se expressa:

“Enquanto a era industrial emergiu do domínio das massas e energias de Isaac Newton, a era do computador surgiu de um entendimento prático das partículas e paradoxos da teoria quântica de Erwin Schroedinger, Werner Heisenberg e Albert Einstein. Os heróis das indústrias de semicondutores nos

conduziram passo a passo pelos derradeiros reinos infinitesimais dos átomos de ions ” (Gilder 2001:9).

Neste novo espaço a economia da informação eclode e caminha célere a ciclos e bits livres do computador fazendo surgir a Internet que propiciou a globalização do pensamento contemporâneo, numa tessitura de idéias virtual, infindável e cooperativa.

Como fator de ampliação, transformação e completude de conhecimento, a tecnologia, cada vez mais permeia ações e atividades cotidianas, impelindo-nos a um constante repensar e reaprender o mundo em que vivemos.

Neste contexto, o processo evolutivo impõe modificações em todos os setores institucionais exigindo novas posturas, mormente no setor educacional, tornando-se imprescindível ao educador perceber a importância das “Novas Tecnologias” – NTCs na construção do conhecimento contemporâneo, por cumprir funções que ainda não são providas por nenhuma outra instância.

Não reconhecer a necessidade das mudanças que se fazem necessárias nesse novo contexto é negar a característica dinâmica das sociedades, pois as transformações que estão ocorrendo em nosso cotidiano não deixam dúvidas quanto a essa evidência.

Assim, se a escola atua com a idéia de inclusão social faz-se necessário o questionamento do axioma resultante das perguntas para que, quem e como educar constituindo-se a conclusão deste questionamento a base filosófica a partir da qual o processo educacional se desenvolverá.

A Constituição Brasileira (1988), em seu artigo 205, estabelece:

“A educação, direito de todos e dever do estado e da família, será promovida e incentivada com a

colaboração da sociedade, visando o pleno desenvolvimento da pessoa, seu preparo para o exercício da cidadania e sua qualificação para o trabalho.”

Para atender aos ditames de nossa legislação maior faz-se necessário que o processo educativo estabeleça metas que visem à integração social através de ações que promovam a construção de conhecimentos, capazes de formar indivíduos críticos de seu papel social num universo sem fronteiras geográficas e sem fronteiras de conhecimento. Nesse contexto, educação e informação constituem fatores que direcionados à reflexão produzirão ações que levarão à modificações sociais.

As transformações sociais permitem a ação das idéias; as idéias mostram novas práticas que modificam a estrutura. Nesse processo, ação e estrutura se combinam e interagem provocando as mudanças. Este movimento é constante e contínuo e concede a sociedade sua característica dinâmica.

Comentando esse fenômeno social Giddens (1991: 43-51) o analisa como um processo de circularidade da ação onde as mudanças na estrutura provocam o surgir de novas idéias que as impulsionam e as legitimam permitindo o surgimento de novos caminhos.

Para ele as estruturas são permanentes e a ação dinâmica; mas quem age são os indivíduos. As práticas são sociais, mas as idéias vêm dos indivíduos. É a reflexividade. A sociedade muda através de um processo de reflexividade, ou seja o indivíduo muda ao relacionar um elemento consigo mesmo, assim a relação de igualdade é reflexiva.

“A reflexividade da vida social moderna, consiste no fato de que as práticas sociais são constantemente examinadas e reformadas à luz de informações renovada sobre estas próprias práticas, alterando

assim constitutivamente seu caráter”. (Giddens, 1990: 45).

Assim, a mente do homem pode ser considerada como a forma mais elevada de reflexo da realidade sócio-histórica e as tecnologias podem ser vistas tanto sob a ótica de sistema, como de construção social, de redes, ou de processo educacional. Esses conceitos lançam-se numa tal interdependência que fica difícil perceber onde termina a influência de um e começa a do outro, concluindo-se que as tecnologias são ferramentas cognitivas que trazem marcas e marcam o caráter de uma cultura.

Segundo Pierre Lévy (1998 ; 35) numa cultura encontra-se menos traços de identificação com os mitos crenças e representações do que na repetição de um tipo particular de processamento, o que nos leva a crer que a influência de elementos estranhos à cultura inerente aquela sociedade incorpora-se a ela, na medida em que há uma construção subjetiva do sujeito.

Essas transformações produzem modificações conceituais na sociedade, trazendo mudanças culturais. Sendo assim, a escola por ser uma instituição social, criada nesse contexto e para atender necessidades do mesmo, não pode ficar alienada dessa realidade, por ter como missão a inclusão do indivíduo em sua sociedade.

“A escola tem um papel muito próprio a desempenhar, o de formadora de pessoas, enquanto indivíduos no desenvolvimento de sua personalidade e como cidadãos, possibilitando sua inserção na cultura e no mundo do trabalho”. (Alves, 1998: 110).

Todavia observa-se que há uma resistência por parte dos integrantes da escola na introdução das mudanças promovidas pelo avanço tecnológico na sociedade, o que provoca uma grande lacuna entre as práticas desenvolvidas pelos alunos dentro e fora da escola, pois os mesmos estão, permanentemente,

interagindo com novas tecnologias cada vez mais avançadas, onde a máquina transforma, modifica e até substitui as tarefas cotidianas. Enfatizam-se aqui, as tecnologias de comunicação que, de maneira lúdica imprimem nesses alunos uma educação continuada. Cita-se como exemplo, os filmes ou documentários em vídeos, os programas de TV comercial ou a cabo, o rádio, o vídeo, o dvd, o cd, o cd-rom, o computador e também sua conexão com a Internet. Estando esses recursos tecnológicos presentes na vida cotidiana dos cidadãos fato que não podem ser ignorado ou desprezado no contexto aqui abordado.

A possibilidade de utilização dessas tecnologias na escola representa a oportunidade da oferta de sua utilização através de programas pedagógicos, o que proporcionará a escola acompanhar as transformações que estão ocorrendo na sociedade, além de capacitar os alunos a lidar com as novas possibilidades oferecidas pelas tecnologias contemporâneas, de maneira crítica e consciente.

Utilizando-se aleatoriamente esses recursos na educação formal corre-se o risco de simplificá-los em meras ferramentas. Assim, a possibilidade de se utilizar na educação recursos audiovisuais, exige um repensar pedagógico, a fim de que o educador possa esgotar todas as possibilidades didáticas que tais recursos oferecem utilizando-os em sua plenitude. As novas tecnologias educacionais se identificam com o pensamento pedagógico contemporâneo, pois seus múltiplos recursos direcionam a ação para a autonomia na aprendizagem.

Entretanto, contar com essas tecnologias na sala de aula, não garante que docentes e discentes as utilizem de forma a alcançar autonomia na aquisição de conhecimentos, pois não são os meios que farão tal mudança mas sim, a mudança de comportamento dos agentes da educação é que a promoverá, pois que é na prática do dia-a-dia, na utilização desses recurso por professores e alunos em situações pedagógicas e que promoverá o processo de aprendizagem autônoma.

“A tecnologia deve servir para enriquecer o ambiente educacional, propiciando a construção de

conhecimentos por meio de uma atuação ativa crítica e criativa por parte dos alunos e professores”. (Parâmetros Curriculares Nacionais, 2000: 140).

Alguns informativos como: livros, revistas, jornais, TV e vídeo já fazem parte do cotidiano da maioria das escolas, de cidades que têm acesso a esses recursos, sendo utilizados por educadores e alunos com certa destreza. O computador, informática, Internet, software, DVD e cd-rom são recursos de caráter recente cuja utilização ainda não é comum, constatando-se que muitos alunos e educadores ainda não se familiarizaram com essas ferramentas como instrumentos de mediação.

Existe ainda muito constrangimento, resistência, receio e desinteresse por confundirem o uso dessas tecnologias com simples técnica que diminui a atividade mental dos indivíduos, o que não é verdade, pois o computador, quando utilizado junto com outros recursos tecnológicos, oportuniza a informação em um leque de variedades, de modo muito atrativo. Tal prática, entretanto é carente na escola formal, tanto pela falta de formação dos profissionais da educação quanto pela falta de material adequado disponibilizado pela escola.

1.1 Natureza do Problema

O uso da informática na educação hoje perdeu o limite de discussões conceituais e começa a tornar-se realidade em diversos ambientes escolares, desde os setores administrativos, passando pelas salas de aulas e estendendo-se para as lições de casa. Com a revolução tecnológica, a velocidade, a abundância e a variedade com que as informações chegam pelos meios de comunicação, educar para o futuro tornam-se uma missão cada vez mais complexa. O modelo de escola estático, apenas informativo perdeu-se no passado, pois a comunicação ultrapassou os limites da sala de aula invadindo a intimidade dos lares.

Tal fato evidencia a urgência na mudança das posturas didáticas, fazendo-se necessário educar para uma nova organização econômica, social e política que, indubitavelmente, aponta para o paradigma da educação para a autonomia.

A incorporação das tecnologias nas atividades pedagógicas é fato irreversível para um futuro próximo, entretanto somente fará sentido a partir das devidas mudanças na postura tanto do professor quanto do aluno e, somente desse modo poderá se dizer que as tecnologias estão contribuindo para a melhoria da qualidade da educação escolar. Caso contrário, a presença de tecnologia de comunicação nas salas de aula será mais uma tentativa de mascarar o ensino ultrapassado que se processa, atualmente, nas escolas.

Pergunta-se - Esses recursos tecnológicos, em especial o computador, que é motivo de análise neste trabalho, quando implantado sem uma reestruturação do pedagógico e, sobretudo, sem o comprometimento da comunidade escolar, pode produzir o sucesso esperado?

Esta indagação foi o ponto de partida para uma busca às respostas que pudessem esclarecer qual a importância de se desenvolver uma nova prática pedagógica, de se criar uma cultura tecnológica a partir da real necessidade do educador e do educando.

1.2 Objetivo Geral

Fazer um estudo analítico da importância na mudança da prática pedagógica educacional, com base em levantamento bibliográfico sobre conceitos de aprendizagem.

1.3 Objetivos Específicos

- oferecer novas alternativas para o processo de aprendizagem, a partir da inclusão de novas tecnologias, nesse processo, em particular o computador.

- Criar uma cultura tecnológica envolvendo a inteligência artificial - IA no processo de mediação pedagógica, como auxiliar em planejamento de estudos e atividades educacionais não presenciais.

1.4 Tipologia de Pesquisa

Este trabalho de pesquisa educacional, na qual adota-se o modelo de investigação descritivo, opta pela pesquisa bibliográfica sobre conceitos de aprendizagem e agentes inteligentes, objetivando reunir embasamento para proposta de atividade pedagógica autônoma, a partir da apresentação de protótipo de IA.

Utiliza-se a expressão autonomia do educando, acreditando-se na possibilidade do mesmo autogerir sua aprendizagem, a partir de conhecimentos anteriormente adquiridos.

1.5 Hipótese da Pesquisa

Para que o uso do computador como meio pedagógico, possa produzir um resultado satisfatório é necessário que haja uma relação direta entre a utilização das novas tecnologias educacionais, a autonomia discente na aquisição de aprendizagens específicas e a reformulação das práticas pedagógicas.

1.6 Metodologia

A pesquisa destina-se a alunos de ensino médio que objetivam tanto a aquisição de grau, através de exames de suplência, como subsídios de conhecimento para prestar exame vestibular ao ensino universitário.

O trabalho desenvolve-se em duas etapas:

- a primeira consiste de pesquisa bibliográfica, na qual fundamenta-se a estrutura teórica, bem como, identifica-se que a aprendizagem está diretamente relacionada às necessidades das escolas, na construção de um conhecimento tecnológico baseado no emprego das tecnologias, especialmente no que diz

respeito ao emprego da inteligência artificial como ferramenta de mediação no processo de ensino aprendizagem.

- a segunda apresenta a proposta de criação de um modelo de mediação pedagógica baseado na IA. A verificação do grau de emprego das tecnologias em análise. Por fim, sugere a criação de um modelo de orientação.

1.7 Estrutura do Trabalho

Estruturou-se a dissertação em seis capítulos que se completam metodologicamente, com finalidade de execução da pesquisa, assim organizados:

Capítulo 1: contextualização, objetivos, metodologia e estrutura do trabalho;

Capítulo 2: fundamentos pedagógicos, apoiados no Construtivismo Cognitivo de Jean Piaget , no Construtivismo Social de Lev Vygotsky e na Aprendizagem de Carl Rogers ;

Capítulo 3: principais conceitos sobre computador, Internet e tecnologia aplicada à educação;

Capítulo 4: revisão de literatura das técnicas de Inteligência Artificial, enfocando Representação de Conhecimento, seguido de Sistemas Especialistas discutindo suas características e funções básicas;

Capítulo 5: descrição e apresentação do modelo sugerido;

Capítulo 6: conclusões e recomendações para trabalhos futuros.

1.8 Referências Bibliográficas.

CAPÍTULO II

FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA

2. Introdução

Nesse Capítulo apresenta-se os caminhos e os fundamentos adotados para execução desse trabalho. Descrevem-se os fundamentos filosóficos e teóricos dos principais mestres da pedagogia, onde se busca no construtivismo através da gênese do conhecimento de Piaget, na interação social de Vygotsky e na valorização da sensibilização para a autonomia de aprendizagem formal de Carl Roger a composição necessária para o desenvolvimento de uma proposta pedagógica, baseada no emprego da inteligência artificial como ferramenta de produção de conhecimento.

2.1 Tecnologia

A tecnologia, matéria assim denominada pelo homem compreende a reunião dos conhecimentos científicos aplicados a cada ramo de atividade e sempre constituiu desafio para a espécie humana, agindo, no decorrer da evolução de nossa espécie, como mola propulsora de experimentos, conjecturas hipóteses e pesquisas que culminaram com descobertas e invenções, cada vez mais sofisticadas, numa caminhada em busca do altamente provável , criando e derrubando teorias, inventos e culturas até formar a sociedade virtual, totalmente globalizada .

Numa visão histórica pode-se avaliar o papel da tecnologia no processo civilizatório, quando o homem modificando a natureza, conseqüentemente promoveu mudanças sociais e culturais em sua trajetória, mudanças essas que culminaram sempre com reformulações em seu comportamento, evidenciando o papel da tecnologia, na transformação e completude do conhecimento.

A partir de meados do século XIX as descobertas e invenções passaram a se processar em ritmo cada vez mais acelerado, culminando no século XX a exigir constantes reformulações de hábitos e conceitos, obrigando a humanidade a uma verdadeira releitura e adaptação ao mundo contemporâneo, face ao uso de novas tecnologias que revolucionaram o cotidiano humano.

Nesse sentido, analisando-se a dimensão arqueológica utilizada por Foucault (1984 : 15) em suas pesquisas, constata-se que a mesma permitiu-lhe uma visão da ciência como representação da evolução do homem através de seus saberes em sua formação, manifestação e transformação, denunciando a estreita relação entre essa evolução e as manifestações de poder utilizadas pelo homem, através de sua história sempre permeada pela tecnologia.

No processo de aprendizagem do mundo, fora dos bancos escolares, a evolução tecnológica sempre se fez presente não deixando margens à dúvidas que quanto maior o domínio sobre a natureza, mais o cotidiano do homem depende de inventos tecnológicos que lhe facilitam o dia-a-dia .

Por outro lado, cada vez mais as tecnologias permeiam ações e atividades cotidianas no âmbito do processo educacional, tornando-se imprescindível que as novas gerações de educadores percebam e saibam da importância das “Novas Tecnologias”- NTC na construção do conhecimento. Não reconhecê-las é fechar os olhos para as transformações que estão ocorrendo na sociedade, cuja cultura é cada vez mais globalizada, requerendo atualização constante de idéias e práticas, a fim de que possa acompanhar o ritmo vertiginoso dos avanços tecnológicos e científicos.

A importância do questionamento entre contexto social e processo educacional institucional nos conduz a análise da utilização da tecnologia no âmbito educacional. Deste modo, a trilogia para que, para quem e como devemos utilizar essas tecnologias no processo educacional é discussão fundamental para uma tomada de decisão, desde que se acorde que, a princípio, toda estrutura

educacional é organizada com a finalidade de promover o conhecimento e o desenvolvimento humano.

Sendo essa a razão da busca por conhecimentos que permitam a elaboração de métodos, técnicas e mecanismos que gerem, em seus resultados a aquisição de conhecimentos através de ações que favoreçam os processos cognitivos.

Nesse capítulo são abordados, de uma forma geral, conceitos e princípios relevantes que servem de suporte teórico para esse trabalho.

2.2 Jean Piaget

2.2.1 Alguns Dados Históricos

Jean Piaget, nascido em 9 de agosto de 1896, em Newchâtel, cidade localizada na Suíça e falecido em Genebra, no ano de 1980, desde cedo demonstra em seus trabalhos, interesse pela natureza e pelas ciências.

Desenvolveu estudos em diversas áreas como biologia, epistemologia, filosofia, sociologia, religião. De seu interesse em encontrar uma ponte entre a biologia e a epistemologia ele se vê conduzido à psicologia e volta aos bancos universitários onde gradua-se na matéria, na França. Neste período trabalha em laboratórios, clínicas e universidades européias, traçando seu destino de pesquisador dos processos mentais na aquisição de conhecimentos.

Segundo seu biógrafo e amigo David Elking in Sprinthall e Sprinthall sua trajetória profissional é longa e extremamente produtiva. Aprofunda-se em pesquisas sobre o desenvolvimento cognitivo e postula que a capacidade de pensar nasce de uma base fisiológica infantil. Piaget apoia-se em conhecimentos de sua formação inicial, em História Natural, para desenvolver sua teoria do

sistema cognitivo. Ocupou vários cargos universitários, dentre os quais o de professor titular de filosofia da Universidade de Newchâtel; trabalhou na Universidade de Genebra, onde atuou como professor, diretor assistente e co-diretor do Instituto Jean-Jaques Rousseau. Ainda nessa instituição, torna-se diretor do Departamento Internacional da Educação e diretor do laboratório de Psicologia Experimental. Foi presidente da Sociedade Suíça de Psicologia, co-diretor da Revista Suíça de Psicologia, professor catedrático de psicologia e sociologia na Universidade de Lausanne e de psicologia da criança na Sorbonne. É sabido que seu desempenho profissional não se esgota nesses feitos. Piaget é dono de uma considerável produção de livros e artigos.

2.2.2 Aspectos Gerais da Teoria de Piaget

Piaget preocupou-se em elaborar uma teoria do conhecimento baseada na gênese da mente e na gênese do conhecimento, ou seja, sua teoria postula que há nascimento ou construção das estruturas da mente e do conhecimento do sujeito e que o conhecimento se dá a partir da interação deste com o objeto. Deste modo, a origem de cada conhecimento dá-se a partir da internalização do objeto e da conseqüente reconstrução do mesmo pelo sujeito, entendendo-se assim que o conhecimento nunca poderá ser considerado como algo acabado.

Segundo o teoria as estruturas não são inatas, mesmo as estruturas lógico-matemáticas, fundamentais para o pensamento adulto, elas são construídas gradativamente:

[...]. Não há estruturas inatas; toda estrutura pressupõe uma construção. Todas essas construções se originam das estruturas prévias (Piaget, 1972:50)

Jean Piaget manteve durante sua vida profissional uma postura teórico-metodológica. Sem perder o propósito de estudar a gênese do conhecimento humano, Piaget, elaborou, ao mesmo tempo, teoria e métodos próprios,

mantendo uma reciprocidade: o método clínico-experimental funciona ao mesmo tempo como instrumento de diagnóstico e de descoberta.

O trabalho sobre as teorias e experimentos de aprendizagem de Jean Piaget são bastante extensos. Fundamentalmente, apoia-se na convicção de que o ser humano em seu desenvolvimento sofre mudanças em suas estruturas cognitivas o que significa que tanto a natureza como a forma da natureza mudam profundamente ao longo da vida do sujeito. De acordo com sua concepção, o desenvolvimento cognitivo compreende quatro estágios ou períodos: o sensório-motor (do nascimento aos 2 anos); o pré-operacional (2 a 7 anos); o estágio das operações concretas (7 a 12 anos) e, por último, o estágio das operações formais, que corresponde ao período da adolescência (dos 12 em diante).

O processo de construção do conhecimento obedece a uma linha evolutiva que parte da ação consciente e conduz ao pensamento formal, ou seja, ao conhecimento lógico-matemático.

Segundo Norman Sprinthall, as diferenças nos estágios de conhecimento não são de graus, mas qualitativas, assim os estágios de desenvolvimento diferem bastante um do outro:

“[...] cada estágio consiste num sistema fechado que determina a forma como compreendemos e damos sentido às experiências (particularmente a experiência de aprender com alguém.” (Sprinthal,1990:100).

Os estágios do conhecimento podem estar ser entendido como etapas naturais que acontecem a todo ser humano, no decorrer de seu desenvolvimento em contingências de suas interações com seu meio e na busca de sua compreensão. Tais estágios representam a construção de esquemas mentais e de cognição necessários para que o sujeito alcance estágios de entendimento cada vez mais complexos daí sua natureza qualitativa.

Entende-se assim que a cognição é um processo único e constante entre o sujeito e o meio, a partir de interações bi-laterais (sujeito/objeto). Sendo o sujeito histórico e o objeto cultural, concluindo-se que o sujeito se diferenciara por si e por seu meio cultural.

Para melhor entendimento desses estádios na teoria de Piaget, intitulada Epistemologia Genética (1971), pode-se observar a evolução humana a partir do nascimento em quatro eixos: estruturalismo, genético (gênese), interacionismo e construtivismo.

O **eixo de estruturas** é um eixo de leitura do conhecimento e é definido como sendo um conjunto de elementos com suas relações ou conexões. Para Piaget (1976) a criança nasce com a estrutura reflexa e conforme desenvolve ou ainda, passa pelos estádios cognitivos, vai coordenando outras estruturas e a inteligência deve ser analisada em termo dessas estruturas e suas relações.

“[...] o que me parece essencial nos estádios (repito isto há anos), não são as idades cronológicas, mas as sucessões necessárias (é preciso passar por uma etapa para chegar a outra). Certas técnicas podem, por exemplo, antecipar a aquisição da noção de conservação, mas jamais a seqüência das aquisições”(Piaget, in Lima 1998:192).

Na afirmativa de Piaget fica clara a intenção da divisão do desenvolvimento humano através de etapas qualitativas dos aspectos biológicos da mente e da condição cognoscente do sujeito.

Kastrup ao dissertar sobre o desenvolvimento da inteligência enfatiza o postulado de Piaget, da necessidade da gênese de estruturas após estruturas, sendo as anteriores necessárias à gênese das posteriores, para que possa haver desenvolvimento da inteligência. Assim, a seqüência dos estágios estabelece as condições para a construção de novas estruturas anteriormente inexistentes:

“É pelo acréscimo de estruturas, ao mesmo tempo necessárias e inéditas, que o déficit intelectual da criança é superado”. Kastrup (1999:87)

A inteligência é abordada como algo dinâmico, decorrente da construção de estruturas de conhecimento que, à medida que vão sendo construídas, vão se alojando no cérebro. A inteligência é um ato intencional cuja ação é determinada por uma finalidade. Sendo assim, o objetivo orienta a ação que é intermediada pelos meios.

Francisco Fialho definiu a inteligência, como função da mente destinada a organizar ações pré-determinadas pelo sujeito, a partir da utilização de seus esquemas cognitivos, no ato de sua interação com o meio:

“ [...] Inteligência pode ser definida como sendo a habilidade que tem um organismos autopoietico para utilizar seus conhecimentos; informação armazenada de uma forma eficiente e orientada para um certo objetivo”. (Fialho, 1998: 33.)

O **eixo genético** ou gênese se caracteriza pela formação de várias estruturas que têm origem uma a partir de outras.

“Não há gênese sem estrutura nem estrutura sem gênese. As estruturas nascem uma das outras.”
(Piaget, 1971: 23)

Assim, Psicogênese é o estudo da origem da mente e do conhecimento, entendendo-se tratar-se da gênese da psique humana, das representações mentais, e da gênese de todo e qualquer conhecimento.

As estruturas de cognição têm sua origem da interação do sujeito com os objetos de conhecimento, inerentes a seu meio cultural. Desse modo, deduz-se que houve gênese da própria estrutura sujeito/objeto, assim como mente/pensamento, até formar todas as estruturas superiores.

Esse eixo trata então do nascimento de todas as funções superiores do sujeito, como inteligência, pensamento, linguagem, aprendizagem, etc. e do nascimento do conhecimento no homem, que é feito a partir de suas interações com seu mundo, através de internalização e reconstrução.

Com muita propriedade Lauro Oliveira Lima fala dessa ação recíproca entre sujeito/objeto, em Piaget :

“O sujeito é a fonte principal de seu próprio desenvolvimento. O que constitui progresso é sua própria atividade sobre o meio, ou suas próprias reações ativas à ação do meio”. (Lima, 1998: 236).

O **eixo interacionista** é uma relação com o meio. É agindo com o meio que o indivíduo se desenvolve. Sujeito e meio em mútua relação. É em função da necessidade criada pelo meio que se adquire as estruturas.

A interpretação para essa questão é dada por Piaget , e segundo ele deve-se definir o conceito de ser social, o que ele mesmo provê, situando-se em Durkheim e como os fatores sociais vão atuar para o desenvolvimento intelectual.

“[...] não se pode negar que , desde o nascimento, o desenvolvimento intelectual é, simultaneamente, obra da sociedade e do indivíduo” (Piaget 1997:242, in La Taille).

La Taille (1992:14) interpretando o pensamento de Piaget, destaca que o “ser social” de mais alto nível é aquele que consegue relacionar-se com seus semelhantes da forma *equilibrada*. Deste modo, as interações sociais somente poderão ser efetuadas, do ponto de vista da troca intelectual, por sujeitos que tenham atingido estágio de desenvolvimento na fase operatória, pois é nesse estágio que se verifica o grau máximo de socialização do pensamento.

A questão do equilíbrio de pensamento para Piaget resume-se em três principais pontos:

- Na definição de um sistema de signos e definições;
- Na obrigação do reconhecimento e conservação de validade da proposição;
- Na reciprocidade de pensamento dos interlocutores.

Além do aspecto das interações como troca intelectual, devem ser abordados os aspectos interativos que envolvem as formas de ação sobre os objetos, desde que através dessas ações o sujeito constrói conhecimentos e, partindo desses acontece a conseqüente tomada de consciência (abstração reflexiva), através de suas estruturas de auto-regulação as quais determinarão o surgimento de novas estruturas mentais em busca do equilíbrio.

Tais ações dão ao sujeito uma visão do seu mundo, natural e cultural, entretanto para que ele efetivamente interaja com o mundo material descoberto fazem-se necessárias às interações interindividuais.

Para Piaget tais interações somente se darão quando pressuponham a cooperação, ou seja, a troca de idéias, permeada pela ética, sem a qual não poderá haver a hipótese de desenvolvimento cognitivo.

Deste modo, na concepção piagetiana as interações interindividuais podem ser observadas através de dois vieses: da coerção e da cooperação. As

interações cooperativas pressupõem o controle das operações entre sujeitos, na qual ambos detêm o controle dos argumentos, em tal hipótese dar-se-á desenvolvimento das estruturas mentais, pois os mecanismos cognitivos interagem com novas dimensões das idéias ; nas interações coercitivas não há a troca de argumentos, pois um dos elementos atua na forma autoritária ou ascendente, impedindo uma participação racional do(s) outro(s) elemento(s) na interação, limitando-se a aceitar esse ponto de vista que se incorpora ao seu conhecimento sem que tenha havido qualquer desenvolvimento de suas estruturas mentais.

No **eixo construtivista**, *Piaget (1978)*, através de suas pesquisas, pode concluir que o “conhecimento se forma e evolui através de um processo de construção”. Essa construção tem uma base biológica, mas ocorre na medida em que se tem interação, trocas recíprocas de ação com o objeto do conhecimento, onde a ação intelectual sobre o objeto refere-se a retirar dele qualidades que a ação e a coordenação das ações do sujeito colocaram neles. A aprendizagem e o desenvolvimento do pensamento pressupõem uma relação entre o sujeito e o objeto de conhecimento.

Para que haja a reciprocidade de ação faz-se necessário um desequilíbrio nas estruturas do sujeito, o que podemos chamar de ação dialética, que pressupõe uma necessidade, um querer, uma motivação que impulsiona ao conhecimento . Segundo a teoria, esse novo conhecimento será assemelhado a outro já existente nas estruturas cognitivas do sujeito, o que Piaget chama de *assimilação* para explicar a internalização e a aprendizagem. Para que nova estrutura seja criada é necessário que esse novo conhecimento seja incorporado as estruturas como um novo conhecimento o que Piaget chama de *acomodação*.

Dessa maneira, a acomodação em Piaget pressupõe uma mudança do sujeito na construção de suas estruturas mentais e cognitivas, ou seja, a natureza executa o movimento dialético, pois a assimilação tende a submeter o objeto a uma organização já existente e a acomodação exige a mudança dessas estruturas a fim de adaptar o novo conhecimento, criando nova estrutura ou

esquema. Esses movimentos que culminam com a gênese de estruturas e conhecimentos objetivam sempre a adaptação do sujeito ao meio.

“Assim, acomodação é a criação de novos esquemas ou a modificação de velhos esquemas. Ambas as ações resultam de uma mudança na estrutura cognitiva (esquemas) ou no seu desenvolvimento.”
(Wadsworth: 6)

A assimilação e a acomodação podem ser entendidas como movimentos opostos, executados pelo organismo do sujeito frente a necessidade de compreensão de seu mundo e dos objetos culturais do seu contexto de vida, pois enquanto a assimilação busca a semelhança e com ela se contenta, a acomodação somente se satisfaz a partir da criação de um novo esquema. Todavia, tal ação supõe um equilíbrio que Piaget chama de *adaptação* porque através dela será permitida a harmonia com o meio. Entendendo-se que a adaptação seja o estado de equilíbrio entre a assimilação e acomodação.

[...] Na realidade, a adaptação é um todo global com os dois pólos indissociáveis: assimilação e acomodação.”(Piaget in Bringuier:63).

Pela ação da assimilação e da acomodação frente ao confronto sujeito/objeto a estrutura existente se desorganiza, fazendo-se necessária nova organização para que o processo acima descrito esteja completo. Essa organização é a capacidade da reorganização dos elementos pelo sujeito. Entendendo-se que o processo estará completo quando o sujeito adquire a capacidade de tomar consciência de seu próprio pensamento.

Nesse contexto, o eixo construtivista entende a capacidade do sujeito construir tanto seus esquemas ou estruturas mentais como cognitivas que se apoiam na interação sujeito/objeto através de três ações assimilação, acomodação e organização que são funções do organismo (adaptação ou

equilíbrio) que, na teoria construtivista, explica o fenômeno dessa Interação. Por outro lado, o desenvolvimento é um processo seqüencial que se desenvolve através de quatro estágios, para todos os indivíduos muito embora a cronologia possa ser variável de acordo com cada um.

2.2.3. A Visão de Piaget do Fazer e do Compreender

Os processos educacionais tradicionais se restringem a solicitar ao aluno a fazer atividades, as quais podem ou não ser realizadas com sucesso o que não significa, necessariamente, a compreensão do que foi feito. Piaget (1978) observa que há uma diferença entre o fazer com sucesso, e o compreender o que foi feito.

Desde que a teoria prioriza a construção de esquemas de conhecimento a aprendizagem, em qualquer etapa de desenvolvimento, é sempre construída, inclusive na escola, pois somente poderá haver aprendizagem mediante a compreensão dos conteúdos de conhecimentos propostos (objeto) e esse fenômeno só acontecerá quando o sujeito der a sua forma ao objeto de conhecimento pela interação. Entendendo-se, portanto que se não houver uma invenção reflexiva do sujeito não pode haver aprendizagem e muito menos cognição.

Sobre as abstrações empíricas e as reflexionantes, inerentes as estruturas psicológicas elementares e superiores, respectivamente, indispensáveis aos processos de desenvolvimento e aprendizagem Piaget postula que as duas existem em todos os níveis de desenvolvimento :

Nos patamares sensório-motores, a abstração empírica tira sua informação dos objetos e das características materiais ou observáveis das ações, ao passo que a abstração reflexionante a obtém das coordenações dos esquemas". (Piaget, 1995:286).

Deduz-se que as abstrações tanto empíricas quanto reflexivas vão surgindo pela necessidade de interação com o meio do sujeito e que, as abstrações empíricas por sua natureza reportam à matéria, portanto dependendo de esquemas assimiladores, em todos os níveis, são muito mais numerosas no início, passando depois a depender, em parte, das abstrações reflexionantes, quando a formulação de esquemas assimiladores emergem dessa abstração. Por sua vez a abstração reflexiva, reporta-se a forma e inicia-se apoiada nas abstrações empíricas, necessitando de suas assimilações, até construir funções e operações quando passa a apoiar-se em abstrações pseudo-empíricas, chegando à formação do pensamento reflexivo que supõe reflexões sobre as reflexões, tornando possível a constituição de sistemas lógico-matemáticos.

Para Piaget, em cada estágio de desenvolvimento o sujeito desenvolve esquemas de conhecimento que lhe permitem desenvolver capacidades de fazer e compreender, estando assim sua inteligência em constante desenvolvimento.

Faz-se necessário lembrar que Piaget (1970:119 in: Furth) diferencia inteligência e aprendizagem, os quais para ele constituem fatores diferentes. Assim, ele reconhece a inteligência como instrumento geral de cognição que tem a propriedade de fornecer formas dentro das quais pode se processar qualquer cognição particular, estando então incumbida dos conceitos gerais como os de, objeto, classe, relação, raciocínio lógico, etc. Quanto a aprendizagem é a propriedade da mente, inerente aos conhecimentos particulares e a informação nova que tem como resultado conceitos de todas as coisas de nosso conhecimento.

O que nos leva ao entendimento de que a aprendizagem demanda da ação da inteligência sendo ambas inerentes ao desenvolvimento intelectual do sujeito. As formas como a aprendizagem se dá, na concepção piagetiana, supõe a motivação intrínseca, pois todo movimento emana da forma que o sujeito o concebe.

Os objetos e as atividades devem ser estimulantes para que o aluno possa estar envolvido com o que faz. Devem ser ricos em oportunidades, para permitir ao aluno explorá-las e possibilitar aberturas para o professor desafiar o aluno, aumentando a qualidade de interação com o que está sendo feito; de modo a permitir as transformações dos esquemas mentais, como os observados por Piaget.

Desse modo, a concepção construtivista, exige mudança na postura pedagógica, na interação professor/aluno/objeto de conhecimento e na utilização de recursos didáticos. O que nos leva a postular que algumas atividades tradicionais poderão ser utilizadas sob o enfoque construtivista, desde que o professor tenha condição de fazer opções em sua prática criando situações condizentes com nossa contemporaneidade.

A base de trabalho do profissional da educação deve supor a crítica, mediante sólida bagagem especializada a fim de que possa compor um ambiente realmente estimulador e adequado ao desenvolvimento do educando. A simples condenação das atividades tradicionais sem que para isso tenha havido uma análise criteriosa dos resultados que podem ser obtidos através das mesmas pode levar, do mesmo modo, a inclusão de novas práticas inadequadas pela falta de critério seletivo, por atender a um modismo ou recomendações não abalizadas. Assim, o atributo primordial do professor é o senso crítico permeado pela responsabilidade profissional.

A respeito da aprendizagem compreensiva e da atuação do professor nessa aprendizagem, Goulart (1998:34) enfatiza a necessidade do conhecimento do processo de cognição do aluno, quanto ao nível de desenvolvimento para que o ensino possa ser planejado.

2.2.4 Construtivismo Cognitivo

A partir das conclusões de Piaget (1978) os educadores podem encontrar explicações para o processo de aprendizagem. O construtivismo cognitivo é uma

linha pedagógica difundida entre os professores que defendem a “Escola Ativa” em detrimento da “Escola Tradicional”.

O construtivismo é uma teoria que afirma que o desenvolvimento intelectual é determinado pela relação do sujeito com o meio. A teoria se baseia em que o ser humano não nasce inteligente, mas também não é totalmente dependente da força do meio. Pelo contrário, interage com o meio ambiente respondendo a estímulos externos, analisando, organizando e construindo conhecimento. A teoria apregoa que a partir do erro é possível construir o conhecimento através de um processo contínuo de fazer e refazer.

O construtivismo cognitivo é baseado em três princípios que auxiliam o professor frente ao aluno.

São eles:

- Respeito à produção do aluno: o papel mais importante do professor é criar um ambiente no qual a criança possa realizar experiências de construção em sala de aula. O aprendizado surge através do desenvolvimento de processos mentais necessários à construção deste conhecimento, os quais devem ter sentido no contexto onde a criança está inserida;
- Espaço para o aluno testar suas hipóteses: o aprendizado é um processo ativo, onde a existência natural de erros e a busca por soluções são elementos fundamentais;
- Trabalho em grupo para facilitar o aprendizado: a aprendizagem é um processo social e deve se dar através da criação de grupos colaborativos, organizados de forma mais espontânea possível.

2.3 Lev Semenovitch Vygotsky

2.3.1 Alguns Dados Históricos

Segundo Rego, 1995:15,25) **Lev Semenovitch Vygotsky** nascido em Orsha, na Bielo-Rússia , em 17 de novembro de 1896, e falecido em 11 de junho de 1934. Gradua-se na Universidade de Moscou, em Direito e Literatura. Ao mesmo tempo em que fazia esses estudos, cursava na Universidade Popular de Shanyavskii os cursos de História e Filosofia sem que tenha recebido títulos acadêmicos por essas atividades. Mas tarde, Vygotsky por seu interesse em compreender o desenvolvimento psicológico do ser humano, em particular as anomalias físicas e mentais fez cursos de Medicina em Moscou e depois em Kharkov, marcando seus estudos acadêmicos pela interdisciplinaridade. Como poliglota tem acesso ao desenvolvimento científico no mundo, através de leituras de teses e postulados acadêmicos.

De 1917 a 1923, Vygotsky leciona literatura e psicologia. Durante esse período, funda a revista literária Verask e publica sua primeira pesquisa em literatura, mais tarde reeditada com o título de “A Psicologia da Arte”. Também cria um laboratório de psicologia no Instituto de Treinamento de Professores e dirige a seção de teatro do Departamento de Educação de Gomel .

Em 1924, Vygotsky muda-se para Moscou, depois de receber um convite para trabalhar no Instituto de Psicologia de Moscou, após apresentar-se brilhantemente no II Congresso de Psicologia de Leningrado (na época, considerado um dos principais, encontros de cientistas ligados à psicologia). Criou e fundou o Instituto de Estudos das Deficiências e dirigiu um Departamento de Educação voltado para deficientes físicos e mentais.

Entre o período de 1924 e 1934, Vygotsky, ministra cursos na Academia Krupskaya de Educação Comunista, na Segunda Universidade Estadual de Moscou e no Instituto Pedagógico Herten. Simultaneamente, faz o curso de

medicina no Instituto Médico. Um pouco antes de sua morte, é convidado para dirigir o departamento de psicologia no Instituto Soviético de Medicina Experimental.

Até o ano de sua morte Vygotsky demonstrou ritmo de produção intelectual excepcional. Nesses anos não abandonando suas pesquisas, lecionou, leu, escreveu e desenvolveu importantes investigações, além de liderar um grupo de jovens cientistas que pesquisavam temas de psicologia e das anormalidades físicas e mentais.

2.3.2 Aspectos Gerais da Teoria de Vygotsky.

Vygotsky fundamenta sua teoria do conhecimento nos aspectos estruturais do materialismo histórico de Marx. Sua psicologia sócio-histórica tem como aspectos mais difundidos os fatores biológicos e sociais do desenvolvimento psicológico.

Pode-se entender o ponto de partida das pesquisas realizadas por Vygotsky e seus colaboradores, através das palavras de Luria (1990; 23), quando explica que a psicologia soviética, daquele contexto, rejeitou o conceito de que a consciência, enquanto existência consciente, representa uma propriedade da vida mental, presente em qualquer estado da vida mental e independente do desenvolvimento histórico.

“ [...] Alinhando-se com o pensamento de Marx e Lenin, a psicologia soviética sustenta que a consciência é a forma mais elevada de reflexo da realidade. Ela não é dada a priori, nem é imutável e passiva, mas sim formada pela atividade e usada pelos homens para orientá-los no ambiente, não apenas adaptando-se a certas condições, mas também reestruturando-se .”
Luria (1990: 23).

Deste modo, percebe-se que a ação do homem, em determinado ambiente determina a condição de seu processo mental e a mudança desse ambiente. Entendendo-se então que a vida mental humana é decorrente de sua ação na prática social e, como essa prática é constantemente modificada por conta dos avanços científicos e tecnológicos (ação do próprio homem), seu processo mental é reestruturado constantemente, no decorrer de sua existência.

Baseado nesse paradigma seu objeto de estudo prende-se a passagem das funções psicológicas elementares (reflexo, motricidade, percepção, afeto) no que concerne aos aspectos históricos quantitativos e qualitativos para as funções psicológicas superiores (memória, pensamento, atenção, linguagem, etc), através do processo de internalização.

O postulado de Vygotsky, quanto a formação de conceitos questionar as relações entre linguagem e pensamento, a mediação cultural na construção de significados, a internalização de conceitos e a questão da formalização dos conhecimentos, desde que reconhece o sujeito em suas relações sociais, como mentor de sua subjetividade.

Assim, o homem constitui-se em sua relação com o outro e a cultura tornando-se parte dessa natureza, num processo histórico como o elemento que o molda psicologicamente.

Cada indivíduo é produto de relações vivenciadas e também da história dessas relações (todo o passado). Sua realidade baseia-se nos moldes econômico-social e sua própria história que determinam a consciência de todo o ser humano, transformando o sujeito e seu pensamento no produto das relações da realidade material.

Vigotsky em sua formação sofre a influência de sociólogos franceses e é nessas idéias que se baseia para fundamentar sua teoria a respeito das origens sociais da linguagem e do pensamento, a este respeito Cole escreve:

“Ao enfatizar as origens sociais da linguagem e do pensamento, Vigotsky seguia a linha dos influentes sociólogos franceses, mas, até onde sabemos, ele foi o primeiro psicólogo moderno a sugerir os mecanismos pelos quais a cultura torna-se parte da natureza de cada pessoa”. (Cole, 1998:8)

Tendo como convicção a historicidade do homem, Vigotsky elaborou sua concepção sobre o funcionamento do cérebro, fundamentando-a na certeza de que as funções psicológicas superiores humanas são construídas ao longo da história do sujeito em sua relação com o mundo, mediada pelos traços culturais, mais precisamente instrumentos e símbolos que lhe permite criar ações próprias, diferenciando-o de outros animais.

Assim, concebe o cérebro como um sistema aberto que é moldado ao longo da história, portanto sujeito a novas criações sem que se modifique, necessariamente, a morfologia.

Sobre essa possibilidade sigamos o raciocínio de Ratner a respeito das peculiaridade biológicas humanas para entendermos a teoria de Vigotsky:

“Essa autoconstrução é possível graças a dois traços peculiares da biologia humana. Em primeiro lugar, o número de atividades humanas sob controle biológico é bastante reduzido em comparação com animais. Por exemplo, enquanto os animais possuem um temor inato por certas coisas, o medo não é inato nos homens. Ele é aprendido pela experiência. Em segundo lugar as poucas funções psicológicas endógenas humanas que existem possuem um caráter antes geral do que específico. O específico é proporcionado pela experiência e não pela natureza.” (Ratner, 1995:14).

Pode-se assim observar que as estruturas biológicas no início da vida do sujeito diferem ao longo de suas internalizações. Desse modo, se a mente e o conhecimento são de origem social pode-se concluir que o sujeito tem a mesma origem, ou seja sua origem é o social, entretanto está longe de ser uma cópia desse meio externo, pois ao mesmo tempo que ele é produto histórico ele é o autor e sujeito, entendendo-se que a cada internalização cabe uma criação da realidade de seu meio:

“ Na verdade é o homem que se autoproduz ao produzir a realidade na qual vive.” (Wachowicz, 1989:36).

Finalmente, a respeito dos aspectos biológicos, pode-se concluir também que nos mecanismos de desenvolvimento, na teoria vigotskyana, são os processos psicológicos elementares (estruturas orgânicas) que dão origem às funções psicológicas superiores.

Conforme **Vygotsky (1998)**, as diferenças quanto à capacidade de desenvolvimento do potencial das crianças deve-se, em grande parte, às diferenças qualitativas, no ambiente social em que vivem. Há de se considerar as características históricas e sociais de cada momento, as condições e oportunidades oferecidas a elas, pois, dependendo dos instrumentos de pensamento disponíveis a cada criança, suas mentes formam, por conseqüência, estruturas diferentes.

Conclui-se então que a capacidade de desenvolvimento psicológico do sujeito está diretamente ligada aos estímulos que seu meio social oferece, tornando-se este responsável pela formação das estruturas psicológicas do sujeito, tendo entretanto tanto as raízes sociais como as estruturas mentais raízes históricas bem definidas. Nesse sentido vejamos o que Edvard E. Berg falam:

“Assim como os instrumentos de trabalho mudam historicamente, os instrumentos do pensamento também se transformam historicamente. E assim como novos instrumentos de trabalho dão origem a novas estruturas mentais [...] (Berg in: Vygotsky, 1998: 177)

Vygotsky enfatiza o papel da comunidade na construção do conhecimento. Os elementos básicos da teoria construtivista de Vygotsky são: a comunidade onde o sujeito está inserido, a natureza das ferramentas cognitivas com as quais interage, as habilidades necessárias à solução de problemas com os quais se depara.

2.3.3 Intencionismo Sócio-Histórico de VYGOTSKY

Vivendo em uma fase singular da então recente União Soviética, onde o plano material era muito focado para explicar o ser humano, Vygotsky se atreveu a penetrar no estudo da mente, buscando estabelecer relações importantes entre o estudo das atividades mentais e os paradigmas do Marxismo. Neste sentido, Vygotsky propôs articular o estudo do funcionamento cognitivo, aspecto interno e mental, aos processos da interação social, aspecto externo e verificável, considerando ser possível estudar os mistérios internos da mente a partir das relações sociais. Partindo do pressuposto de que a mente de uma pessoa é o resultado da inserção do sujeito em sua cultura, Vygotsky propõe estudar o desenvolvimento da estrutura cognitiva interna, estudando o homem em ação no mundo, principalmente, o homem em interação com os outros homens, dentro de sua cultura.

Nesse sentido entende-se que há uma evolução no processo de desenvolvimento mental do sujeito que inicia-se no nível social, para depois desenvolver-se no nível mental individual, ou seja primeiramente a nível interpsicológico (entre pessoas) e posteriormente intrapsicológico, no interior do

sujeito. Para Vygotsky essa hipótese se aplica para várias funções da mente, como atenção voluntária, memória lógica e para a formação de conceitos.

A este respeito não podemos deixar de citar o próprio Vygotsky:

Todas as funções superiores originam-se das relações reais entre indivíduos humanos”.(Vygotsky, 1991:64)

Tendo em vista a importância da ação no mundo, a partir da mediação da cultura, Vygotsky estabelece a ação como a unidade de análise dos seus estudos. A ação social no mundo, segundo ele.

As idéias de Vygotsky vão muito além da vivência de seu contexto. Diferenciando-se da Psicologia Soviética da época, ele sustenta que a ação, enquanto unidade de análise não é suficiente. É necessário incorporar a consciência e os processos simbólicos, como forma de tratar a ação de uma forma global, molar, e não de uma forma mecanicista. Segundo ele, toda ação somente tem um sentido se for uma ação que leve ao indivíduo uma tomada de consciência sobre sua realidade, através do recurso da linguagem, do plano simbólico cultural, sustentando uma explicação para o desenvolvimento cognitivo a partir da ação mediada (Vygotsky, 1991)

2.3.4 Ação Mediada de Vygotsky.

Para Vygotsky , a cultura tem a função de mediar, ou seja, “fornecer ao ser humano seu contorno de Humano” a partir de mediadores físicos e simbólicos.

Tais mediadores, como fala, escrita, conhecimento, valores e crenças de cada grupo, tecnologia, etc. são mutáveis e surgem através da relação criadora do homem com o mundo numa contínua transformação deste e de si mesmo.

Assim, os mediadores em Vygotsky estão para os objetos em Piaget, porém com sentido muito mais amplos que estes.

Apesar da divisão dos Instrumentos Culturais em Ferramentais (físicos) e Meios Simbólicos (signos), podemos perceber que as Ferramentas implicam na presença de Meios Simbólicos, ou seja para que determinada ação possa acontecer é necessária a mediação simbólica.

Neste sentido, toda Ferramenta elaborada pelo homem implica também a construção de um Meio Simbólico para que as pessoas venham a compreendê-la e usá-la.

Oliveira a respeito da mediação em Vigotsky comenta:

“ Mediação é o processo de intervenção de um elemento intermediário numa relação; a relação deixa então de ser direta e passa a ser mediada por esse elemento.” (Oliveira, 1993:34).

Assim, na teoria vigotskyana, a interação do sujeito com o mundo se dá de duas maneiras:

-na relação direta que é entendida como a relação do sujeito com o objeto real que fornece a esse a experiência física e, portanto o conhecimento físico;

-na relação mediada que é o reconhecimento desse objeto através de seus significantes simbólicos (signos/palavras).

Pode-se concluir que a mediação intervém entre o sujeito e o objeto de conhecimento a fim de dar significado a este, de acordo com cada cultura, entendendo-se que essa conexão (sujeito/objeto) pode ser feita através de mediações diversas, inclusive quando ele próprio cria determinada modificação em seu comportamento essa modificação influencia seu comportamento futuro, evidenciando sua historicidade.

O interesse de Vygotsky (1987) concentra-se na modificação que os Instrumentos causam no processo interno do indivíduo e é nisto que reside seu interesse maior nos Meios Simbólicos. A linguagem, principalmente em nível discursivo, tem o valor fundamental de articular a relação do sujeito com o mundo, tendo, por isso mesmo, a função de regular as atividades mentais superiores. Assim, se a ação é ponto de partida para a inteligência, a linguagem é o ponto de partida para o controle metacognitivo dos mecanismos inteligentes, propiciando ao ser humano o aprender a aprender. Dizendo de outra forma, se a ação mobiliza o aprender, a linguagem mobiliza o aprender a aprender.

Para concretizar suas pesquisas sobre a linguagem, Vigotsky (1998:52) fez estudos sobre a memória chegando à conclusão que há dois tipos diferentes de memória:

- a *memória natural* que domina no comportamento de povos iletrados e que se caracteriza pela influência direta dos estímulos externos sobre os seres humanos.

- a *memória elaborada* a partir dos estímulos artificiais (signos), autogerada. Essa incorporação, característica dos seres humanos, tem o significado de uma forma inteiramente nova de comportamento.

Verifica-se que a memória elaborada ultrapassa sua concepção biológica a autogerando o recurso de estímulos artificiais (signos) autogerados que conceitualizam um contexto de vida.

Conclui assim, que mesmo as figuras simples acima relatadas, têm a capacidade de modificar a estrutura psicológica do processo de memória e que apesar do meio social os povos primitivos evoluíram para uma organização mental nova que lhes permitiu a elaboração de estímulos artificiais, autogerados (signos) que lhes conferiu modificações em seu comportamento.

Devemos lembrar que as funções elementares, ou estruturas psicológicas elementares são decorrentes da estimulação ambiental e as funções superiores, ou estruturas psicológicas superiores são decorrentes de criações do sujeito, utilizando-se assim de estímulos artificiais para determinar um comportamento.

Ao negar a idéia das funções mentais fixas, Vigotsky trabalhou com o cérebro como um sistema aberto concebendo-o como um sistema funcional no qual as funções mentais não podem ser localizadas no cérebro em pontos específicos ou em grupos isolados de células, porque tais funções são organizadas a partir da ação de diversos elementos que trabalham articuladamente, cada um com seu desempenho próprio que podem utilizar componentes diferentes, dependendo da situação, constituindo, portanto um sistema bastante complexo.

A idéia de mediação através da qual o homem substitui o real pelo simbólico, permitindo-lhe relacionar mentalmente objetos concretos é o que faz dele um ser de projetos libertando-o dos limites de seu mundo. Tal capacidade concede-lhe formas de pensamento capazes, somente, através desse processo de representação mental que consiste nos processos psicológicos superiores, inerentes somente ao ser humano.

Entendendo-se que se os sistemas psicológicos superiores não têm origem genética, prendendo-se sua gênese ao desenvolvimento a partir dos sistemas elementares, e somente podendo ser criados a partir da ação do homem sobre os objetos concretos, inerentes a sua cultura. Conclui-se que sua origem demanda do social, sendo pois construídas do exterior para o interior do sujeito, propiciando a construção das funções superiores. Sendo, portanto o processo de internalização das formas culturais existentes no contexto de vida do sujeito reconstruídas interiormente em atividades intrapsicológicas.

2.3.5 A Formação de Conceitos em Vigotsky

Para Vigotsky a linguagem humana é o sistema simbólico fundamental entre sujeito e objeto social de conhecimento, pois executa tanto a função de mediadora nas relações sociais quanto simplifica e generaliza a experiência, desde que conceitualiza as experiências de determinada cultura que compartilha o significado atribuído.

A classificação dos objetos, através dos conceitos a eles atribuídos por determinada cultura e expressos em sua linguagem, favorece os processos de abstração e generalização, pois a partir das características peculiares a eles inerentes, por exemplo, generalizando a categoria pássaros tem características comuns, independente das diversas espécies existentes. Assim, quando alguém se refere a pássaros expressa o conceito generalizado cujo significado é comum àquela cultura.

São os conceitos culturais, nessa teoria mediadores, que agem entre o mundo social e o sujeito permitindo-lhe o conhecimento de seu mundo e a conseqüente representação do real que passa a constituir seu universo de significados. Sendo, portanto a linguagem fundamental neste processo.

Tendo a linguagem papel preponderante no processo de conhecimento é forçoso perceber que sua função nesse processo, somente se concretizará a partir de uma situação de diálogo entre sujeito/sociedade ou cultura. Nesse sentido assim se expressa Jürgen Habermas:

“ O sujeito demarca-se diante do meio que ele objetiviza enquanto observador; e a linguagem, na emissão do observador, na fala exerce a função de refletir algo, de expor. O sujeito ao expressar uma intenção, demarca-se e desenreda-se diante da própria subjetividade; e a linguagem passa a exercer uma função de autoexposição, ou seja, de expressão. Finalmente, devido ao fato de, no ato de fala, a emissão dirigir-se necessariamente a um ouvinte, a

linguagem passa a demarcar um campo de relações interpessoais, começando a exercer uma função participativa.”(Habermas,1990:327)

Em Vigotsky, o diálogo se apresenta como fonte geradora de conhecimentos. Por tanto, se os objetos de conhecimento fazem parte de uma invenção do ser humano, codificada em signos e símbolos, seu principal signo será o que expor tal invenção, ou seja, a linguagem em suas diferentes representações. Deste modo, a linguagem é a principal mediadora entre o homem e os objetos de conhecimento de sua cultura.

Assim, o conhecimento é socializado e somente o diálogo, com a sociedade ou a cultura permitirá o acesso ao mesmo, concluindo-se que o conhecimento feito através da dialogicidade, processa-se a partir de atividades externas que se internalizam, transformando-se em atividades internas, intrapsicológicas , sendo pois as funções psicológicas superiores construídas a partir das interações do sujeito com o meio.

O pensamento verbal não é inato e nem ensinado pela sociedade ele origina-se a partir de transformações de natureza histórica, através de estágios que se sucedem e se interdependem, fazendo parte de um processo de desenvolvimento. Vejamos essa idéia na linguagem de Vigotsky:

“Observamos que as operações com signos aparecem como o resultado de um processo prolongado e complexo, sujeito a todas as leis básicas da evolução psicológica. *Isso significa que a atividade de utilização de signos nas crianças não é inventada e tampouco ensinada pelos adultos; ao invés disso ela surge de algo que originalmente não é uma operação com signos, tornando-se uma operação desse tipo somente após uma série de transformações qualitativas. Cada uma dessas transformações cria as condições para o*

próximo estágio e é, em si mesma, condicionada pelo estágio precedente; dessa forma as transformações estão ligadas como estágios de um mesmo processo e são, quanto a sua natureza, históricas.” (Vigotsky, 1998: 60).

Nesta teoria, o desenvolvimento da linguagem e do pensamento acontece como atividades separadas, independentes que progressivamente se aproximam, constituindo a linguagem racional e o pensamento verbal (sete anos). A linguagem tem duas funções :

- de *comunicação* ;
- de *organização do pensamento* .

Segundo Rappaport (1984:95) para Vigotsky, evolutivamente o sujeito, relativamente à produção de conceitos, passa por três fases que incluem vários estágios cada uma:

- primeira fase – a capacidade operatória da criança reduz-se a conjuntos instáveis que não supõem qualquer princípio, no que se refere à inclusão ou exclusão de unidades exemplares .
- segunda fase – na altura dos sete anos a capacidade operatória da criança, amplia-se às formas concretas e factuais peculiares a esta fase.
- terceira fase – na adolescência, observar-se o surgimento de formas conceituais altamente lógicas e abstratas que propiciarão a formação dos conceitos.

Na primeira fase os agrupamentos não se relacionam com as propriedades dos objetos, eles são feitos através de ligações com estes. *Na segunda* fase aparecem agrupamentos concretos de objetos através de nexos factuais. Essas ligações factuais podem determinar a inclusão de um elemento em um complexo (grupo de determinados objetos aos quais ela faz a ligação entre si). *Na terceira* fase o sujeito organiza e agrupa objetos, tomando por referência um único elemento característico do mesmo, abstraído do conjunto de suas experiências concretas, sendo capaz de abstrair conceitos.

A diferença entre um complexo e um conceito é-nos fornecida por Vigotsky :

“Enquanto um conceito agrupa os objetos de acordo com um atributo, as ligações que unem os elementos de um complexo ao todo, e entre si, podem ser tão diversas quanto os contatos e as relações que de fato existem entre os elementos.”(Vigotsky, 1989,p.53 in Oliveira, 1992: 29)

Deste modo, internalidade por constituir o processo de subjetividade e a construção do significado são aspectos relevantes do funcionamento psicológico em Vigotsky, pois na aquisição da linguagem, inicialmente, a criança utiliza a fala socializada com intuito de comunicação social, todavia, ao internalizar essa linguagem esta passa a servir para um diálogo do sujeito consigo mesmo, que a utiliza como instrumento de pensamento que o ajuda em suas operações psicológicas.

O discurso interior é o diálogo do sujeito consigo mesmo ele é diferente da fala exterior, pois sua estrutura é diferente. Não tem sentido para um interlocutor externo ao subjetivismo do sujeito, pois não se destina ao entendimento social. É pessoal e inteligível somente para a subjetividade do próprio sujeito. Ele está ligado a processos inerentes às estruturas psicológicas

superiores, predominando o sentido que o sujeito atribui ao significado das palavras. Tem função de apoio aos processos psicológicos mais complexos .

Observemos como Kohl expressa seu pensamento sobre a questão:

“[...] Predomina, no discurso interior, o sentido sobre o significado das palavras: no plano intrapsicológico o indivíduo lida com a dimensão do significado que relaciona as palavras às vivências afetivas e contextuais muito mais que ao seu aspecto objetivo e compartilhado. Os sentidos de diferentes palavras fruem um dentro do outro e cada palavras está tão saturada de sentido que seriam necessárias muitas palavras para explicá-la na fala exterior (Vigotsky, in Oliveira,1992: 82).

Deduz-se assim, que a internalização é um processo que proporciona a linguagem interior que interage e se confunde com o pensamento do sujeito, tem função organizadora deste e acontece contínua e ininterruptamente no decorrer de sua vida. É bom observar que esse “diálogo interior” é o que Piaget designa como “fala egocêntrica” da criança, mas que em sua teoria desaparece no estágio das operações concretas.

Para Vigotsky o aprendizado da linguagem escrita representa um outro aspecto muito significativo no desenvolvimento do sujeito que de forma alguma pode ser encarado como uma simples habilidade motora, pois sua natureza é bastante complexa, por consistir uma representação da realidade muito sofisticada. Ele considera as diversas atividades simbólicas, utilizadas pela criança ao longo de seu desenvolvimento (gestos, desenho, brinquedo), como sendo atividades que contribuem para o desenvolvimento da representação simbólica que culmina com a aquisição da linguagem escrita.

2.3.6 Área de Desenvolvimento Real e Proximal

Vygotsky (1992) elaborou o conceito de zona de desenvolvimento real (ZPR) e zona de desenvolvimento proximal, (ZPD) . A zona de desenvolvimento real consiste na estrutura cognitiva já estabelecida e marca a fase ou estágio de desenvolvimento real do sujeito. A zona de desenvolvimento proximal consiste de todos os padrões mentais em potencial, ou seja, aqueles que serão construídos a partir de elementos culturais. Deste modo, toda zona de desenvolvimento real foi, uma zona de desenvolvimento proximal, amadurecida a partir de estruturas psicológicas e em interações humanas.

Vygotsky, assim se expressa para explicar sua idéia de ZDP:

“é 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 orientação de adulto ou em colaboração com os companheiros mais capazes.”
(Vigotsk, 1998:112)

Assim, nessa teoria, o desenvolvimento cognitivo depende do amadurecimento da zona de desenvolvimento e se processa através de fases constituídas por diversos estágios, e na medida em que uma função torna-se madura, novas zonas proximais podem ser estabelecidas e assim por diante. O fator social impulsiona o desenvolvimento da zona de desenvolvimento proximal, marcando sua importância central para o desenvolvimento da estrutura cognitiva.

Nessa concepção o desenvolvimento apresenta-se como um movimento flexível entre a estrutura já madura e a estrutura virtual, passível de vir a ser. Vygotsky (1991) considera a estrutura cognitiva, em nível biológico, não somente bastante flexível aos fatores culturais, mas como dependente destes, num sentido amplamente dialético.

Através da observação das zonas de desenvolvimento real e proximal é possível entender os ciclos de maturação já completados e os processos que, já formados, caminham para o ciclo de maturação, permitindo uma visão futura do estado de desenvolvimento do sujeito. Esta constatação pode ser feita através da observação da ação do sujeito sobre determinada tarefa e o grau de independência para executá-la. Sendo o desempenho satisfatório significa que suas funções para aquela atividade já amadureceram e os problemas que o sujeito não pode desenvolver sem ajuda, significa que as funções para resolução destes problemas ainda não amadureceram, mas se encontram em processo de maturação.

O conceito de zona proximal é muito importante para a orientação da aprendizagem intelectual do sujeito.

2.3.7 Aprendizagem Escolar em Vigotsky

Evidentemente, em se falando de aprendizagem construtivista o desenvolvimento mental do sujeito deve ser levado em consideração, em qualquer tipo de aprendizado intelectual.

Para Vigotsky aprendizado e desenvolvimento são dois processos inter-relacionados, pois a criança em seu processo de maturação está em constante estado de aprendizagem (espontânea), podendo-se destacar que a aprendizagem escolar difere totalmente desse aprendizado, por sua finalidade objetivar o conhecimento elaborado, ou científico.

Pode-se assim, afirmar que a aprendizagem espontânea difere da aprendizagem escolar, porém mesmo assim elas se relacionam intimamente, pois aquela fornece subsídios para que os conceitos escolares, ou científicos sejam processados e, em contrapartida esta fundamenta estruturas ascendentes

propiciando que aprendizagens espontâneas sejam processadas em níveis mais complexos.

Desse modo, Vigotsky postula que “ diferentes culturas produzem modos diversos de funcionamento psicológico (...) As diferenças qualitativas no modo de pensamentos de indivíduos provenientes de diferentes grupos culturais estariam baseadas, assim, no instrumental psicológico advindo do próprio modo de organização das atividades de cada grupo. “ (Vigotsky, 1992, in Oliveira: 33).

Através desse postulado, entende-se que a aprendizagem, quer espontânea, quer escolar é construída. No caso da aprendizagem escolar ela depende da interação entre aluno e matéria e é feita na situação de dialogicidade, priorizando-se toda ação que evidencie as estruturas sensoriais do sujeito, afim de que se propicie a representação mental do objeto de conhecimento.

Marilena Chauí , ao falar sobre o diálogo e as práticas do aluno com o pensamento, coloca-se dentro do pensamento construtivista e assim se expressa :

“O diálogo do aluno é com o pensamento, com a cultura corporificada nas obras e práticas sociais transmitidas pela linguagem e pelos gestos do professor, simples mediador.” (Chauí, 1994:39).

Para Vigotsky a procura de significado remete o sujeito a metacognição, ou seja a “ experiência de experiência “ onde o diálogo se remete ao interior do sujeito em infindáveis conexões psicológicas inerentes somente a seu interior, originando o controle das funções necessárias para o aprendizado e conseqüente desenvolvimento da consciência.

Conclui-se que o projeto principal do trabalho de Vigotsky consistiu na tentativa de estudar os processos de transformação do desenvolvimento humano na sua dimensão filogenética, histórico-social e ontogênica, dos mecanismos psicológicos mais elevados típicos da espécie humana e na aplicação do método

dialético para identificar as mudanças qualitativas do comportamento humano e sua relação com o contexto social (aprendizagem e desenvolvimento infantil). Postulando a linguagem, como principal mediadora simbólica do processo de desenvolvimento e interação social.

2.4 Carl Ransom Rogers

2.4.1 Alguns Dados Bibliográficos

Segundo Fadiman e Frager, (1979: 22, 23) Carl Ransom Rogers nascido em 08 de janeiro de 1902, na cidade de Oak Park, Illinois, teve uma formação rigorosamente fundamentalista até sua juventude. Iniciou seus estudos universitários em Teologia no Union Theological Seminary, mas terminou seu trabalho em Psicologia no Teachers College, na Universidade de Colúmbia . Seu primeiro trabalho como terapeuta foi em Rochester, Nova Yorque num centro de orientação infantil, sem estar ligado a nenhuma universidade. Durante os doze anos de trabalho em Rochester a compreensão de Rogers sobre o processo de psicoterapia progrediu de uma abordagem formal e diretiva para o que ele iria denominar, mais tarde, de terapia centrada no cliente.

Em suas atividades docentes, na Universidade de Wisconsin, em Madison, começa a aplicar à Educação princípios da Psicologia Clínica. Foi professor e escritor talentoso. Sua aproximação com a área de educação cresce a partir da orientação em encontros profissionais. Ele se vê como um facilitador – alguém que cria o ambiente para o compromisso. A facilidade com que manipula suas habilidades como professor, favorece as transmissões de informações. Em 1963 deixou o ensino universitário e foi para o Instituto Ocidental da Ciência do Comportamento, em La Jolla, Califórnia. Alguns anos depois ajudou a estabelecer o Centro de Estudos da Pessoa, mais tarde lecionou por pouco tempo na Universidade de San Diego, tendo abandonado o cargo por desentendimentos

com a direção a cerca de direitos dos estudantes, permanecendo somente no Centro de Estudos da Pessoa.

Assim, seu principal trabalho, no decorrer de sua vida profissional, foi como terapeuta onde, inclusive, desenvolveu suas pesquisas e conclusões sobre a personalidade que culminou com a concepção de sua teoria.

2.4.2 Principais Conceitos em Rogers

Rogers firmou-se através de seu trabalho clínico-terapêutico, o qual foi bastante influenciado por sua linha de pensamento existencial e fenomenológica.

Para Rogers, toda a ação que pretenda atingir um sujeito deve ter sua orientação centrada no próprio sujeito. Deste modo, a ação baseia-se fundamentalmente nas possibilidades intrínseca ao sujeito, em seu potencial criativo e capacidade de crescimento, mudança e desenvolvimento pessoal.

Para ele é fundamental que o sujeito tenha consciência de seu autoconceito, ou seja a concepção que faz de si mesmo que constitui seu “eu”, seu self.

Referindo-se ao significado atribuído por Rogers ao self, assim se expressam Fadiman e Frager :

“Rogers usa o termo para se referir ao contínuo processo de reconhecimento. É essa diferença, esta ênfase na mudança e flexibilidade, que fundamenta sua teoria e sua crença de que as pessoas são capazes de crescimento, mudança e desenvolvimento pessoal. O self ou autoconceito é a visão que uma pessoa tem de si própria, baseada em experiências

passadas, estimulações presentes e expectativas futuras.” (Fadiman e Frager, 1979:227).

Assim, o conceito central da Teoria da Personalidade de Rogers é o “eu”, o self, ou seja é o estado interior do sujeito, sua essência, onde o mesmo vai espelhar suas ações e se situar no mundo.

Sobre a consciência dessa auto-imagem na qual Rogers fundamenta sua teoria, Marx e Hillix (1997: 528) entendem que o eu para Rogers é uma auto-imagem ou uma conscientização do próprio eu, desde que esse eu é o produto de experiências do resultado do comportamento do indivíduo.

Ele acredita na Teoria da Auto-Atualização, que é a capacidade inerente ao processo de desenvolvimento de todas as coisas vivas, como o impulso que nos impele à competência e capacidade de nos tornarmos um sujeito total, completo e atualizado.

Para Rogers esse impulso é frágil e facilmente pode ser enrustido, sendo a forma que motiva e domina uma pessoa que “funciona de modo livre”. Essa suposição da possibilidade do crescimento é fundamental para sua teoria.

“É esse impulso que é evidente em toda a vida humana e orgânica expandir-se, estender-se, tornar-se autônomo, desenvolver-se, amadurecer – a tendência a expressar e ativar todas as capacidades do organismo na medida em que tal ativação valoriza o organismo ou o self” (Rogers, 1961:35).

A respeito do Crescimento Psicológico Rogers o concebe como um movimento que se dirige à saúde e ao crescimento, de natureza orgânica e que

se prende a tendência de modificação do autoconceito, para se reajustar à realidade.

Esse reajustamento constitui um processo que oportuniza a assimilação de novas aprendizagens e experiências.

Esse movimento para o crescimento pode ser facilitado pelas interações interpessoais, desde que um dos elementos esteja livre para estar em contato com o seu próprio centro de intercorreção.

A questão da auto-aceitação implica também na aceitação do outro e o ato de ser aceito por outrem, também contribui para a auto-aceitação. Fadiman e Frager, sobre esse assunto, comentam:

“Aceitar-se a si mesmo é um pré-requisito para uma aceitação mais fácil e genuína dos outros. Em compensação ser aceito por outro conduz a uma vontade cada vez maior de aceitar-se a si próprio. Este ciclo de autocorreção e auto-incentivo é a forma principal pela qual se minimiza os obstáculos ao crescimento psicológico.” (Fadiman e Frager, 1979: 230).

Os obstáculos para o crescimento psicológico são normais no desenvolvimento e aparecem na infância. Assim, pode haver motivos predominantes da primeira infância que mais tarde afetarão a personalidade do sujeito. A tomada de consciência do self, por exemplo, desenvolve a necessidade de amor ou consideração positiva, desde que essa necessidade é contínua e universalmente comum ao ser humano.

A teoria de Rogers constata essa necessidade de amor no ser humano, todavia não se preocupa em pesquisar se ela é inata ou adquirida Roger (1959:198).

Sobre a questão da importância do amor para a criança Roger diz que a criança age de forma a buscar aceitação ou amor, mesmo contra seus próprios interesses :

“O amor é tão importante para uma criança que ela acaba por ser guiada não pelo caráter agradável ou desagradável de suas experiências e comportamentos, mais pela promessa de afeição que elas encerram.”
(Rogers,1959:200).

Em Rogers personalidade e identidade são consideradas como uma gestalt contínua e sua teoria está baseada na consciência da experiência. Sendo o relacionamento interpessoal de suma importância para uma tomada de consciência do sujeito consigo mesmo (self).

As emoções fazem parte da natureza do sujeito e sua consciência é fundamental para o equilíbrio da personalidade. A negação de emoções importa na distorção da percepção e da consciência de reações por elas proporcionadas.

Sobre o conhecimento ele destaca três hipóteses inerentes ao indivíduo maduro:

- conhecimento subjetivo - que pode ser interpretado como sendo a capacidade de conhecimento de seu próprio eu;
- conhecimento objetivo – são as formas pelas quais acontece a busca, através de caminhos determinados;
- conhecimento interpessoal - pode-se entender como sendo a capacidade de se colocar no lugar do outro, afim de que seja possível entendê-lo.

Rogers não se interessou em descobrir os detalhes dos processos mentais inconscientes e pautou suas observações nos processos conscientes.

2.4.3 Em Educação - Aprendizagem Significativa, Centrada na Pessoa

Rogers concebeu um tipo de aprendizagem cujo objetivo não é o acúmulo de informações, mas sim uma modificação nas estruturas psicológicas que proporciona modificação tanto no comportamento do sujeito, quanto na orientação de sua ação futura, em sua personalidade e atitudes, constituindo-se assim, em uma aprendizagem significativa.

Trata-se de aprendizagem humanística e portanto centrada na pessoa. É de fundamental importância que esteja dirigida para atividades que estimulem a capacidade do sujeito e valorizem seu self. Neste sentido, todas as metodologias e programas de aprendizagem serão traçados pelo aluno, desde que é reconhecido como mentor do processo, todavia as conseqüências advindas dessas escolhas também lhe serão atribuídas. Reconhecendo-se assim, não somente a capacidade de gerir sua aprendizagem, mas também a responsabilidade pela aquisição ou não aquisição da mesma, desde que toda ação parte de sua pessoa.

A cooperação no processo de aprendizagem é condição aceita, desde que os estudos podem se processar individualmente ou em grupos de discussão. Pode-se organizar um grande grupo composto pelos alunos, os organizadores, os pais e, até membros a comunidade que se incumbirão e responsabilizarão conjuntamente, com a responsabilidade pelo processo de aprendizagem, o planejamento do currículo, o tipo de administração e de funcionamento, a política, as metodologias, etc.

No que se refere à motivação entende-se esta como intrínseca, pois é impulsionada pela vontade de aprender inerentes ao sujeito. O grupo é coordenado pelo professor que, como facilitador da aprendizagem, disponibilizará recursos de seus conhecimentos, de experiências próprias, de livros, mapas,

gravações, salas interativas, computadores, softwares, hardwares internet e de outros meios que dêem suporte às especulações dos alunos, como subsídios disponibilizados e não impostos.

O líder deverá apresentar habilidade nas interações, e promoverá inicialmente um clima de autenticidade, interesse e atenção dentro de padrões de comportamento autênticos, entretanto a medida que a continuidade do processo de aprendizagem se desenvolve esse clima será criado, pelos próprios alunos, uns em relação aos outros.

O sucesso do projeto acontece todas as vezes que um aluno consegue um progresso significativo na aprendizagem, ou a descoberta do caminho para aprender o que quer aprender, assim o conteúdo da aprendizagem torna-se secundário, pois o que se objetiva é o desenvolvimento do processo de aprender a aprender.

Nesta concepção de aprendizagem a cooperação e colaboração entre o grupo é ponto fundamental, pois o processo supõe, entre outros estes recursos para que o sujeito alcance seu objetivo de aprendizagem. Em tal contexto, entende-se que o comportamento disciplinar exigido tradicionalmente, e portanto, externo ao sujeito torna-se desnecessário, pois se aposta na auto-disciplina como consequência da responsabilidade assumida pelo aluno, com sua aprendizagem.

A auto-avaliação permeia esse processo de aprendizagem, sugerindo Rogers que possa ser enriquecida por um feedback promovido por outros membros do grupo ou pelo facilitador.

Como fator preponderante para que tal proposta possa ser processada os líderes devem ser suficientemente seguros interiormente e em seus relacionamentos pessoais, para que possa confiar na capacidade das outras pessoas para pensar, sentir e aprender por si mesmas.

2.4.4 O Papel do Professor na Proposta de Rogers

Neste tipo de abordagem o papel do professor passa a ser o de facilitador de aprendizagem, pois o processo é todo elaborado e desenvolvido pelo aluno.

Poder e controle, atributos até então concedidos ao professor e aceitos como de direito, na abordagem de aprendizagem tradicional, desde que se reconhece que deixam de lhe pertencer, pois o controle da aprendizagem passa para o aluno, pois somente ele poderá promover sua aprendizagem. Portanto, o professor deverá estar seguro das mudanças que serão promovidas em sua prática, porque o retrocesso de sua decisão poderá causar danos à aprendizagem do aluno.

Seus atributos nesse processo passam a ser os de companheirismo e compreensão, a fim de que possa ajudar o aluno a encontrar o caminho para seu aprendizado. Apoiar o aluno em uma situação de erro deverá ser sua postura para que intimamente ele próprio possa se aceitar e reverter a situação em seu benefício, sem que a competição se lhe oriente esse caminho.

Por fim, deve estar ciente que uma proposta que envolve a mudança radical de comportamento, pode desestruturar completamente os elementos empenhados num processo de aprendizagem. A atitude do professor-facilitador nesta situação deverá tranquilizar e encorajar os alunos às novas práticas, para que ele se reorganize psicologicamente e possa se adaptar às mudanças.

As características inerentes a um professor-facilitador requerem atitudes que os deixe revelar-se completamente a seus alunos, que não neguem os elogios incentivadores, que se esforcem para inteirar-se e corresponder aos sentimentos destes, que assumam posição de receptividade às idéias dos alunos e sobretudo se empenhem no sentido de propiciar situações ricas em interações com objetos de conhecimento e reduzam o tempo das aulas expositivas.

2.4.5 Resumindo a Teoria de Rogers em sua Aplicação à Educação

Tendo como referencial suas observações terapêuticas, Roger desenvolve uma teoria de aprendizagem humanística, centrada no sujeito, que valoriza a afetividade, o emocional e o comportamento interpessoal.

Sua proposta revolucionária, prega a *organização do conhecimento no sujeito*, contrária, portanto, a prática tradicional onde o conhecimento é organizado para o sujeito. A metodologia valoriza os critérios de organização do aluno ao propor que o planejamento da aprendizagem seja feito no processo, por ele. Assim, a aprendizagem assume papel significativo, pois sua organização tem só haver com seu potencial psíquico, é ativa, não direcionada.

Ao reconhecer o aluno como construtor de seu conhecimento e, portanto, como único responsável por sua aprendizagem. Nesta metodologia, o papel do professor muda radicalmente, ele se apresenta como um sujeito igual ao aluno, desprovido de qualquer poder sobre o mesmo, capaz de expressar seus sentimentos e de participar das descobertas do aluno, passando a ser um facilitador da aprendizagem, cujo primeiro objetivo é fazer o aluno reconhecer-se como capaz de organizar seu aprendizado.

Objetiva a metodologia o conhecimento pessoal, a partir do qual se pretende o relacionamento interpessoal do grupo, a fim de alcançar entendimento que produza, além da valorização individual, ambiente favorável ao processo de aprendizagem. Deste modo, supõe dois momentos distintos:

- o *primeiro* enfoca o sujeito de per si, ou seja, o aluno se reconhece como mentor do processo, capaz de organizar seu aprendizado . Os aspectos afetivo e emocional são respeitados pelo facilitador da aprendizagem e pelo grupo, o sujeito é o centro da atividade. Ele é encorajado a “se mostrar” e a partir daí o relacionamento com o grupo passa a fluir ;
- o *segundo* momento caracteriza-se pela interação do grupo, nesse ponto as condições de

organizar a aprendizagem fazem-se sentir e o grupo caminha em seu aprendizado. Aqui o grupo se impõe ao sujeito em particular.

Busca-se a aprendizagem a partir do emocional, acreditando-se que este desencadeará um processo intelectual, a partir do qual o aluno achará um significativo para sua aprendizagem . O método é, portanto livre, fluente, permissivo, não há finalidade no processo, as questões não precisam, obrigatoriamente, ter solução, ou um fim, pois o aprendizado é constante, impele o grupo à compreensão e a busca de um fechamento, mas o ponto fundamental é a descoberta da forma de aprender a apreender, ou seja a descoberta da organização interior que o capacitará a todo e qualquer aprendizado.

A questão da avaliação nega a prática autoritária, pois a auto-avaliação é valorizada, não cabendo mais ao professor avaliar a aprendizagem, critério que aqui cabe ao aluno. No que se refere às notas não há fechamento, pois significaria um fim, mas sendo necessário é o aluno quem sugere, pois o aprendizado foi pessoal e só ele pode avaliar , outra questão que muda radicalmente.

Conclui-se que a teoria valoriza a aprendizagem do sujeito por via da afetividade, do emocional, e do comportamento interpessoal. A aprendizagem é dirigida para o campo não cognitivo. Situando-se, portanto na área do intuitivo, do potencial psíquico, valorizando um resultado que prima pela afirmação da vida.

Quanto aos saberes específicos Roger é bem claro em suas afirmativas quanto a essa aprendizagem, ao enfatizar não haver necessidade do professor tradicional para sua aquisição, pois as máquinas de aprender de Schanc são suficientemente capazes de propiciar tal conhecimento.

2.5 Comentários

Neste Capítulo procurou-se apresentar duas importantes teorias cognitivas, a epistemologia genética de Piaget e o interacionismo social de Vigotsky, juntamente com a teoria revolucionária de Rogers pautada na sensibilidade e autonomia de aprendizagem do sujeito, a fim de embasar proposta de mudança na visão da prática pedagógica corrente, envolvendo o uso das novas tecnologias, entre elas, a Inteligência Artificial (IA) e o computador.

Nessa proposta de construção de conhecimento aposta-se no fator emocional como elemento gerador de criatividade capaz de promover o conhecimento, no processo ensino/aprendizagem para a formação de novas metodologias nas quais a IA permeie a ação do homem nas práticas educacionais institucionalizadas.

Outrossim utiliza-se a medição de agente inteligente visando a autonomia do sujeito nos processos de: conhecimento de seu self, na construção de conhecimento e de reconhecimento da identidade do sujeito como cidadão, mentor de seu futuro.

Pretendeu-se ainda, chamar a atenção do professor para a necessidade do conhecimento dos mecanismos cognitivos do sujeito, a fim de que se possa promover aprendizado capaz de proporcionar a formação do conhecimento em indivíduos cada vez mais conscientes de seu papel como sujeitos de sua história e cidadão participativo, capaz de aprender e de apreender o mundo com objetivos realistas e provocadores de mudanças.

Nesse capítulo apreciou-se aspectos inerentes à aquisição de conhecimento, tendo em vista a medição das NTCs da comunicação nesse processo.

CAPÍTULO III

TECNOLOGIAS E CONHECIMENTO

“É o fim único da educação tornar a consciência humana consciente dela mesma e de sua disposição fundamental: sua expansão onidirecional, sua liberdade, seu amor por todas as formas e por todos os seres.” (Levy, 2001: 155).

3. Introdução

Pautando-se nas teorias cognitivas que pregam o ser humano como mentor de seu conhecimento, através das interações com a sociedade e os objetos de cultura de seu contexto social, acredita-se que a educação é ato constante e contínuo que fomenta aquisição de conhecimentos, quer através da troca bi-polar sujeito/objeto, quer mediada pela linguagem em interações recíprocas com a sociedade, ou ainda através do auto-conhecimento e valorização do sujeito.

Neste contexto, entende-se a educação como função inerente ao aprendizado de mundo do sujeito, por se constituir, necessariamente, meio de integração que se processará independentemente do querer, pois que acontecerá involuntariamente a sua vontade ou da sociedade, pela simples contingência de sobrevivência.

Através dessa educação informal o sujeito adquire subsídios estruturais e cognitivos para seu desenvolvimento psíquico criando condições para aprendizados, cada vez mais complexos e dirigidos.

A educação sistematizada faz parte das invenções do homem e sua criação é uma utopia que pretende a universalização dos saberes humanos. Tal sistema por ser cultural é de natureza dinâmica, pois visa à difusão de saberes que acompanham a evolução do conhecimento, em via de regras mediado pelos avanços tecnológicos.

Sendo assim, entende-se a educação sistemática como prática social direcionada, cujo objetivo deve acompanhar a evolução cultural e tecnológica no contexto de tempo e espaço de sua prática.

Todavia, esse sistema educacional criado e inserido em contextos de mesma origem, como tempo, espaço, política, economia, tecnologia, enfim traços culturais de uma época, tem como agentes educador e educando, seres de um eco-sistema natural e interdependente, que juntos se propõem a desvendar um mundo complexo, por sua natureza se relacionar com tudo que o compõe.

Esse capítulo apresenta uma reflexão sobre o papel do educador e do educando nas interações de sua existência com o mundo natural, as criações humanas e suas interdependências, dando ênfase a tecnologia, destacando-se o computador e sua inserção na educação.

3.1 O Educador

“ [...] Compreender é também aprender e reaprender incessantemente. (Morin, 2001:102).

Sensibilidade e profundo respeito ao ser humano devem fazer parte da formação de todo educador. Nesta era da informação, onde todo e qualquer conhecimento tem sua difusão imediata, a formação humana inerente às experiências fundamentadas em saberes adquiridos, constantemente têm que ser recicladas e atualizadas, ou seja, a re-aprendizagem torna-se fator essencial nas

práticas docentes. Perante tal realidade, a tradicional figura do professor possuidor do saber universal já não mais tem lugar nos dias atuais.

Numa prática onde se supõe o educando como mentor de seu conhecimento, a sensibilidade docente faz-se necessária, a fim de que possa perceber a necessidade da mudança em sua atuação. Orientar um aprendiz para a autonomia, para a ação criadora, para a consciência é tarefa que requer muita força de vontade e responsabilidade profissional para um professor formado aos moldes tradicionais.

Colaboração e compartilhamento de esforços devem caracterizar a prática docente, desde que se reconhece que o sujeito cresce através de interações cotidianas. Tal prática antes de tudo deve valorizar a pessoa do aluno, objetivando fazê-lo sentir-se respeitado e aceito na comunidade escolar, o que o levará a aceitar-se e respeitar-se, assim como aos demais membros dessa comunidade.

Desse modo, aceitação e respeito mútuos são condições fundamentais que farão brotar da convivência professor/aluno/aluno, além de conhecimento, condições necessárias para que o educando perceba a necessidade do respeito aos valores inerentes a sua sociedade, a fim de que possa se integrar socialmente, ampliando sua rede de interações e viver, em seu cotidiano, sua cidadania .

Por outro lado, é necessário que o educador perceba que os conteúdos a serem apreendidos pelo aluno, forçosamente terão que fazer sentido para sua vida, a fim de que possa despertar seu interesse. A complexidade dos saberes contemporâneos, a velocidade em sua difusão e a facilidade de acessibilidade aos mesmos atropela a toda hora o curso do raciocínio do aluno, deixando-o, muitas vezes, sem saber o caminho que o levará aos conhecimentos válidos para sua formação.

O cuidado com a adequação de conteúdos a serem disponibilizados para acesso aos alunos vai desde sua atualização até a contextualização dos mesmos ao mundo do aluno. Portanto, saber olhar percebendo particularidades e subjetividades do real, medir e avaliar estabelecendo limites e conexões interdisciplinares, elaborar planos de ação que visem as melhores estratégias para despertar o interesse do educando são ações que, forçosamente, o estimularão à cognição, ao posicionamento crítico, a observação, ao estabelecimento de conexões interdisciplinares, a elaboração de planos que visem o alcance de metas e a postura necessária para galgar os caminhos da compreensão. Esta é, sem dúvida nenhuma a melhor ferramenta que a escola poderá lhe fornecer, ou seja, a capacidade de aprender a descobrir os caminhos que o levarão a aprender.

Por fim, analisando a figura do professor nessa sociedade da comunicação onde a informação está vinculada a muitas formas de tecnologia e cujo acesso se faz, cada vez mais, facilitado para uma população de jovens aprendizes criados dentro desse cenário de mutações e possibilidades tecnológicas, cada vez mais complexas, não se pode admitir a figura do professor tradicional, criado para uma realidade muito diferente da contemporânea, para a qual até pode ter sido eficiente e adequado, mas que hoje destoa e contradiz o mundo em que esses jovens vivem e a filosofia que a sociedade espera que fundamente a escola que ele representa.

Neste contexto e dentro das teorias que se embasa esse trabalho, nossa visão do professor é a que supõe o mediador no construtivismo de Piaget e no interacionismo social de Vigotsky e o facilitador de Rogers, ou seja, é a figura que na educação institucionalizada interage com o educando visando a sua integração à sociedade a partir de sua historicidade e da aquisição dos saberes e criações contemporâneos.

Nessa visão e considerando a vertiginosa evolução em todos os ramos dos saberes e da tecnologia e a globalização dos mesmos, através do mundo virtual e das possibilidades de comunicação de nosso mundo, somente podemos

conceber esse professor como a pessoa que a partir da valorização das potencialidades do aluno, possibilite a descoberta de sua capacidade de observar criticamente, descobrir, comparar e sintetizar, fenômenos inerentes a seu mundo, como subsídios que o capacitarão a se atualizar constantemente a partir de conhecimentos já adquiridos.

Assim, além de supervisor, mediador, facilitador o professor deverá ser aquele ao qual o aluno poderá consultar para descobrir caminhos de aprendizagem, a pessoa capaz de dialogar e caminhar com o aluno numa busca constante, criativa onde o conhecimento em vez de fluir de sua pessoa, numa versão memorizada, seja uma construção conjunta, viva, sentida e apreendida pelo aluno.

3.2 O Educando

“ O futuro de um organismo nunca está determinado em sua origem. É com base nessa compreensão que devemos considerar a educação e o educar.” (Maturana, 1998:29)

Ao educando cabe a construção e modificação de seus esquemas de conhecimento, sendo ele o único mentor de seu processo de aprendizagem. No que se refere aos saberes que a escola se propõe a patrocinar, essa autonomia passa a ser mediada pelos professores e o currículo proposto pela escola.

Evidentemente, sua atividade na escola, dependerá em grande parte do posicionamento da escola e dos professores. Todavia, observando-se a euforia com que a maioria das crianças festeja seu ingresso na vida escolar, conclui-se que há motivação bastante para que seu processo de desenvolvimento cognitivo seja plenamente ativado, após uma rápida adaptação à escola.

Em se tratando de jovens e adultos a visão da escola representa em sua vida a oportunidade de acesso ao conhecimento, objetivando uma formação profissional que tem seu desfecho em cursos técnicos ou acadêmicos.

Neste caso, as expectativas do educando se dirigem sempre para um futuro não muito distante, cujo objetivo supõe seu engajamento na vida produtiva da sociedade e conseqüente emancipação econômica e funcional.

Fazer o educando entender que somente ele através de seus sistemas psicológicos, ou esquemas de cognição poderá promover seu desenvolvimento psicológico é tarefa praticamente impossível, principalmente nos anos que antecedem sua puberdade, porém através de estratégias de aprendizagem é possível desenvolver procedimentos que o ajudarão a alcançar sua autonomia.

Cabe, portanto ao professor, por ser o responsável pela definição da estrutura das tarefas e guiar as atividades do grupo, como mediador do processo de aprendizagem, a tarefa de desafiar de todas as formas construtivas possíveis à participação ativa do aluno nesse processo até que ele seja capaz de assumir o controle de sua aprendizagem.

A esse respeito, cita-se interessante e instrutivo decálogo, de Pozo (2002), originalmente dirigido ao professor que aqui inverte-se para a pessoa do aluno :

Decálogo do aluno para o professor, numa visão construtivista.

- “1. Partirás dos meus interesses e motivos de aprendiz com intenção de mudá-los.
2. Partirás dos meus conhecimentos prévios com a intenção de mudá-los.
3. Dosarás a quantidade de informação nova que me será apresentada em cada matéria

4. Farás com que eu condense e automatize os conhecimentos básicos que forem necessários para futura aprendizagem.
5. Diversificarás as tarefas e os cenários de aprendizagem para um mesmo conteúdo.
6. Planejarás às situações de aprendizagem em função dos contextos e tarefas em que eu deva recuperar o que não consegui aprender.
7. Organizarás e ligarás as aprendizagens umas às outras, o mais possível, de forma que eu perceba as relações explícitas entre elas.
8. Promoverás a reflexão sobre meus conhecimentos, ajudando-me a criar e a resolver os conflitos cognitivos que me forem propostos.
9. Promoverás problemas de aprendizagem ou tarefas abertas e promoverás a cooperação entre nós, aprendizes, para sua resolução.
10. Instruirás-me no planejamento e organização de minha própria aprendizagem utilizando as estratégias adequadas. (Pozo,2002:269/273).

3.3 Educador / Educação / Educando

Nessa apresentação houve oportunidade de analisar aspectos inerentes a trilogia educação/educador/educando observando-se a complexidade que envolve o processo ensino-aprendizagem, que está muito longe do ato rotineiro, característico das ações escolares, talvez assim percebido por força de hábitos cotidianos e até obrigatórios que envolvem o rito escolar .

Constitui o ensino – aprendizagem uma atividade complexa que importa em operações subjetivas em seu fazer. Aceitando-se sua natureza bipolar pode-

se entender a exigência, necessária, da ação do sujeito sobre o objeto de conhecimento para que este possa alcançar sua subjetividade.

É possível entender que numa atividade onde atuam mais de um sujeito, na qual um por força de sua prática entende que a transmissão é a característica de sua atuação (professor) e o outro que o dever aprender é o que se espera da sua (aluno), o ato de ensino-aprendizagem torna-se muito mais difícil e os resultados apontam para uma grande decepção, permeada por práticas que longe de levar o educando a autonomia cognitiva leva-o a uma infundável consecução de atitudes que supõem a percepção automática e imediata de conhecimentos, objetivando cumprir sua parte nessa relação, mas que está muito longe de constituir uma aprendizagem do saber fazer.

Essa prática, que até se pode nomear como a “do faz de conta”, obriga o educando a criar uma metodologia imediatista, de caráter decorativo que o ajuda a resolver problemas na escola e que muito pouco o ajuda a resolver seus problemas na vida.

Nesta convicção, aponta-se a necessidade de converter essa prática pedagógica em ação que com respaldo em teorias que lhe dêem subsídios, realmente possa promover o desenvolvimento cognitivo do educando, não mais o “levando a ...” mais sim proporcionando-lhe “condições de ...” para que adquira capacidades necessárias à sua inclusão na sociedade contemporânea.

Nesse sentido e entendendo a educação como produto cultural de determinada época, faz-se necessário que tanto a ação do educador quanto a da comunidade escolar estejam voltadas para o contexto social, ou seja, a prática educacional deve proporcionar condições de inclusão do educando nessa sociedade.

Sendo assim, forçosamente a educação formalizada deve proporcionar ao educando condições de buscar, ou seja, que sua passagem pela escola possa desenvolver mecanismos cognitivos que lhe proporcionem a aprendizagem da

busca constante aos saberes culturais de sua época. O que poderá ser conseguido através da oferta de situações nas quais o educando adquira autonomia bastante até poder gerir sua aprendizagem.

3.4 Tecnologia e Informática como Ferramenta Pedagógica

“ [...] o mundo mudou, as pessoas mudaram. A simples constatação da velocidade em que ocorrem transformações em nossa vida cotidiana, já nos mostra que estamos diante de uma nova sociedade, uma outra realidade, que nos envolve e desafia.” Kenski, 1998:133).

A ciência compreendida como produção tecnológica sempre afetou de modo irreversível a sociedade, modificando hábitos, quebrando tabus, criando padrões de comportamento, impondo nova ordem, reconstruindo culturas.

A velocidade que atualmente as transformações tecnológicas imprimem às sociedades sinaliza a necessidade de mudanças, necessárias à adequação das práticas vigentes às exigências dos novos padrões da sociedade atual.

Deste modo, é imprescindível que a escola como instituição responsável pela inserção do indivíduo na sociedade, promova constantes mudanças em suas práticas, apesar das questões ideológicas, sociais e econômicas de que ela depende para tal, pois a educação necessita de reformulação constante, capaz de não somente aceitar as mudanças que se processam na sociedade, mas também de promovê-las.

A educação está intimamente ligada à cultura e, portanto o discurso pedagógico e sua prática, subordinado a tempo e espaço, entretanto não se

concebe mais somente a aprendizagem do que foi, pois educação hoje pressupõe a metáfora do que será, sendo assim, educa-se para a descoberta do futuro que se constrói hoje.

A tecnologia é uma produção cultural e sempre foi utilizada como ferramenta pedagógica, desde a lousa até a televisão. Esse estudo trata da inserção das novas tecnologias (NTIC) às práticas pedagógicas e sua utilização como mediadoras na educação formal, no sentido de melhoria da qualidade do ensino e de sua adequação às reais necessidades da sociedade atual, de forma que os resultados possam satisfazer os anseios da mesma.

A necessidade da sociedade se adequar às novas tecnologias da comunicação disponibilizadas ao final do século XX levou a comunidade educacional ao questionamento da utilização pedagógica dessas NTIC. Apesar da evidência da necessidade de implantação das NTIC na escola, poucas experiências de implantação das mesmas foram feitas no panorama nacional, algumas com abordagens autômatas, características das práticas mecanicistas que nada acrescentam às possibilidades pedagógicas das NTC, no sentido de superação das práticas tradicionais. Poucas, entretanto vêm utilizando as NTC em abordagens pedagógicas orientadas para o processo de conhecimento do educando.

3.5 Informática Educacional no Brasil

A informática na educação se insere no cenário de profundas transformações que envolvem a sociedade moderna. Sendo o computador um instrumento relativamente novo recém-chegado na educação, é natural que como acontece com as novidades, nem sempre sua aceitação seja harmoniosa e livre de ambigüidades.

Neste sentido, o uso do computador na escola está associado a milagres ou a revoluções. A questão que se coloca é: "Qual é o papel do computador na

Educação?" O computador por si só, não é um agente de mudanças. Ele pode ser tanto um recurso para promover a passagem da informação ao usuário como facilitador no processo de construção de conhecimento, propiciando maior autonomia, visão global de mundo e abertura à inovação e descobertas.

No Brasil, a informática na educação inicia-se a partir do interesse de educadores de algumas universidades motivados pela ocorrência de movimentos tecnológicos em outros países como nos Estados Unidos da América do Norte e na França.

Segundo Moraes (1997), a partir de meados da década de setenta, o governo brasileiro dá origem a CAPRE - Eletrônico, a DIGIBRÁS – Empresa Brasileira e a SEI – Secretaria Especial de Informática que tem por finalidade regulamentar, supervisionar e fomentar o desenvolvimento e a transição tecnológica do setor. Entretanto, para o alcance de seus objetivos torna-se necessário estender as aplicações da informática aos diversos setores e atividades da sociedade, dentre eles, o educacional.

Em 1982, o MEC – Ministério da Educação assume o compromisso para a criação de instrumentos e mecanismos necessários possibilitando a implementação de projetos e permitindo o desenvolvimento das primeiras investigações na área.

Na busca de alternativas capazes de viabilizar uma proposta nacional de uso de computadores na educação, é enviada uma equipe intersetorial que conta com a participação de representantes da SEI, MEC, CNPq e FINEP. A equipe reconhece como prioritária a necessidade de consulta permanente à comunidade técnico-científica nacional no sentido de discutir estratégias de planejamento que reflitam as preocupações e o interesse da comunidade nacional. Para tanto, é realizado o I Seminário Nacional de Informática na Educação, em Brasília; destacando a importância de se pesquisar o uso do computador como ferramenta auxiliar do processo de ensino-aprendizagem. Dentre as recomendações do seminário destacam-se as relacionadas à importância de que as atividades de

informática na educação serem em conformidade com os valores culturais, sócio-políticos e pedagógicos a realidade brasileira. O Projeto EDUCOM tem suas origens a partir deste fórum.

Em 1982, é realizado o II Seminário Nacional de Informática na Educação, na Bahia. Decorre desse encontro a necessidade de que a presença do computador na escola torne-se um recurso auxiliar ao processo educacional e jamais um fim em si mesmo. Propõe-se que o computador deva submeter-se aos fins da educação e não determiná-los, reforçando a idéia de que o computador deve auxiliar o desenvolvimento da inteligência do aluno, bem como possibilitar o desenvolvimento de habilidades intelectuais específicas requeridas pelos diferentes conteúdos. Segundo Valente (1997), no programa brasileiro de informática na educação, o papel do computador é o de provocar mudanças pedagógicas ao invés de automatizar o ensino e promover a alfabetização em informática. As políticas implantadas devem ser fundamentadas em pesquisas pautadas em experiências concretas. Essas são as bases do projeto EDUCOM realizado em cinco universidades: UFPe, UFMG, UFRJ, UFRGS e UNICAMP. Do ponto de vista metodológico, esse projeto contempla a diversidade de abordagens pedagógicas e o trabalho deve ser realizado por uma equipe interdisciplinar formada por professores das escolas escolhidas e por um grupo de profissionais das universidades formadas por psicopedagogos, sociólogos e especialistas das ciências da computação. A responsabilidade do desenvolvimento do projeto na escola é dos professores e esse trabalho deve ter o suporte e acompanhamento do grupo de pesquisa da universidade.

O grande desafio é a mudança da abordagem educacional transformando a educação com ênfase na transmissão da informação para uma educação cognitiva em que o aluno desenvolva atividades através do computador e, assim, aprenda.

Embora a mudança pedagógica seja o objetivo de todas as ações dos projetos de informática na educação, os resultados obtidos não são suficientes para sensibilizar o sistema educacional como um todo. Ainda assim, as

contribuições do Projeto EDUCOM tornam-se importantes e decisivas para a criação e desenvolvimento de uma cultura nacional de uso de computadores na educação. "De acordo com os livros: Projeto EDUCOM realizações e produtos que descrevem o processo e as principais realizações dos centros-piloto integrantes do Projeto confirmou-se a correção da opção governamental em iniciar a informatização da educação brasileira a partir do desenvolvimento da pesquisa de recursos humanos realizados nas universidades. (..) muito foi realizado em função de pesquisa, formação de recursos humanos, consultoria, produção de software educativos, teses, dissertações, livros, conferências, ensaios e artigos publicados". (Moraes, 1997: 13).

As contribuições do Projeto EDUCOM tornam-se importantes, também, para a criação do Projeto FORMAR destinado à capacitação de professores da rede pública e o Projeto CIEd – Centro de Informática Educativas – voltado para atendimento às escolas de 1º. e 2º. Graus (atual Curso Fundamental e Curso Médio) da rede pública de ensino.

O Projeto FORMAR recebe esse nome com a pretensão de se fazer uma distinção entre os termos formação e treinamento.

" [...] não estávamos preocupados com adestramento, ou simplesmente adicionar mais uma técnica ao conhecimento que o profissional já tivesse, mas, sobretudo, pretendíamos que o professor refletisse sobre a sua forma de atuar em sala de aula e propiciar-lhe condições de mudanças em sua prática pedagógica, na forma de compreender e conceber o processo ensino-aprendizagem, levando-o a assumir uma nova postura como educador". (Moraes, 1997; 14).

No período de 1988 e 1989, dezessete CIEd são implantados em diferentes estados da Federação. Fica estabelecido que o CIEd deve ser uma

iniciativa do estado e ao MEC cabe a formação inicial dos professores indicados pelas Secretarias de Educação.

Moraes (1997) observa que esta fase de mais de 10 anos gera a cultura nacional de uso de computadores na educação, oferecendo condições necessárias para o Ministério da Educação promover avanços nesta área. Cronologia.

3.6 Subsídios Necessários Para a Implantação

Para que a implantação das NTIC tenha o resultado esperado é necessário o envolvimento de toda a comunidade escolar, a participação efetiva dos professores no planejamento e, obviamente, na implantação e que o mesmo esteja voltado para os reais interesses da escola, sendo, portanto uma ação que demanda planejamento, cooperação, colaboração, interesse e adaptação progressiva.

Sendo assim, pode-se entender que a implantação de projetos das NTIC cujo planejamento parta de esferas superiores e, portanto alheias à realidade e interesses da comunidade a que se destinam, possivelmente estarão fadados ao insucesso, porque além de não corresponderem aos anseios dessa comunidade será muito difícil à adequação da mesma ao planejamento, pois além dos objetivos, valores, ações de implantação, recursos locais previstos, etc., ficarem truncados, o pacote já prevê avaliação de resultados dentro dos padrões preestabelecidos e, portanto com poucas chances de sofrerem modificações.

Por outro lado, o papel do professor na implantação das NTIC é importantíssimo e imprescindível, para o sucesso da aprendizagem. Entretanto, para que ele possa efetivamente atuar na implantação das NTIC é necessário que esteja ciente da necessidade de inovar sua prática pedagógica, a partir da reavaliação dos conceitos de aprendizagem priorizados na mesma, a fim de

atender aos objetivos que se acham inerentes a proposta do uso das NTIC, ou seja, a promoção de mudanças no processo cognitivo e afetivo do educando. O que é muito mais difícil por se tratar de crenças e valores do que a implantação de novos materiais destinados à aprendizagem.

No que diz respeito à família dos educandos, a proposta de mudança poderá causar apreensões quanto ao ensino que a escola oferece e a possibilidade de adaptação a outros tipos de abordagens e provavelmente até as do ensino tradicional. Para resolver essa questão o objetivo da implantação das NTIC não poderá fugir da questão da competência para a aprendizagem autônoma, ou seja, a possibilidade de aprender a aprender, o que dará base para que o educando seja capaz de “sobreviver” a qualquer ensino, pois seu aprendizado, na verdade será gerenciado por ele mesmo. Esta certeza dará às famílias dos educando maior possibilidade de adesão às novas propostas, o que as levará a colaborar para o êxito do projeto.

Tendo em vista que a implantação das NTIC promoverá mudanças nas práticas já estabelecidas será necessário que o aluno seja monitorado pelo professor que lhe proverá de ajuda, elementos motivacionais e orientação quanto a grande variedade de recursos disponibilizados pelas NTIC.

Assim, o professor deverá adaptar-se às características do aluno para que possa priorizar metodologias adequadas à sua aprendizagem. A ação pedagógica deverá partir das necessidades do educando ao qual se propiciará recursos para que planeje sua aprendizagem e avaliação, ajudando-o na obtenção de meios para o acesso a novos conhecimentos, oferecendo-lhe técnicas para aprender a aprender, etc.

Nesta perspectiva de ensino-aprendizagem, o centro é o educando e sua percepção da influência que os meios podem proporcionar à sua aprendizagem. Considerando-se, portanto, educando e meio como os agentes da aprendizagem.

No que concerne à direção, sabemos que cada escola está integrada na estrutura de um sistema escolar que impõe suas regras, por outro lado o currículo obriga a escola a adequar suas práticas a determinadas ações pedagógicas, a fim de que seja possível colocá-lo em prática. Sendo assim, a direção deverá estar tão engajada no processo de implantação da NTIC, quanto os demais membros da comunidade escolar, a fim de que possa acompanhá-lo, adequando suas práticas ao bom desenvolvimento do mesmo.

Diversas tecnologias poderão ser utilizadas com finalidades didáticas, como: computador, internet, vídeos, CD, DVD, softwares, rádio, TV, aparelhagem de som, fita casset, etc.

Estas mídias quando utilizadas no processo de aprendizagem poderão desenvolver habilidades não só necessárias à formação do educando, como lhe serão de grande valia para o resto de sua existência, tais como: organização e planificação de esquemas de busca de informação; representação de conceitos ou idéias através de utilização de gráficos, programas diversos, apresentação de dados, etc.; colaboração e cooperação através de participação em programas em grupo, atividade que engloba resolução de problemas, planejamento, compartilhamento de saberes, tomada de decisão, ordenação de documentos, formulação e apresentação da produção, etc.

Atualmente, as novas invenções tecnológicas, particularmente as tecnologias da comunicação, através do computador, proporcionaram ao meio educacional ampliação de seu alcance, permitindo inúmeras possibilidades de uso pedagógico que tendem a modificar o panorama educacional promovendo revolução que, fatalmente acarretará radicais modificações nos sistemas educacionais.

O uso do computador para fins didáticos abre caminho para uma infinidade de recursos que poderão ser utilizados, por toda a comunidade escolar, desde a administração da escola, passando pelo professor, o aluno e chegando na própria família, via Internet.

Porém, e apesar da ampla visão que se pode ter da gama de utilidades que a inserção dessas tecnologias pode trazer a escola, o simples uso das mesmas não trará modificações necessárias ao seu engajamento à sociedade da comunicação, pois caso todos os elementos que a compõe não estejam impregnados do espírito transformador necessário, a inserção das tecnologias não passará de mais uma tentativa de mascarar de “novo” o sistema arcaico e retrógrado de sempre. Seu uso, portanto deverá supor a reflexão crítica para não se tornar um processo rotineiro.

A Internet modalidade de comunicação, via computador, possibilita acesso a rede de informação mundial tornando possível o que chamamos de globalização da cultura, por acessar o usuário ao conhecimento universal, permitindo-lhe tanto a leitura quanto a inclusão de sua produção a esse mundo virtual.

A Internet para a educação pode ser considerada como a mais abrangente ferramenta de aprendizagem, desde que se tenha o cuidado de dotar o educando de subsídios fundamentais para seu uso, tais como: conhecimento do manuseio das ferramentas da Web e de navegação, que tenham endereço eletrônico, que se crie uma lista interna ou fórum de cada turma.

Através da internet, a chamada geração “ . com “, pode programar diversas atividades cooperativas, desde participação ativa em chats, grupos e listas de discussão, e-mails, webquest, sites interativos, videoconferências, página virtual destinada a turma onde possam criar e registrar atividades de classe, pesquisa, textos, endereços, etc. Tais atividade tanto podem ser acessados nos diversos sites de colaboração, como podem ser criados por uma turma, ou comunidade escolar, isoladamente ou aberto a discussão virtual.

Enfim, o educador, tendo uma visão pedagógica inovadora aberta, que pressupõe a participação dos alunos, pode utilizar algumas ferramentas simples da Internet para melhor interação presencial – virtual entre professor-aluno-colegas.

Assim, as tecnologias e aqui se faz questão de destacar o uso do computador e da internet, podem constituir ferramentas muito úteis ao educador e ao educando, tanto em sala de aula, quanto em atividades externas ao ambiente escolar. Todavia, seu uso dependerá da conceituação do educador no que diz respeito a seu papel no processo de desenvolvimento cognitivo do educando, de sua bagagem de formação profissional e, sobretudo da conscientização de que sua prática profissional requer seu engajamento a realidade do mundo em que atua.

3.7 Educação e Cidadania

Pensar cidadania implica em pensar inclusão social o que nos leva ao tema central desse trabalho, ou seja, educação.

A educação institucionalizada tem sua natureza e criação em um sistema político que conseqüentemente, vai determinar sua filosofia e finalidade. Assim, pensar educação e pensar cidadania requer determinar, primeiramente tempo e espaço de sua prática, para que possamos conceituá-las e entendê-las no contexto político, social, econômico e ambiental que as criou.

Todavia, este trabalho não se propõe a tal análise, por não objetivar essa finalidade, contentando-se apenas a focar em linhas gerais, a prática educacional e sua relação com a formação da cidadania.

Reconhecer a educação como principal agente da cidadania importa, por sua vez, reconhecer o educador como mediador entre os valores culturais de uma sociedade e o cidadão, ou seja, reconhecer que exclusão ou inclusão de um indivíduo em relação a seu contexto social é determinada por sua capacidade de adequar-se aos padrões culturais exigidos por aquela sociedade. Tendo, portanto o educador papel importantíssimo no processo de aprendizagem escolar que completará o aprendizado iniciado no seio familiar e que capacitará o indivíduo ao exercício pleno da cidadania.

Consciente que as sociedades contemporâneas atravessam período de profunda transformação de hábitos e costumes, motivada pelas possibilidades originadas da criação do computador, fator revolucionário, inclusive, das tecnologias da comunicação e que tais possibilidades promoveram mudanças radicais no panorama cultural mundial, conclui-se que o acesso a essas tecnologias faz-se necessário, para a que o indivíduo se integre à sociedade contemporânea.

Neste contexto, à escola como instituição da sociedade destinada a promover a inclusão social cabe manter-se ativa e dinâmica, no que concerne a atualização de suas práticas, à promoção de suas atividades e, fundamentalmente ao seu papel de promotora de mudanças.

3.8 Comentários

O contexto social contemporâneo exige o conhecimento das modernas tecnologias disponibilizadas para uso, em diversos setores econômicos e culturais, considerando-se tais inovações como parte integrante da estrutura cultural das sociedades contemporâneas.

O papel do computador na educação é de agente de mudanças que tanto pode ser utilizado como recurso para acesso a informação, como em abordagens pedagógicas orientadas para o processo de conhecimento do educando.

A educação sistematizada é prática social direcionada que pretende dotar o educando com subsídios que o capacitem a integração com sua sociedade. A inclusão de NTIC na educação, além de capacitá-lo para as exigências das sociedades contemporâneas permite o desenvolvimento cognitivo em diversos aspectos da formação como: a exploração, a auto-expressão, a comunicação, a colaboração, a cooperação, a autonomia, além de proporcionar aprendizagens significativas, criativas e interativas.

Assim, e considerando-se que a escola tem papel fundamental no desenvolvimento de dimensões intrapsicológicas do indivíduo. Conclui-se que a proposta de inclusão das NTIC, em especial o computador, por favorecer o desenvolvimento do indivíduo, auxiliando-o em seu processo de construção de conhecimento, evolução psicológica e inclusão social é necessária e premente. Integrando-se, por esse motivo, ao tema gerador desse trabalho que é a educação.

CAPÍTULO IV

INTELIGÊNCIA ARTIFICIAL

“Para ver a frente no tempo, é útil ver a frente no espaço.” (Dennett, 1997; 77).

4. Introdução

Ao iniciar-se esse Capítulo optou-se pela definição de alguns termos, afim de que se possa situar logicamente, a intenção do mesmo.

Sendo assim, situar semanticamente o conteúdo dos estudos a que procede a atividade desenvolvida pela Inteligência Artificial – AI, o espaço da ciência em que atua, seu objetivo, a natureza dos mecanismos naturais que almeja representar, o panorama histórico onde se desenvolveu foi a metodologia que o orientou.

4.1 Definição

“ É a cultura que provoca a re-organização das estruturas mentais. Quando estudamos o cérebro não captamos o que “o cérebro é”, mas sim “como o cérebro está”. (Fialho, 2001; 40).

Várias são as definições de Inteligência Artificial – AI, elegemos a definição de Nilsson (1971; 06) por ser de fácil entendimento.

“IA é o campo de conhecimentos onde se estudam sistemas capazes de reproduzir algumas das atividades mentais humanas.”

Assim, pode-se entender que o modelo em que se baseia a IA é o modelo psíquico do ser humano, ou seja, o modo como se processa as atividades que desencadeiam as funções da mente, como a inteligência, o aprendizado, o juízo, a memória, sensação, percepção, representação, conceituação, raciocínio, memória, atenção, consciência, orientação, afetividade, volição, linguagem.

O campo central de estudos da IA é a inteligência e especificamente o alvo dos estudos da IA é a aprendizagem. Todavia, para que se processe a aprendizagem há, necessariamente o envolvimento de outras funções da mente, ou seja, o juízo, o raciocínio, a memória, etc.

Explicando a gênese da mente Fialho (2001) define-a como processador de pulsos capaz de gerar símbolos e assim escreve:

“ A Mente é uma emergência, uma propriedade de todo “ Ser Humano“ não redutível a nenhuma estrutura específica. É da complexidade exigida pela sobrevivência que, Dona Evolução surpreendeu-se diante do fenômeno da consciência. “ (Fialho,2001;40).

Assim, a partir de uma quantidade de estruturas biológicas, as quais chamamos de neurônios, segundo Lent (2001) cem bilhões e pela capacidade destes de emitir impulsos eletroquímicos capazes de gerar símbolos, em determinado momento da evolução das espécies aconteceu à consciência.

Essa estrutura biológica gerada ao longo dos tempos formou-se ao atingir os cem bilhões de neurônios, surgindo daí uma capacidade que chamamos de mente e que possibilitou a diferença que marcou a gênese da espécie humana.

Cérebro e mente atuam assim, em perfeita simbiose, o cérebro torna possível a atuação da mente e esta dá significado as faculdades daquele.

A estrutura formada pelos cem bilhões de neurônios hoje ainda é a mesma e situa-se no cérebro, porém a mente não se situa em determinado loco ou estrutura específica ela é uma capacidade inerente ao ser humano e tem funções que estão presas as formas como este ser atuou no mundo para sobreviver.

Jung (1987;57 e 61) referindo-se a aptidão hereditária da imaginação humana especializada em gerar temas e motivos de lendas inerente a todas as culturas esclarece que “hereditária é apenas a capacidade de ter tais imagens” e continuando “suponho que sejam sedimentos de experiências constantemente revividas pela humanidade” deste modo, as imagens construídas pelos indivíduos ao longo das gerações determinou especialidades nas funções da mente, propiciando condições para que os indivíduos precedentes pudessem impor suas imagens nessa estrutura herdada através de fatos vividos, aos quais Jung chama de arquétipos. Neste sentido, Jung diz:

“O arquétipo representa a possibilidade psíquica, porque retrata os acontecimentos ordinários e instintivos em uma espécie de tipos.” (Jung, 1998; 80).

Nesta linha de raciocínio pode-se entender que a partir de um modelo de estrutura cerebral surge a mente como capacidade de adquirir funções a partir de vivências do ser que a possui.

Citamos ainda Jung (1987) para entender como essa possibilidade psíquica vai gerar uma função mental universal e, portanto inerente a toda espécie humana existente no planeta:

“A semelhança universal dos cérebros determina a possibilidade universal de uma função mental similar. Tal função é a psique coletiva, que se compõe de um espírito e uma alma coletivos.” (Jung, 1987; 124).

Todavia, aceita a teoria genética evolutiva da formação do cérebro propiciando o surgimento da mente, a teoria da forma pela qual surgem as especialidades das funções inerentes a mente. Para compreendermos o fenômeno do conhecimento, temos que ir buscar subsídio nas teorias que pesquisaram sua gênese.

É, pois na teoria construtivista genética interacionista de Piaget e interacionista social de Vygotsky, já abordadas no Capítulo III que vamos buscar fundamentos para explicar a gênese do conhecimento.

No contexto construtivista interacionista, pode-se afirmar que o conhecimento tem sua gênese nas interações do ser humano com os elementos culturais de seu meio e, a partir da formalização que ele faz desse objeto é que posteriormente, reorganiza suas estruturas psicológicas e cognitivas.

Fialho ao explicar a singularidade da mente de cada indivíduo, motivada pela formalização que somente ele pode dar ao objeto e como o meio cultural vai influir nessa formação, escreve:

“ Para um tipo de mente, um tipo de cérebro. O binômio cérebro-mente é um produto cultural. O cérebro mente do Homem da Oralidade é diferente do cérebro-mente do Homem da Escrita.” (Fialho, 2001; 40).

Podemos então entender que a partir de determinada estrutura biológica surge uma capacidade mental que distingue o ser humano das outras espécies, por

propiciar-lhe condições de reação diferenciada em seu meio ambiente. Tais condições confere-lhe capacidade, a partir de sucessivas vivências de situações similares, de adquirir propriedades específicas em suas reações, provendo-o assim, de possibilidade de projetar essas vivências em ações futuras. Daí concluindo-se que o conhecimento parte das vivências do ser humano com seu meio ambiente e que a inteligência é a forma pelo qual este ser atua neste meio para entendê-lo e dominá-lo.

Assim pode-se perceber que, a IA está fundamentada em duas idéias básicas: primeiro envolvendo o estudo do processo do pensamento humano (para entender o que é inteligência); segundo, tratando a representação destes processos via injeção humana capaz de processar informação.

4.2 A Ciência e a Inteligência Artificial

A ciência a qual a Inteligência Artificial está inserida é a Ciência da Computação, sendo então a IA um ramo desta ciência.

O ramo da IA especializou-se na investigação da inteligência como computação e inicialmente limitou-se ao estudo da imitação e simulação. Assim, os modelos que imitam estruturas psicológicas humanas são os softs (IA mole) e os que simulam as estruturas psicológicas humanas são os hards (IA dura).

Coelho (1995: 21) explicando as formas como foram concebidos os agentes da IA explica que a IA mole (modelo paramórfico) limita-se a imitar o comportamento dos peritos, sem se preocupar como internamente o sistema artificial se realiza. A IA dura (modelo isomórfico) imita com exatidão os processos cognitivos de um perito.

Atualmente a IA pode, através de computadores desenvolver programas e máquinas experimentais baseadas em símbolos, nos processos, nas estruturas

de informação, no formalismo de representação/abstração nos algoritmos e no controle do processo da informação.

Sobre as experiências realizadas pela IA Coelho, escreve:

“ De facto, estas experiências de computação [...] envolvem duas idéias diferentes mais complementares: a de cálculo, apoiada nas noções de função computável (expressa por um algoritmo) e de procedimento (como fazer), e a de dedução controlada, apoiada nas noções de raciocínio e de declaração (regras de comportamento, o que fazer). “(Coelho, 1995;27).

A IA implementa seus modelos ou teorias no computador, apoiando-se nos princípios da concepção dessa estrutura que opera com programas preestabelecidos capazes de processar ações, porém, ainda incapaz de se reorganizar para demonstrar seus modelos de ação inteligente, como resultado de uma criação do homem.

Referindo-se às propriedades, hoje, inerentes aos modelos de computadores programados pelo ser humano, Winograd (1993) assim as descreve:

“ [...]na realidade, os computadores dos mais diversos tipos são parte integrante do nosso cotidiano, não porque eles “pensam”, nem porque são sapiens, mas porque são capazes de armazenar, manipular e transmitir a informação humana. Se analisarmos os laços que já existem entre o homem e o robô, veremos que eles se assemelham aos que existem entre um homem e sua ferramenta, entre o senhor e o servo.” (Winograd; 234 in Pessis-Pastenak, 1994).

4.3 Natureza da Representação da Inteligência Artificial

“ Se é verdade que a consciência central é o rito de passagem para o conhecimento, igualmente é verdade que os níveis de conhecimento que permitem a criatividade humana são aqueles que apenas a consciência ampliada faculta. “ (Damásio, 2000;34)

Tendo como modelo o sistema psíquico humano as experiências realizadas pela IA procuram criar teorias e modelos e implementá-los em sistemas computacionais a partir da capacidade cognitiva humana.

Descrever minuciosamente o cérebro e o funcionamento das partes que o compõem não foi a preocupação deste item do Capítulo. Registra-se, entretanto que é formado por tecido celular altamente especializado e sua composição nas palavras de Lent (2001), para melhor entendimento da intenção do mesmo .

“ [...] o sistema nervoso [...] tem partes situadas dentro do crânio e da coluna vertebral, e outras distribuídas pelo organismo. As primeiras recebem o nome de sistema nervoso central e as últimas de sistema nervoso periférico. É no sistema nervoso central que estão a grande maioria das células nervosas, seus prolongamentos e os contatos que fazem entre si. No sistema nervoso periférico estão relativamente poucas células, mas um grande número de prolongamentos chamados fibras nervosas, agrupados em filetes alongados chamados nervos.” (Lent, 2001;05).

Importando então, compreender como se processam as funções do cérebro, através da mente e quais os órgãos coadjuvantes desse aparelho que

interagindo com o meio dão sentido a toda essa estrutura que a IA procura representar.

Os órgãos sensoriais têm a função de transmitir, para o cérebro impressões e sensações do contexto ao qual o indivíduo interage. Através das informações por eles captadas é que o cérebro pode operar seu conhecimento. Assim, busca-se em Lent (2001: 168) a explicação para essa questão:

“A percepção começa quando uma forma qualquer de energia incide sobre as interfaces entre o corpo e o ambiente, sejam elas internas ou externas. Nessas interfaces se localizam células especiais capazes de traduzir a linguagem do ambiente para a linguagem do sistema nervoso: os receptores sensoriais. “ (Lent, 2001; 168).

Esses receptores sensoriais ditos por Lent são os órgãos dos sentidos visão, audição, sensibilidade corporal, olfato e gustação. Além disso o cérebro capta muitas outras sensações consciente e inconscientemente.

Entende-se assim que o funcionamento do sistema nervoso está condicionado à captação de informação executada pelo sistema sensorial, através de seus receptores.

Temos então que o sistema sensorial se manifesta através da sensação que segundo Lent (2001;169) “É a capacidade que os animais apresentam de codificar certos aspectos da energia física e química que os circunda, representando-os como impulsos nervosos capazes de ser “compreendidos” pelos neurônios.”

A **sensação** assim concebida permite a existência dos sentidos, representada pelas diferentes modalidades sensoriais, visão, olfato, audição,

paladar, tato que constituem parte do sistema nervoso. A sensação se manifesta através da percepção, motricidade, regulação das funções orgânicas e manutenção da vigília.

A **percepção** constitui atributo que confere a capacidade de vinculação entre os sentidos e a existência, nos animais se manifesta através do comportamento e no ser humano através do pensamento.

Essa capacidade é de primordial importância para o reconhecimento de objetos do contexto cultural de uma existência, pois é ela quem vai possibilitar a formação de conceitos inerentes a essa cultura, promovendo a inclusão social do indivíduo.

Desse modo, através da percepção as informações captadas pelos sensores humanos são associadas à memória e a cognição. É desse modo é que são formados os conceitos sobre o contexto de vida do sujeito e sobre o próprio sujeito, sendo a percepção ainda, responsável pela orientação de nosso comportamento.

Assim, a percepção é uma das conseqüências da sensação. Todavia, nem sempre ela se manifesta em sua capacidade plena, pois pode estar vinculada a outros mecanismos, como atenção, emoção, sono, etc.

A teoria construtivista em Piaget (1972; 28) define a atuação da percepção como sinalizadora e reconhece que os processos perceptivos podem atuar como meio de conexão entre as ações e as operações e os conceitua como um processo intimamente ligado à ação.

Piaget (1961) reconhece na percepção a necessidade da presença de um objeto para que ela possa ser consumada e destaca que tem caráter irreversível, desenvolvendo-se independente de estágios. Sua atuação prende-se aos aspectos figurativos da realidade.

Primordialmente a IA procura o entendimento da inteligência e do processamento do raciocínio para poder projetar estas capacidades cognitivas em agentes que sejam capazes de representar as situações propostas e realizar ações que envolvem outras funções do sistema psíquico do ser humano, como juízo e aprendizagem.

Importa então a apreciação destas funções, a fim de que se possa entender o objeto de pesquisa e as funções cognitivas que a IA procura representar em seus modelos.

O ser humano diferencia-se das outras espécies terrestres por seus atributos cognitivos e psicológicos que lhe conferem condições de primazia sobre os demais e posição privilegiada frente às necessidades que lhe são impostas pelo seu meio cultural.

O modo pelos quais o indivíduo interage em seu ambiente determinam sua ação nesse ambiente a qual vai ser orientada pelas estruturas de conhecimento por ele construídas, a partir do reconhecimento e formalização dos objetos de cultura desse contexto.

Entendendo-se assim, numa linguagem construtivista interacionista piagetiana (Capítulo III) que é essa condição de agir intencionalmente, proporcionada pela bagagem de conhecimento do sujeito o que chamamos de inteligência, que por sua vez, constitui condição para o funcionamento das demais capacidades mentais.

Sua característica é dinâmica e intencional, pois é guiada por um objetivo e demanda uma ação que se orienta pelo conteúdo cognitivo. Assim, pode-se dizer que um indivíduo tem várias inteligências desde que o ato depende do conteúdo cognitivo disponível e a intenção que aciona a ação sustenta-se com subsídios cognitivos inerente a determinado campo de conhecimento e, ainda, que sua quantidade e qualidade vai determinar o modo de ação do sujeito.

Concluindo-se então que a lógica da inteligência baseia-se em diversas capacidades funcionais do cérebro, sendo, portanto diferenciada em cada indivíduo.

Gardner ao abordar a singularidade de cada inteligência, como um sistema próprio de regras definidas, assim se expressa:

“ Então quando voltamos nossa atenção para as inteligências específicas, devo repetir que elas existem não como entidades fisicamente verificáveis, mas apenas como construtos científicos potencialmente úteis.” (Gardner , 1994; 53).

Raciocínio pode ser conceituado como o encadeamento lógico de juízos ou pensamentos, capacidade essa inerente ao ser humano.

Fialho (2001) ao fazer explanações sobre o raciocínio do ser humano reconhece-o como a capacidade de admitir como verdadeira uma proposição não conhecida, partindo-se de sua ligação com outras reconhecidamente verdadeiras:

“ Raciocínio é sinônimo de produzir inferências. Somos capazes de obter resultados mesmo trabalhando com conhecimentos incompletos, contraditórios ou incertos.”(Fialho, 2001; 199/200).

Neste contexto, raciocínio é o modo ou maneira como o indivíduo conduz sua percepção do mundo em consonância com determinado conhecimento para entendê-la, ou chegar a juízos, ou ao conhecimento de determinado objeto.

Barreto (1998) define inferência como extensão do conhecimento e como a passagem do conhecido ao não conhecido, ou como salto dos dados estabelecidos e verdades aceitas para novas verdades com elas relacionadas:

“A inferência é uma operação mental que leva o pesquisador a concluir algo a partir de certos dados ou antecedentes.” (Barreto,1998;47).

O raciocínio pode utilizar-se de inferências partindo de premissas indutivas, dedutivas, por exclusão, por inclusão, por silogismos condicionais ou categóricos.

Fialho (2001;204) apresenta dois critérios através dos quais pode-se classificar as atividades relativas ao raciocínio:

- **finalidade**
 - orientadas para a compreensão;
 - orientadas para a elaboração de decisão de ação;

- **direção**
 - inferências produzidas mais gerais que as informações iniciais (generalização);
 - inferências produzidas mais específicas que as informações (particularização).

Deste modo, o raciocínio pode decorrer a partir de um dado objetivo do sujeito, através do qual ele vai ser dirigido para a compreensão de determinada questão ou para a elaboração de uma ação. Quanto à direção ele pode ter um resultado generalizado ou particularizado, dependendo do resultado das inferências produzidas.

Atenção como uma das funções do sistema nervoso está presente nas atividades do indivíduo que demandam raciocínio. Assim, atenção é a concentração da consciência em um único objeto de conhecimento e demanda de um esforço de determinada região cerebral que ao mesmo tempo em que se

concentra em um único esforço, inibe a sensibilidade das demais regiões para outras tomadas de conhecimento.

Lent ao falar sobre esta função e sua ação no objeto de conhecimento diz:

[...] atenção tem dois aspectos principais: (1) a criação de um estado geral de sensibilização, conhecido atualmente como alerta, e (2) a focalização desse estado de sensibilização sobre certos processos mentais e neurobiológicos – a atenção propriamente dita. Podemos focalizar a atenção em estímulos sensoriais: um ruído [...]. Podemos, também prestar atenção em um processo mental, como [...] um pensamento qualquer ” (Lent, 2001;579).

Lent chama a atenção mental de cognição seletiva e a atenção sensorial de percepção seletiva. Sobre esta última ele observa que há tipos diferentes de atenção como: explícita ou aberta, quando o foco de atenção coincide com a fixação visual; a atenção implícita ou oculta quando o foco de atenção não coincide com a fixação visual.

Damásio (2000;36), referindo-se a atenção reconhece-a em dois momentos, ou seja a atenção básica que precede à consciência e a atenção focalizada que acompanha o desenvolvimento da consciência, e conclui que a atenção é tão necessária para a consciência quanto o fato de ter imagens. Todavia, acredita que a atenção não é suficiente para a consciência e não se identifica com ela.

Linguagem é o modo através do qual o indivíduo faz-se entender utilizando conceitos e signos de sua cultura. Consistindo assim, no ato de simbolizar e exprimir pensamentos.

A linguagem é, portanto um aparato humano de comunicação que compreende dois elementos, o que emite o pensamento e o que o capta, ou seja, ela envolve dois sistemas cognitivos, a expressão e a compreensão. Pode ser manifestada de diversas formas, oral, gestual, escrita, etc. que vai envolver sistemas diferentes de cognição para sua compreensão, como: auditivo, visual, somestésico, etc.

Na teoria construtivista interacionista social, Vygotsky (Capítulo III), se pode entender a gênese do pensamento verbal quando ele postula que esse nem é inato e nem é ensinado pela sociedade é um processo de desenvolvimento que envolve transformações de natureza histórica que culmina com a operação com signos.

Damásio (2000;149) referindo-se a linguagem, esclarece que ela representa habilidades que permitem a mente humana crescer em termos de conhecimento, inteligência e criatividade e fortalecem as formas refinadas de consciência ampliada e conclui:

“ Os seres humanos devem à linguagem importantes capacidades, [...] na capacidade de traduzir precisamente pensamentos em palavras e sentenças, e palavras e sentenças em pensamentos; na aptidão de classificar conhecimentos de maneira rápida e econômica na moldura protetora de uma palavra; na capacidade de expressar construções imaginárias ou abstrações distantes com uma palavra simples e eficaz [...]

Juízo , numa definição de Paim, (1986;87) é a capacidade de exprimir os vínculos e as relações entre os fatos e os objetos da cultura ou fenômenos da natureza.

Do ponto de vista da lógica formal o juízo consiste na afirmação ou negação de uma relação entre dois conceitos, nestes termos em sua estrutura o sujeito é o que se afirma ou se nega alguma coisa e o predicado é o que se afirma ou se nega do sujeito.

Sobre a natureza do conhecimento em relação ao juízo e seu caráter de verdade, Fialho (2001; 65) os considera verdadeiros ou falsos em relação ao referencial e afirma:

“Consideramos que o caráter de verdadeiro ou falso dos conhecimentos ou crenças é secundário do ponto de vista psicológico. O importante é que elas estejam na memória do indivíduo, que elas tenham sua adesão e que, de fato, possam tornar-se eficientes. Da mesma forma as representações sociais referem-se ao que denominamos conhecimento. “

Assim, para a psicologia o juízo só tem um critério de verdade que consiste em sua consonância com a realidade objetiva. Ele pode expressar a verdade ou o erro, a partir de sua correspondência ou não com a realidade.

Barreto (1998 : 36) ao referir-se a realidade em consonância com a subjetividade do indivíduo diz que o conhecimento é o resultado de nosso pensamento com a realidade e acrescenta que o pensamento designa o juízo e que a realidade é responsável pela identidade objetiva dos dois termos do juízo

Aprendizagem é constante no ciclo de vida do indivíduo, desde o seu nascimento até sua morte. Podendo-se então dizer que o ser humano é um eterno aprendiz, o que é fácil de entender se acredita-se, do mesmo modo, em sua capacidade criadora.

Aprendizagem em Piaget (Capítulo III) refere-se a conhecimento particular e informação nova, cujos resultados constituem todo o conhecimento do indivíduo.

Aprendizagem é um processo complexo que envolve várias capacidades mentais como sensação, percepção, atenção, juízo, linguagem, raciocínio, memória e representação.

O processo de aprendizagem pode ser incidental, quando acontece naturalmente por contingências de necessidades vivenciais e orientada onde existe a intervenção de um terceiro elemento entre o sujeito e o objeto de conhecimento. A aprendizagem orientada pode ocorrer com maior ou menor intervenção do terceiro elemento no processo.

Memória é o processo de aquisição, pelo qual o sistema cognitivo seleciona e armazena informações. A memória permite a solicitação de informações consciente ou inconscientemente.

Lent (2001 : 588 e 594) referindo-se a memória descreve-a como a capacidade que tem o homem e os animais de armazenar informações que possam ser recuperadas e utilizadas posteriormente e de certo modo, pode ser vista como o conjunto de processos neurobiológicos e neuropsicológicos que permitem a aprendizagem.

Fialho (2001;78/79) diz que ao mesmo tempo que temos várias memórias, como : - as secretas; as sensoriais, as emocionais, a cortical, etc., temos uma só memória que é a integração de todas as memórias .

No processo de aquisição de conhecimento acontece a entrada desse no sistema nervoso. A origem dele pode ser os sentidos, os pensamentos, ou as emoções do sujeito. Tanto um como outro são selecionados e enviados para a cognição. Após esse processo eles são armazenados pelo tempo determinado pela retenção da memória que na maioria das vezes é temporária, chamando-se a perda da informação de esquecimento que pode acontecer em alguns momentos, algum tempo ou depois de muito tempo. Há, ainda, memórias que são consolidadas por toda a vida do sujeito.

Desse modo, a memória pode armazenar informações que estão sujeitas ao tempo de retenção de interesse do sujeito que pode ser ultra-rápida, de curta duração e de longa duração. Do mesmo modo, a natureza dessa memória está subordinada há vários tipos, de acordo com a origem de sua aquisição.

Foram classificados alguns tipos e naturezas de memória com os quais foi composto o quadro abaixo, compilado de Lent (2001; 593).

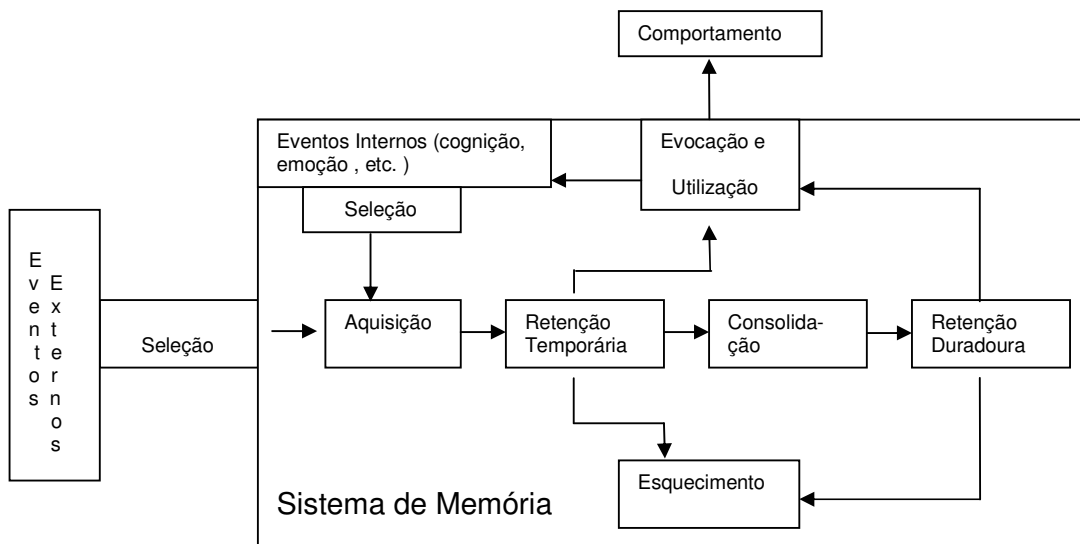
Quadro 1 – Tipos e Natureza de Memórias

TIPOS E NATUREZA DE MEMÓRIAS		
Classificação	Tipos e Subtipos	Características
Quanto ao Tempo de Retenção	Ultra-Rápida	Dura de frações de segundos a alguns segundos.
	Curta Duração	Dura minutos ou horas, garante o sentido de continuidade do presente.
	Longa Duração	Dura horas ou anos, garante o registro do passado autobiográfico e dos conhecimentos do indivíduo.
Quanto à Natureza	Explícita ou Declarativa	Pode ser descrita por meio de palavras.
	Episódica	Tem referência temporal: memória de fatos seqüenciados.
	Semântica	Envolve conceitos atemporais: memória cultural.
	Implícita ou não-declarativa	Não pode ser descrita por meio de palavras.
	De represent. Perceptual	Representa imagens sem significado conhecido: memória pré-consciente.
	De procedimentos	Hábitos, habilidades e regras.
	Associativa	Associa dois ou mais estímulos (condicionamento clássico), ou um estímulo a uma certa resposta (condicionamento operante).
	Não Associativa	Atenua uma resposta (habituação) ou a aumenta (sensibilização) através da repetição de um mesmo estímulo.
Operacional	Permite o raciocínio e o planejamento do comportamento.	

Fonte: Lent, 2001; 593

Utilizando uma arquitetura hipotética do processamento funcional cognitivo de Lent (2001; 598), pode-se observar, no quadro abaixo, o funcionamento do sistema de memória.

Figura 1 : Sistema de Memória



Fonte: Lent 2001; 598

A importância da representação do sistema de memória é a visão geral das operações que o processo realiza para levar a cabo sua tarefa. Deste modo, pode-se perceber nesta arquitetura as duas origens da aquisição que são disponibilizadas para o processamento da ação, ou seja, a externa como a entrada de uma impressão ainda alheia ao esquema e a interna como a impressão existente no esquema.

Outra observação é a possibilidade de destino da informação, a partir das hipóteses possíveis, ou seja, armazenamento duradouro, esquecimento, uso imediato ou quase e disponibilização para outras aquisições.

Fialho (2001; 64) observa ainda, que há três classes dessa atividade, no Sistema de Memória:

- compreender;**
- raciocinar;**
- avaliar.**

Na estrutura acima pode-se identificar essas três atividades do sistema.

Encerra-se essa explanação sobre a Memória, citando-se Fialho que ao se expressar sobre a relevância do papel da memória no funcionamento cognitivo, assim escreve:

“As condições de funcionamento das operações de memorização e recuperação da memória constituem condicionantes para o exercício das atividades mentais. Isto também é verdade para as outras operações cognitivas elementares: identificação dos objetos, dos termos léxicos, julgamento que pertença a uma categoria e inferências perceptivas imediatas. (Fialho, 2001; 64)”.

Representação pode ser entendida como a organização das imagens da memória.

Fialho (2001;62) se refere à representação como construções que podem ser entendidas como sinônimo de compreensão, cuja natureza se reporta a conhecimento ou crenças. Destaca seu caráter particular e finalidades específicas, cuja culminância se dá pela conclusão da tarefa ou natureza das decisões. Caracteriza-se pela transitoriedade, ou seja, reporta-se à ocasião e ao conjunto de elementos da situação e tarefa a ser finalizada, sendo sua eficiência imediata em relação a essa. Deste modo, modificam-se de acordo com a tarefa a ser feita.

4.4 Origem e Evolução da IA

“ Para a inteligência artificial Ter sucesso precisamos de inteligência e de um artefato. O computador tem sido o artefato preferido. (Russel, 2004;15).”

A IA tem uma história relativamente recente nos termos em que a conhecemos contemporaneamente, sendo assim, julga-se necessário fazer um panorama geral de sua trajetória, a fim de que se possa avaliar sua evolução.

Busca-se em Coelho (1995; 24) alguns dados que contribuirão para esse intento. Assim, podemos dizer que a idéia de inteligência artificial foi concebida a partir das teses de Turing (1950). Essa é a idéia que nos anos 30 já havia sido apresentada sobre as máquinas que podiam aprender e ampliar sua ação além do meramente mecânico que podem jogar, raciocinar, aprender , perceber, formular conceitos, utilizar uma língua e pensar criativamente. Na realidade foi Turing quem descobriu que programas poderiam ser armazenados como dados na memória do computador e executados a seguir, formando a base dos computadores modernos.

Em 1940 surge a Cibernética aliada a diversos campos do conhecimento com o intuito de armazenar e recuperar memória. Assim, em 1948, na Universidade de Manchester surge o MADAM, primeiro computador eletrônico digital com programa armazenado a funcionar. Ele era capaz de decompor um número em seus fatores primos e preenchia as especificações teóricas de uma máquina de Turing embora não tivesse sido construída de acordo com o projeto de Turing ele participou entusiasticamente da expansão das faculdades originais da máquina. (Strathern, 2000; 71/72).

Dizer exatamente quando se iniciou o que hoje chamamos de Inteligência Artificial (IA) não se conseguiu apurar. Todavia, não se pode negar o mérito do primeiro impulso a criatividade de Turing, por seu pioneirismo em armazenar programas em máquinas capazes de processar dados.

Apesar das idéias em torno da IA terem seu início desde os anos 30 oficialmente a IA nasceu em 1956, quando em uma conferência em Dartmouth College, NH, USA, onde pode-se constata na proposta escrita por John McCarthy (Dartmouth), Marvin Minsky (Harvard), Nathaniel Rochester (IBM) e Claude Shannon (Bell Laboratories) e submetida a Rockefeller consta a intenção dos

autores de realizar “um estudo durante dois meses, por dez homens, sobre o tópico inteligência artificial”. Ao que tudo indica essa parece ser a primeira menção oficial à expressão “Inteligência Artificial.” (Bittencourt, 2001; 51).

Em 1960, John McCarthy criou o LISP – a primeira linguagem para pesquisa em Inteligência Artificial. Em 1961 Marvin Minsky um artigo intitulado “Steps towards Artificial Intelligence” (The Institute of Radio Engineers Proceedings, daí creditando-se a ele o nome da IA.

Em 1964 o famoso programa ELIZA, escrito por Joseph Weizenbaum, que imitava o comportamento de um psicanalista teve um forte impacto, dando a impressão de que estava próxima a época das “máquinas inteligentes”. Os anos 60 foram assim, um período de grande otimismo quanto à possibilidade de fazer um computador pensar.

Em 1970, com um bom crescimento da capacidade computacional, ao contrário do que se esperava, a produção das “máquinas inteligentes” parecia estar mais distante. O problema agora residia no desenvolvimento de algoritmos mais velozes.

Em 1972, na França, o PROLOG, criado por Alain Colmerauer, guiou os estudos em IA. Com o passar do tempo e a disseminação das técnicas de IA para várias áreas de conhecimento, linguagens como FORTRAN, BASIC e PASCAL, também foram utilizadas largamente.

Pierre Levy (1998) comentando sobre as linguagem avançadas de programação escreve:

“ [...] Fortran, Cobol ou Basic representam a primeira etapa marcante [...]; fornecem ferramentas de codificação dos algoritmos relativamente próximos do inglês comum, da matemática ou lógica usuais. As

linguagens descritivas ou não-processuais, melhoraram ainda mais a comunicação homem-máquina ao permitir definir o resultado procurado sem precisar procurar completamente a série ordenada de operações que levam a esse resultado. As linguagens descritivas como Prolog, estão totalmente desprovidas de instruções e contentam-se em definir as relações a partir das quais o computador deve deduzir conclusões lógicas. “ (Levy, 1998; 30/31).

Bittencourt (2001;50) referindo-se a evolução tecnológica dos computadores classifica-os em gerações:

- . primeira geração – válvulas;
- . segunda geração _ transistores;
- . terceira geração _ circuitos integrados;
- . quarta geração _ circuitos integrados de larga escala (vlsi).

Com a crescente necessidade da capacidade computacional, com o desenvolvimento de técnicas como Fuzzy, Sistemas Especialistas, Case- Based Reasoning, Algoritmos Genéticos, Redes Neurais Artificiais, e com o inerente paralelismo do atual acoplamento de várias técnicas, linguagens específicas para o tratamento de processamento paralelo foram desenvolvidas.

Atualmente, pode-se citar como alguns ramos da IA:

- Sistemas Especialistas;
- Redes Neurais;
- Robótica;
- Algoritmos Genéticos;
- Incerteza e Lógica Difusa;
- Processamento de Linguagem Natural, entre outras.

4.5 Fundamentação Teórica Da Inteligência Artificial

As pesquisas da IA estão presas não só a concepção de modelos, mas antes destes aos objetivos teóricos, cujo intento é a relação entre representação e contexto de mundo, reportando-se então, teoricamente, a conhecimentos necessários à resolução de problemas cotidianos do ser humano em suas interações vivenciais, ou seja, as teorias buscam a simulação de procedimentos humanos que levem a aquisição do senso comum.

Tal perspectiva demanda uma ação epistemológica que estude tipos de fatos sobre esse contexto, como eles poderão ser representados em um modelo que objetiva uma memória de computador, as regras que permitirão a esse computador obter conclusões legítimas a partir destes fatos e a conceituação adequada dos mesmos. Sobre essa problemática Bittencourt escreve:

“O problema da adequação epistemológica é o problema da correspondência entre o mundo externo e a representação propriamente dita. Em termos de representação grande parte da comunidade de IA tem preferência por uma representação na forma de uma linguagem simbólica como a lógica, constituída de um conjunto de símbolos e de um conjunto de relações sobre este símbolo.” (Bittencourt, 2001; 62)

Importando então, na verificação dos critérios usados para fundamentação das teorias que objetivam a concepção de modelos a ser implementados em computadores adequados ao processamento das representações específicas de cada um.

Como os aspectos epistemológicos envolvidos na teoria inerente a IA, envolvem conceitos específicos optou-se por listá-los, a partir da ordem apresentada por Bittencourt (2001; 662 a 66) e em seguida comentá-los.

Sobre a **adequação epistemológica** McCarthy e Hayes fizeram a primeira tentativa de formalismo epistemológico adequada a representação do senso comum, introduzindo conceitos como: tempo , espaço, objetivos, meios, etc. Entre estes novos conceitos destacam-se: situações, o estado completo do universo em um instante do tempo, fluentes, funções que indicam propriedades de situações ou que levam de uma situação a outra, representações baseadas em fluentes para causalidade, ação, estratégia conhecimento e capacidade.

Levesque (1996) destaca que para que uma representação lógica seja epistemologicamente adequada (representações vívidas) duas condições são necessárias:

- a existência de uma correspondência um para um entre certas classes de símbolos da representação e conjuntos de objetos de interesse no mundo externo;
- a existência, para cada representação simples no mundo externo, de uma relação na representação, de tal maneira que a representação entre dois símbolos da representação seja válida se, e somente se, a relação correspondente for válida entre os objetos correspondentes do mundo externo.

Bittencourt (2001;63) comentando essa questão lembra o problema da introspecção: caso seja necessário representar conhecimento não só sobre o mundo externo, mas também sobre a representação interna, isto é, caso seja necessário utilizar metac conhecimento, a representação adotada deve permitir que suas estruturas suportem a representação destas próprias estruturas, o que acarreta uma série de dificuldades teóricas e práticas. E da como solução a utilização de vários níveis de representação, cada nível sendo capaz de representar conhecimento a respeito do nível inferior

Essa suposição tem apoio na teoria construcionista (Capítulo III), Vigotsky aborda o fenômeno da abstração reflexionante e enfatiza a tese dos saltos qualitativos dos estágios de cognição nas zonas proximais de aprendizagem (ZPA).

A **adequação heurística** da IA refere-se a problemática da busca e das possibilidades disponibilizadas. Assim, trata da formalização e eficiência de um programa inteligente.

Deste modo é uma questão didática, pois se refere a regras e padrões de procedimento que devem ser obedecidos para que se obtenha a otimização do programa. A observação destes procedimentos na representação do conhecimento, objetivam como resultado uma simulação do conhecimento humano.

Bittencourt (2001;63/64) conclui que “Na estrutura de representação o conhecimento é representado por conjuntos de fragmentos (as porções de conhecimento que são acessadas pelo processo de raciocínio).”

Estando portanto a adequação heurística presa a dois aspectos referentes, respectivamente aos fragmentos de conhecimento e às estruturas que contém esses fragmentos.

Bittencourt (2001;64/65) ressalta as seguintes propriedades em relação aos **fragmentos de conhecimento** :

Granularidade – nível de detalhe da correspondência entre o nível de conhecimento entre os elementos disponíveis no mundo externo e os fragmentos de conhecimentos disponíveis para o processo de raciocínio.

Disponibilidade – modo como os fragmentos de conhecimento estão representados na representação, para disponibilização do raciocínio – explícito ou implícito. No caso de estarem implícito deve haver procedimentos de busca

(herança em hierarquia ou capacidade de inferência do processo de raciocínio). O espaço de armazenamento é quem vai determinar a representação.

Representação Declarativa ou Procedimental – fragmentos de conhecimento que podem ser obtidos diretamente através de algoritmos poupam o processo de raciocínio do trabalho de inferência destes fragmentos. Eficiência e clareza e de facilidade de modificação são os fatores que vão determinar essa colocação.

Credibilidade – o grau de incerteza dos fragmentos de conhecimento, caso haja, deve ser determinado o grau dessa incerteza, para que o processo de raciocínio possa operar com margem de segurança.

Quanto às propriedades da estrutura dos fragmentos de conhecimento que determinam a adequação heurística de uma representação são:

Modularidade – reporta-se a facilidade para adicionar ou modificar fragmentos de conhecimentos em uma representação. Fragmentos fracamente ligados podem ser estruturados de maneira modular e fragmentos altamente interdependentes apresentam dificuldades para serem representados de maneira modular.

Reflexibilidade – o modelo deve estar capacitado a representar conhecimento sobre sua representação para poder representar explicitamente a estrutura da representação utilizada para representar o conhecimento do mundo externo.

Cinco tipos principais de processos de raciocínio foram identificados. A adequação heurística de cada tipo de raciocínio só pode ser analisada no contexto de uma aplicação. São eles: **formal** (inf. **dedutiva**, inf. Indutiva, inf, abdutiva), **procedimental** (quando existe um algoritmo para determinar a solução de um problema relevante ao raciocínio corrente), **analógico** (determinar relações entre dois domínios de maneira que métodos de solução adequados para solucionar problemas em outro domínio), **raciocínio por abstração e generalização** (geração de conceitos a partir de exemplos e contra-exemplos. Ele

é utilizado, principalmente em aprendizagem de máquinas), e **raciocínio em metanível** (manipulação de informação sobre a utilidade e disponibilidade do conhecimento sobre o domínio de trabalho).

Adequação Semântica - Trata-se de programação adequada que atribua a mesma os significados semânticos reconhecidos pelo ser humano e que portanto envolvem as relações desse com o mundo externo e a relação entre o mundo externo e a representação.

Este conjunto formado pelos elementos de representação e os objetos do mundo externo e seus respectivos operadores foram chamados por Furbach et al. de corpo de conhecimento. (Bittencourt,2001; 63).

Essa relação (Bittencourt,2001; 67) entre os dois corpos de conhecimento define a semântica da representação, que pode ser expressa das seguintes maneiras:

- informal – os significados das expressões utilizadas na representação são atribuídos intuitivamente a partir dos símbolos utilizados (semântica imprecisa, primeiros esforços da IA);
- procedimental – os significados das expressões da representação é definido pelo comportamento dos programas que a manipula (início da IA);
- descritiva – o significado das expressões da representação é estabelecido através de descrições precisas, em linguagem natural, de seu mundo a representar;
- de equivalência – os significados das expressões de representação são associados a expressões de

uma outra linguagem com semântica estabelecida (lógica, por exemplo).

Além desses aspectos epistemológicos, pode-se se verificar em Bittencourt que a IA fundamenta-se nos seguintes princípios:

- a simulação da inteligência requer conhecimento declarativo e algum tipo de mecanismo de raciocínio (o conexionismo não aceita e os moboticistas também não);
- a inteligência pode ser estudada independentemente dos detalhes de percepção (os moboticistas não aceitam);
- a evolução dos estados de conhecimento de um agente pode ser descrita em forma de linguagem , ou seja lógica ou natural (os moboticistas não aceitam);
- a inteligência pode ser estudada independentemente dos processos de aprendizagem, desenvolvimento psicológico e mudança evolutiva (um ramo do conexionismo aceita e outro não. Os moboticistas também não aceitam);
- existe uma arquitetura única na qual qualquer tipo de inteligência pode ser simulada (o enfoque lógico não a aceita, assim como os moboticistas).

Desse modo, é essencial para uma teoria do conhecimento que estude os processos de cognição humanos a partir do qual serão simuladas as

capacidades desse sistema. Neste sentido lista-se uma relação de capacidades referentes ao sistema nervoso explanadas no item 4.1, desse Capítulo, aqui especificando somente seu correspondente nas representações da IA, cuja fonte foi Nascimento JR e Yoneyama (2002; 2 a 4).

Sensação – sensores eletrônicos. Sua falta caracteriza-se pela falha deste ou de problemas de condução.

Percepção – percepções de diversas origens, como por exemplo, aquecimento.

Representação – organização de objetos de conhecimento. Processo de modelamento.

Conceituação - capacidade de operar os objetos organizados por classe.

Juízo - capacidade de operar por vínculos e as relações dos objetos.

Raciocínio – capacidade de dedução.

Memória - capacidade de armazenamento de informações para uso posterior.

Atenção - capacidade de se concentrar em determinada tarefa.

Consciência - é questionável se uma máquina poderá manifestar genuinamente tal atividade psíquica, apesar de poder produzir respostas inerentes a sua identidade (opera com base de dados).

Afetividade – não se acredita que a máquina possa realmente representa-la, apesar dos conhecimentos do banco de dados.

Linguagem – operações que envolvem expressões simbólicas verbais ou gráficas.

Aprendizagem – é fundamental para a IA e não pode prescindir da conceituação da conceituação adequada desses elementos.

Neste contexto, conhecimento e conceituação são fatores de suma importância para a IA, cujo objetivo teórico é desenvolver teorias do conhecimento que possibilitem a programação para a aprendizagem e a resolução de problemas. Para alcançar esse intento a IA procura simular os processos de cognição e psicológicos humanos, a fim de que os elementos desses sistemas possam ser representados nos modelos que serão implementados em computadores.

4.6 Paradigmas da Inteligência Artificial

“ Estamos na aurora de um formidável desenvolvimento da cebralidade artificial em redes e, nesse sentido, estamos também no alvorecer de uma nova idade do conhecimento.” (Edgar Morin, 1998; 127).

A tecnologia sempre participou da evolução humana, quer como aparato cognitivo, na subjetividade simbólica da linguagem, ou em outros aparatos inerentes a criatividade que sempre povoaram a existência do homem, atuando como agentes que enquanto mediadores entre ele e o mundo, modificaram seu modo de vida, seu pensamento e seu mundo.

As formas de representação do cérebro e da mente humanos, através de modelos da IA, coloca a tecnologia atual como forma de representação do pensamento humano, somente tornada possível pela configuração cultural e tecnológica contemporânea.

Essa tentativa que ultrapassa os limites do humano somente foi possível a partir da concepção do computador. Assim, atualmente existem duas principais linhas de pesquisas na IA a Simbólica e a Conexionista ambas, segundo Del Nero (1998; 180), apostando na noção de relação entre objetos-símbolos para desvendar a mente .Na primeira essa relação se daria mediante regras lógicas e, na segunda, mediante regularidade.

O paradigma Simbólico investiga a modelagem do sistema psicológico humano, no formato condição-ação que se baseia em conjuntos de regras e seqüência de caracteres. É conhecida como SISTEMA DE PRODUÇÃO, nome genérico para todos os sistemas baseados em regras de produção. Assim, essa corrente investiga o processamento de informações a partir de operações envolvendo conhecimentos representados por símbolos e regras. Este modelo deu origem, entre outros, aos Sistemas Especialista SEs que segue este formato de regras e objetiva reproduzir o comportamento de especialistas humanos na resolução de problemas, aqui destacado por constituir a fundamentação do modelo proposto, nesse trabalho.

O paradigma Conexionista investiga a simulação de comportamentos inteligente, criando modelos baseados na estrutura e funcionamento do cérebro humano. Esses estudos deram origem a área de Redes Neurais Artificiais. Esta corrente pesquisa o comportamento inteligente a partir do modelo do cérebro humano.

Desse modo, desde o início da IA duas escolas de pensamento dividem suas pesquisas: a do **pensamento simbólico** que aposta na criação de programas que possam imitar a inteligência humana envolvendo funções como raciocínio, aprendizagem e outras em tarefas para as quais foi programado e a **conexionista** que aposta na criação de máquinas inteligentes que imitem os modos da construção do cérebro humano para aprender a realizar tarefas através da resolução de problemas baseando-se em exemplos, ou seja sem programação.

4.6.1 Linha Da Inteligência Artificial Conexionista - IAC

A **Linha Conexionista** baseia-se em padrões e regularidades, constituídos por recorrência e frequência. Postula a construção de neurocomputadores, estando assim fundamentada no funcionamento biológico do cérebro, dos neurônios e das conexões neurais. É conhecida por Redes Neurais Artificiais (RNA), Computação Neural, Conexionismo ou Processamento Paralelo Distribuído.

Um modelo conexionista é uma ferramenta que possui grande número de processadores interconectados operando paralelamente, na busca por comportamento inteligente, vejamos o que Barreto diz, sobre o modelo conexionista:

“Na IA conexionista, acredita-se que construindo uma máquina que imite a estrutura do cérebro, ela apresentará inteligência como comportamento emergente”.(Barreto in Koehler, 1998).

Os modelos procuram simular as redes neuronais, tendo como intento capacitar o protótipo à solução de problemas. São capazes de aprender através de exemplos de resoluções de problemas passados, a partir do sinal de entrada do novo problema ao qual ele analisa o sinal e procura um padrão que aprendido é generalizado com este e com outros similares . Com esse objetivo a metodologia prioriza as seguintes capacidades:

Aprendizagem - Bom Desempenho – Imunidade ao Ruído – Possibilidade de Simulação do Raciocínio.

Mecanismos conexionistas são sensíveis aos inputs do ambiente e podem trabalhar em sintonia com dispositivos simbólicos, constituindo um sistema cognitivo híbrido. Plunket (1997;56).

A idéia da simulação das redes neurais humanas foi de John von Neumann, em 1947 e consiste em centralizar todas as operações em um processador muito poderoso e complexo, sendo esse o princípio da maioria dos computadores digitais atuais. Este modelo caracteriza-se pela velocidade e complexidade.

Hecht-Nielsen, (1990), propôs a seguinte definição sobre Rede Neural Artificial:

“ Uma rede neural artificial é uma estrutura que processa informação de forma paralela e distribuída e que consiste de unidades computacionais (as quais podem possuir uma memória local e podem executar operações locais) interconectadas por canais unidirecionais chamados de **conexões** . . “(Hecht-Nielsen in Nascimento, 2002; 115).

Assim, cada unidade computacional possui uma única conexão de saída, mais que pode ter quantas conexões laterais que for preciso. Entendendo-se que essas conexões possuirão o mesmo sinal que poderá ser contínuo ou discreto. Resultando que o processamento de cada unidade computacional pode ser arbitrário, mais dependerá somente dos valores atuais de entrada que chegam a essa unidade pelas conexões e dos valores armazenados na memória local da unidade.

Á definição comporta vários modelos de Redes Neurais Artificiais, todavia cada modelo obedece a uma característica que necessariamente terão oito itens essenciais, conforme descrição e ilustração, abaixo cuja fonte é Nascimento JR e Yoneiama (2002; 116) :

- _ um conjunto de unidades computacionais;
- _ um estado de ativação para cada unidade simbolizado por a_i ;
- _ uma função de saída F para cada unidade, ou seja $out_i = F(a_i)$;

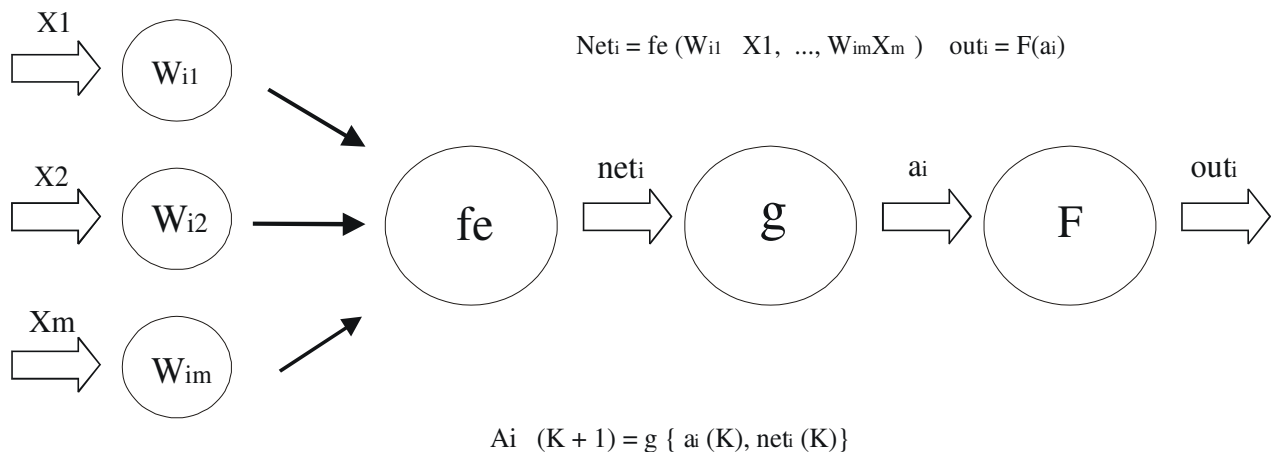
_ um padrão de conectividade entre as unidades (a topologia da rede) o qual é definido pela rede (cálculo de net_i) ;

_ uma regra de ativação usada para atualizar o estado de ativação de cada unidade usando o valor atual do estado de ativação e as entradas recebidas de outras unidades geralmente da forma $a_i(k+1) + g\{a_i(k), net_i(k)\}$;

_ um ambiente externo que fornece informação para a rede e/ou interage com ela;

_ uma regra de aprendizado usada para modificar o padrão de conectividade da rede, usando informação fornecida pelo ambiente externo, ou seja, para modificar a matrix de pesos W .

Figura 2 - Estrutura Geral de Uma Unidade Computacional.



Fonte Nascimento Jr e Yoneyama ,2000; 116.

Verifica-se neste modelo baseado em MacCulloch e Pitts (1945), um sistema dinâmico, onde se pode perceber a seqüência das funções, ou seja, os sinais captados na entrada, seqüencialmente cada um vai ser multiplicado por um peso que vai influenciar na saída, a seguir os sinais são somados produzindo um

nível de atividade, se essa atividade ultrapassar um limite predeterminado produz uma resposta.

A arquitetura de redes neurais são quase todas organizadas em camadas: camada de entrada (um conjunto de neurônios de entrada), camadas intermediárias onde os elementos de entrada são processados (um conjunto de neurônios intermediários) , camada de saída onde o resultado após concluído é apresentado (um conjunto de neurônios de saída).

Ao descrever o desencadeamento seqüencial das funções de uma estrutura neural Lippmann (1987: 23) referindo-se as funções do neurônio de entrada e os tipos desse neurônio, assim se expressa:

“Um neurônio soma todos os pesos das entradas e passa o resultado para uma função de ativação não linear. Há três tipos de não linearidade: limitadores elevados; elementos limiares lógicos e não linearidades sigmóides.

O comportamento da rede neuronal pode ser formalizado matematicamente através de ferramentas formais da álgebra. Assim, usualmente a representação de aprendizado é codificada por um conjunto de regras formais, para a solução de um problema de aprendizado, representado pelo algoritmo.

Ackley (1985) referindo-se ao aprendizado da rede por algoritmo de aprendizado o conjunto de regras bem definidas para um conjunto de aprendizado. Como existem muitos tipos para redes neurais, estes algoritmos diferem entre si principalmente pelo modo como os pesos são modificados.”

Nesse sentido os paradigmas de aprendizado utilizados atualmente são os seguintes:

Aprendizado Supervisionado – necessita de um agente externo que vai indicar a rede a resposta desejada para o padrão de entrada.

Aprendizado Não Supervisionado – Está implícita a auto-organização da rede, não sendo necessária a intervenção de um agente externo que indique a resposta desejada para os padrões de entrada.

Reforço - supõe a crítica externa para avaliação da resposta fornecida pela rede.

A partir do modelo de Rosenblatt (1957) diversos modelos foram propostos transcreve-se relação de modelos de redes neuronais, onde se destaca sua aplicação, vantagem e desvantagem, compilado de Bittencourt (2001;307).

Quadro 2 - Tipos de Modelos de Redes Neuronais

PERCEPTORES	
1) Perceptrons Rosenblatt e M.L. Minsky Aplicações - Reconhecimento de caracteres. Vantagens - Redes neuronais mais antigas. Desvantagens - Não reconhece padrões complexos, sensível a mudanças.	4) Hopfield J. J. Hopfield Aplicação - Recuperação de dados e fragmentos de imagens. Vantagens - Implementação em larga escala. Desvantagens - Sem aprendizagem, pesos preestabelecidos.
2) Kohonen T. Kohonen Aplicação - Reconhecimento de padrões não especificados. Vantagem - Auto-organização. Desvantagem - Pouco eficiente.	5) Bidirectional Associative Memories (BAM) B. Kosko Aplicação - Reconhecimento de padrões. Vantagem – Estável Desvantagem Pouco eficiente .
3) Counterpropagation R. Hecht-Nielsen Aplicação - Reconhecimento de padrões, análise estatística. Vantagens - Rapidez do treinamento . Desvantagens - Topologia complexa.	6) Backpropagation de Rumelhart Aplicação - Larga aplicação Vantagens - Rede mais utilizada, simples e eficiente. Desvantagens - Treinamento supervisionado, exige muitos exemplos.
	7) Kohonen T. Kohonen Aplicação Reconhecimento de padrões não especificados Vantagem Auto-organização Desvantagem Pouco eficiente

Fonte: Quadro confeccionado a partir de dados colhidos em Bittencourt , 2001; 307

Observa-se nos modelos apresentados que houve ampliação no que concerne a ampliação da aplicação dos modelos; quanto as vantagens pode-se observar que seguem uma linha de destinação pré-estabelecida a qual determinou aspectos mais ou menos complexos; no que diz respeito a desvantagem houve uma incidência da pouca eficiência dos modelos, mormente após a concepção do primeiro o que identifica a finalidade dos mesmos . Quanto à evolução chama atenção o modelo de Kohonen capaz de reconhecimento de padrões não especificados através da capacidade de auto-organização.

Bittencourt (2001;52) faz um histórico da IA simbólica e da evolução de seus objetivos a partir de relatório da MIT , o qual transcreve-se a seguir:

Clássica 1956-1970

Objetivo - Simular a inteligência humana.

Método - Solucionadores gerais de problemas e lógica.

P.Limitação - Subestimação da complexidade computacional dos problemas

Romântica 1970-1980

Objetivo - Simular a inteligência humana em situações pré-determinadas.

Métodos - Formalismos de representação de conhecimento adaptados ao tipo de problema; mecanismos de ligação procedural visando maior eficiência computacional.

P. Limitação - Subestimação da quantidade de conhecimento necessária para tratar

mesmo o mais banal problema de senso comum.

Moderna 1980-1990

Objetivo - Simular o comportamento de um especialista humano ao resolver problemas em um domínio específico.

Métodos - Sistemas de regras, representação da incerteza, conexionismo.

P. Limitação - Subestimação da complexidade do problema de aquisição de conhecimento.

4.6.2 Linha Da Inteligência Artificial Simbólica- IAS

Essa linha da IA segue uma abordagem cognitiva, estando assim assentada nos processos cognitivos (de raciocínio). Investiga comportamentos inteligentes do ser humano fundamentando-se nos aspectos psicológicos e em processos algoritmos. Quatro nomes significativos marcam a história da linha simbólica, John MacCarthy, Marvin Minsky, Newell e Simon.

Assim, busca sua representação na lógica simbólica, fundamentando-se no princípio discreto-digital , sim/não e aberto/fechado. Seu processamento baseia-se em regras, através da relação entre símbolos. A mente é representada pelo software, a nível da computação e está incumbido da delimitação do problema a ser resolvido. O cérebro é representado pelo hardware, a nível do algoritmo ou das regras de manipulação simbólica que vai construir as inferências que resolve o problema.

Baseando-se em dados de Bittencourt (2001), a década de 70 marca nova fase de desenvolvimento da IA com o aparecimento dos primeiros Sistemas Especialistas (SEs). Essa nova tecnologia da IA permitiu o desenvolvimento de sistemas com desempenho intelectual, em campos determinados, equivalente ao de um ser humano adulto, abrindo perspectivas de aplicações comerciais e industriais.

O desenvolvimento dos SEs propiciou uma série de avanços nas pesquisas que culminaram com a criação de sistemas capazes de desenvolver habilidades de conhecimentos especializados, memória institucional, flexibilidade no fornecimento de serviços, como consultas médicas, jurídicas, técnicas, etc.

Contemporaneamente a **IA simbólica** desenvolve pesquisas, principalmente nos sistemas especialistas, aprendizagem, representação de conhecimento, aquisição de conhecimento, tratamento de informação imperfeita, visão computacional, robótica, controle inteligente, inteligência artificial distribuída,

modelagem cognitiva, arquiteturas para sistemas inteligentes, linguagem natural e interfaces inteligentes.

Os SÉs fazem parte dos sistemas baseados em regras de produção, como método de representação de conhecimento, estando presos a categoria dos Sistemas de Produção. Esses sistemas se baseiam em **condição** → **ação** próprio da modelagem dos comportamentos que utilizam o padrão **estímulo** → **resposta**.

Especificamente, os SEs, afastando-se da idéia inicial dos Sistemas Simbólicos da representação do sistema psicológico racional, estão programados para reproduzir o comportamento de especialistas humanos na resolução de problemas.

Um SE é programado para inferir conclusões e deve ter competência para aprender novos conhecimentos para melhorar seu desempenho. Schank (1990;84) ao se referir a necessidade de guarnecer a arquitetura de um agente inteligente dos processos de aprendizagem, assim se expressou:

“Um agente/sistema não será verdadeiramente inteligente sem capacidade de aprender.” Schank.

Os SEs foram desenvolvidos para atender áreas específicas, portanto sua concepção envolve questões referentes a utilidade a qual o sistema se destina. Deste modo é possível classifica-los quanto às características de seu funcionamento, levando-se em consideração esses aspectos. Transcreve-se abaixo, dados obtidos em Fernandes (1996;26) que descrevem estas características.

Quadro 3 - Características de Funcionamento dos SEs

INTERPRETAÇÃO – sistemas de inferência de situações a partir de fatos aos quais analisa procurando determinar relações e seus significados.

DIAGNÓSTICO - Detectam falhas originadas da interpretação de dados.

MONITORAMENTO – Interpretação observações de sinais sobre o comportamento monitorado, verificando este comportamento, constantemente em limites pré-estabelecidos e emitindo sinais quando detectar necessidade de intervenção para o sucesso da execução.

PREDIÇÃO – Através de modelagem de dados passados e presentes o sistema permite determinada previsão futura.

PLANEJAMENTO – O programa é capaz de fazer um programa de iniciativas válidas para atingir determinado objetivo.

PROJETO – Este sistema tem características similares ao planejamento e carece de confecção de especificações para atender os objetivos dos requisitos particulares. É capaz de justificar a alternativa tomada para atingir as metas do projeto final e de utilizar essas justificativas para alternativas futuras.

DEPURAÇÃO – Possuem mecanismos que permitem fornecer soluções para falhas provocadas por distorção de dados. Automaticamente provê verificações nas diversas partes, incluindo mecanismos para validar cada etapa necessária em qualquer processo.

REPARO – Desenvolve e executa planos para administrar reparos verificados no diagnóstico. Segue um plano para administrar uma solução encontrada em uma etapa de diagnóstico. São poucos os sistemas desenvolvidos pela complexidade da tarefa.

INSTRUÇÃO – Possui mecanismos para verificar e corrigir aprendizagem. Incorpora como subsistema, um sistema de diagnóstico e de reparo a partir da hipótese do conhecimento do aprendiz. Age a partir de interações com o aprendiz e as vezes apresenta explicações a partir das quais sugere situações para análise do mesmo. Dependendo da evolução do aprendiz aumenta a complexidade das situações didaticamente até o nível intelectual desejável.

CONTROLE – Governa o comportamento geral de sistemas, também alheios a computação. É o sistema mais completo, de um modo geral, pois verifica os dados de uma situação atual a partir de dados passados, predizendo o futuro. Apresenta diagnósticos de possíveis problemas, formulando plano otimizado para sua correção. O plano apresentado é executado e monitorado para que o objetivo seja alcançado

Fonte – Fernandes, 1996; 26

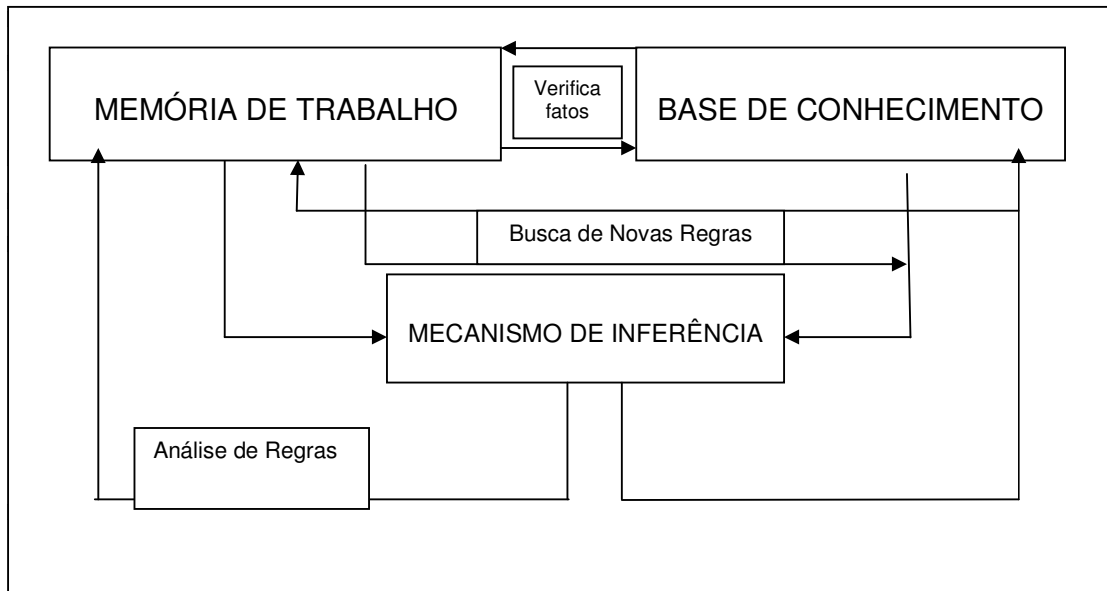
4.6.3 Estrutura de um Sistema Especialista

A estrutura de um SE, é composta de três elementos básicos:

- base de conhecimentos (banco de dados);

- mecanismo de inferência;
- memória de trabalho.

Figura 3: Arquitetura de um SE



Fonte Warteman (1984; 18)

Através dessa arquitetura pode-se perceber que a **base de conhecimento** é o conhecimento abstrato. Onde este conhecimento abstrato é armazenado em um conjunto de regras de produção do tipo *If - Then*.

A **memória de trabalho ou base de fatos** é o elemento que armazena o conhecimento concreto, ou seja o conhecimento que pode ser considerado fato antes do processo de inferenciação.

O **mecanismo de inferência** é o processador ou interpretador de conhecimento, sendo considerado o coração do SE. Sua principal função é combinar o conhecimento abstrato contido na base de regras, com o

conhecimento concreto armazenado na base de fatos, inferindo conclusões e gerando novos casos.

O processo de inferir novos fatos a partir de informações já disponíveis é conhecido por inferenciação ou encadeamento. Existem dois tipos de encadeamento “forward chaining” - para frente e “backward chaining” - para trás.

Sendo que, no encadeamento para frente, os antecedentes das regras determinam a busca, e a regra trabalha para frente para encontrar soluções, partindo dos fatos. Já no encadeamento para trás, os conseqüentes da regra é que determinam a busca e a regra trabalha para trás para encontrar fatos que suportem as hipóteses levantadas.

Assim, os SEs usam um sistema de regras de produção, uma base de dados de reconhecimentos, mecanismos de controle para indicar as regras a serem inseridas com os dados e utilizam-se da aplicação de conceitos de lógica.

4.6.4 Sistemas Especialistas VS. Programas Convencionais

As maiores diferenças entre programas convencionais e sistemas especialistas podem ser observadas na tabela abaixo obtida de Durkin (1994).

Tabela 1: Sistemas Especialistas VS. Programas Convencionais.

Programas Convencionais	Sistemas Especialistas
Enfoca a solução	Enfoca o Problema
Programador trabalhando só	Esforço em equipe
Desenvolvimento seqüencial	Desenvolvimento interativo

Fonte: Durkin (1994 p. 42).

A filosofia de programação dos programas existentes até então, ditos convencionais, consistia do processamento de “*procedures*” ou rotinas, sendo isto

chamado de programas procedimentais. Com o surgimento dos primeiros SEs, uma nova filosofia de programação é introduzida.

Os SE, através de seu mecanismo de inferência, realizam o processamento simbólico do conhecimento contido em sua base de regras, durante o processo de inferenciação, podendo usar o encadeamento para frente ou para trás, dependendo das características do problema que está sendo tratado.

A programação tradicional dirigida por “*procedures*” pode ser resumida assim: DADOS + ALGORITMO = PROGRAMA. Ou seja, o programa é constituído de uma grande massa de dados, composta na sua maior parte de números, e por um algoritmo, no qual o programador deve colocar todos os passos a serem executados.

Por outro lado, os SEs introduziram uma importante mudança no que se refere à filosofia de programação. A filosofia de programação destes sistemas passou a ser do tipo: CONHECIMENTO + INFERÊNCIAS = SISTEMA. (Forsyth *apud* TEIVE, 1997, p.39) Onde o sistema é composto por uma grande soma de conhecimento (base de conhecimento), constituído principalmente de sentenças declarativas (regras), as quais são combinadas no processo de inferenciação, gerenciado pelo mecanismo de inferência.

O grande ponto de diferenciação entre os dois tipos de programação pode ser resumido em: um programa convencional é **construído** enquanto que um sistema especialista é **cultivado**.

4.6.5 Sistemas Especialistas e Especialistas Humanos

Embora SEs e especialistas humanos possam em alguns casos desempenhar tarefas idênticas, as características de ambos são criticamente diversas. Mesmo havendo algumas vantagens evidentes dos Sistemas Especialistas eles não poderão substituir os especialistas “humanos” em todas as

situações devido a algumas limitações inerentes. Waterman (1986), nos apresenta algumas vantagens dos SE, frente ao especialista “humano”, vejamos a tabela a seguir:

Tabela 2 - Vantagens dos Sistemas Especialistas Frente ao Especialista Humano

Especialistas Humanos	Sistemas Especialistas
Precível	Permanente
Difícil de Transferir	Fácil de Transferir
Difícil de Documentar	Fácil de Documentar
Não Previsível	Consistente
Caro	Baixo Custo

Fonte: WATERMAN (1986, p.12)

Entretanto, o SE também apresenta limitações decorrentes da incapacidade dos computadores de emular todas as potencialidades da inteligência humana. Estas limitações estão apresentadas na tabela abaixo:

Tabela 3 - Desvantagens dos Sistemas, Frente ao Especialista Humano.

Especialistas Humanos	Sistema Especialista
Criativo	Sem inspiração
Adaptativo	Necessita de Comando
Experiência Sensorial	Entrada Simbólica
Visão Ampla na Resolução de Problemas	Foco Restrito
Bom Senso	Conhecimento Técnico

Fonte : Warteman, 1986; 14

Além das vantagens apresentadas na tabela 2, os SEs apresentam outras importantes características que são comuns a eles.

- Resolve problemas muito complexos tão bem quanto, ou melhor, que especialistas humanos;
- Raciocinam heurísticamente, usando o que os especialistas humanos consideram efetivamente regras práticas;
- Interagem com usuários humanos utilizando inclusive linguagem natural;
- Manipulam e raciocinam sobre descrições simbólicas;
- Funcionam com dados errados e regras incertas de julgamento;
- Contemplam hipóteses múltiplas simultaneamente;
- Explicam porque estão fazendo determinadas pergunta;
- Justificam suas conclusões.

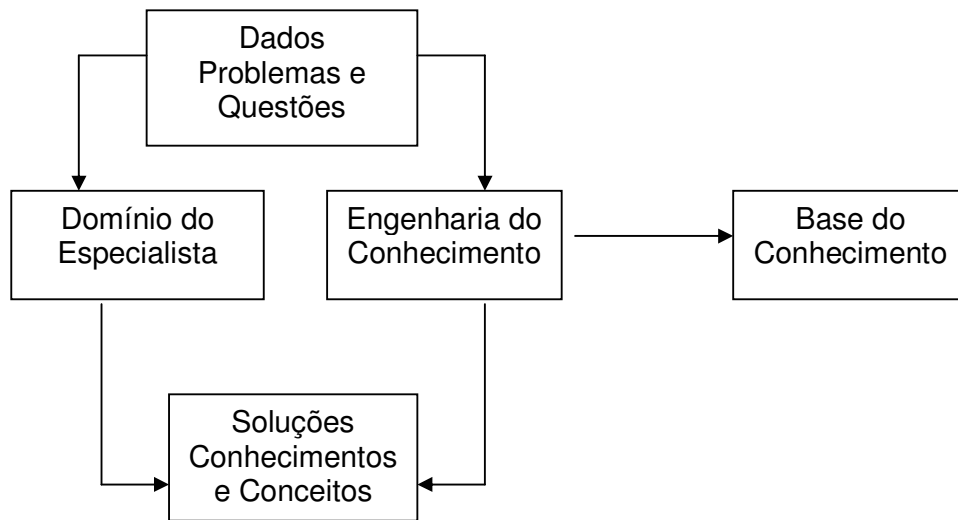
Então, podemos dizer que para uma boa utilização desta ferramenta é necessário que se observe as características do problema, verificando-se se as mesmas estão de acordo com as características funcionais destes sistemas.

Devemos ter em mente também que o SE é uma ferramenta extremamente útil para auxiliar o especialista em suas tarefas, podendo libera-lo de algumas atividades e facilitando o seu trabalho de uma forma geral.

4.6.6 Aquisição do Conhecimento de um Sistema Especialista

Aquisição do conhecimento é um processo de adquirir conhecimento de um ou mais especialistas ou qualquer outra fonte, que é geralmente executado pelo engenheiro de conhecimento. Em Waterman (1986), o processo de aquisição do conhecimento é representado através da figura 4, onde fica clara a interação existente entre o especialista e o engenheiro de conhecimento nesta etapa de aquisição do conhecimento.

Figura 4: Processo de Aquisição de Conhecimento.



Fonte Waterman (1986)

O engenheiro do conhecimento além de interagir com o especialista deve fazer a filtragem de todo o conhecimento necessário para a construção do Sistema Especialista, desprezando as informações que não são relevantes ao projeto.

Quando o processo de aquisição do conhecimento está completo, o engenheiro do conhecimento tem que decidir em qual método transformar o conhecimento, de uma forma consistente e compreendida pelo sistema especialista. Este processo é chamado de representação de conhecimento.

4.6.7 Representação do Conhecimento

Representação do Conhecimento é um passo importante no processo de desenvolvimento de Sistemas Especialistas. O conhecimento adquirido deve ser representado apropriadamente no computador, de tal forma que o mecanismo de inferências do SE possa não só interpretar este conhecimento, mas também processá-lo.

Para resolver seus problemas os humanos vão acumulando conhecimento desde o nascimento, que lhes permite agir de modo inteligente. Geralmente pensa-se que a capacidade dos humanos em resolver seus problemas é simplesmente pela acumulação de conhecimento. Porém, este processo não é tão simples, a armazenagem deste conhecimento envolve um ciclo completo de processamento da informação, que vai desde a coleta do conhecimento pelos sentidos, até seu armazenamento definitivo no cérebro (Rabuske, 1995).

Tratar conhecimento com mecanismos artificiais, como os computadores, não é fácil. Russel & Norvig (1995), esclarecem que para manipular conhecimento é primordial que se consiga formas de representá-lo. A representação do conhecimento é uma das áreas mais ativas da IA, envolvendo os maiores desafios.

Na IA, conhecimento é considerado o refinamento de informação, mesmo incompleto ou indistinto (*fuzzy*), ele consiste numa coleção de fatos relacionados, procedimentos, modelos, e heurísticas que podem ser usadas para resolver problemas ou sistemas de inferência.

Conhecimento é informação contextual organizada, aplicado para resolver problemas de percepção e aprendizagem. Varia em conteúdo e aspecto. Pode ser específico, geral, exato, indistinto (*fuzzy*), procedural, declarativo.

Veremos a seguir como adquirir conhecimento e algumas formas de representação do conhecimento.

O conhecimento obtido do especialista é codificado dentro do SE. Para isso adota-se técnicas de representação do conhecimento condizentes com o problema e com o tipo de conhecimento.

4.6.8 Regras de Produção (técnicas de representação do conhecimento)

Segundo Kandel (1996), regras de produção são um dos métodos mais populares de representação do conhecimento, pela sua facilidade de programação.

Uma regra de produção é composta de três partes:

- O nome da regra, o qual será identificado pelo mecanismo de inferências;
- A parte **If**, que é chamado de premissa ou antecedente de uma regra;
- A parte **Then**, que é chamado de conseqüente ou conclusão de uma regra.

A premissa de uma regra consiste em cláusulas que são interconectadas por operadores como **AND**, **NOT**, **OR**, etc. A conclusão da regra consiste somente em declarações verdadeiras para evitar ambigüidades.

As regras de produção podem ser representadas da seguinte forma:

- ◆ **Rule** nome da regra.
- ◆ **If P** (premissas).
- ◆ **Then C** (conclusões).

Em um SE o conhecimento transformado em um conjunto de regras e colocados na base de conhecimento. O sistema usa essas regras junto com as informações contidas na memória de trabalho para resolver o problema. Quando a parte **IF** da regra for igual às informações contidas na memória de trabalho, o sistema executa a ação especificada na parte **THEN** da regra. Quando isto ocorre, a regra dispara e as declarações da parte **THEN** são adicionadas na memória de trabalho. As novas declarações adicionadas na memória de trabalho podem também causar disparo de outras regras.

O processo envolvendo a seleção, disparo de regras e atualização da memória de trabalho, é denominado de inferenciação e realizado pelo mecanismo de inferências do **SE**.

4.6.9 Algoritmos Genéticos

“ A natureza parece ter construído o aparato da racionalidade não apenas sobre o aparato de regulação biológica, mas também a partir dele e com ele.” (Damásio, 1994; 143)

Esta ferramenta, apesar de pertencer aos sistemas de produção, não se utilizam do processamento de dados convencional.

Sobre essa característica Bittencourt (2001;309/310) esclarece que na solução de um problema eles não necessitam de conhecimento prévio para encontrar a solução.

Funcionam a partir da simulação num computador do processo de passagem da evolução natural. Deste modo, baseiam-se na Seleção Natural de Darwin, processo o qual imita, tendo assim como conceito chave a adaptação.

Bittencourt (2001;311/2) ao explicar as três idéias básicas da computação evolutiva, na simulação do processo de passagem de gerações na evolução natural, assim se expressa:

“ A criação de uma população de soluções, possivelmente obtida na sua primeira geração de modo aleatório, e na qual os indivíduos tenham registrado de modo intrínseco os parâmetros que descrevem uma possível solução ao problema posto.

A partir dessa primeira geração é criada uma entidade chamada função de avaliação que vai julgar cada um dos indivíduos da população e atribuir-lhe uma “nota” para o desempenho de cada um. Essa simulação é assexuada

Na “ terceira geração “ acontece a criação de operadores para aplicação na próxima geração e que se baseiam na evolução natural. Os principais operadores são : (i) recombinação que simula a troca de material genético entre os ancestrais (ii) mutação – esse operador realiza mudanças aleatórias no material genético. (iii) seleção escolhe um ou um par de indivíduos para gerar descendência. Essa simulação é sexuada.

Desse modo, pode-se entender esse processo como um sistema evolutivo no qual , inicialmente, as possíveis soluções para um caso surgem aleatoriamente. Essas soluções são chamadas de populações que são compostas por indivíduos, estes indivíduos nada mais são que as soluções dadas para o problema proposto. Assim, cada indivíduo é uma solução.

Esta representação do sistema é codificada do seguinte modo:

- indivíduos = parâmetros = genes;
- conjunto de genes = coleção de valores = cromossomos.

A seleção é feita a partir da adaptação ou avaliação do indivíduo em cada problema, para o qual é atribuído um número real.

O sistema escolhe um ou um par de indivíduos, através do valor a ele atribuído para efetivar a reprodução, ou seja, na simulação da próxima geração de indivíduos que vai compor o esquema de soluções possíveis do modelo, o

padrão de otimização será composto pela população descendente do gene, ou genes escolhido (s), ou seja os que melhor se adaptaram. Conforme a população aumenta, maior são as chances de seus componentes se aproximarem do melhor gene.

Deduz-se ainda, que não há uma só solução, mas muitas soluções para cada problema.

A utilização do algoritmo genético na resolução de um determinado problema depende fortemente da realização de dois importantes passos iniciais:

- Encontrar uma forma adequada de se representar soluções possíveis do problema em forma de cromossomo.
- Determinar uma função de avaliação que forneça uma medida do valor (da importância) de cada cromossomo gerado, no contexto do problema. (Sheble e Walters (1993).

4.6.10 Raciocínio Baseado em Casos - RBC

Weber (1998), define Raciocínio Baseado em Casos (RBC) como uma ferramenta da Inteligência Artificial (IA), que utiliza conhecimento de experiências passadas para resolver problemas atuais. O paradigma que sustenta esta técnica, que em muitos aspectos é fundamentalmente diferente das outras técnicas de IA, é a capacidade de utilizar o conhecimento específico de uma experiência anterior para resolver uma situação nova. Um problema novo é resolvido buscando um caso que seja similar, e reutilizando-o para este novo caso. Uma segunda diferença importante é que RBC retém cada nova experiência resolvida, tornando-a imediatamente disponível para a resolução de problemas futuros (Plaza e Amodt, 1994).

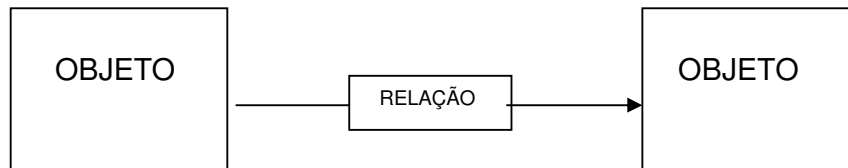
As arquiteturas de implementação de sistemas de RBC variam em conformidade com as tarefas e metas do sistema. Estes sistemas diferem de

outras técnicas de IA em virtude do conhecimento especialista estar representado em diversos módulos do sistema além de uma única base de conhecimento

4.6.11 Redes Semânticas

Nas redes semânticas o conhecimento é representado através de um conjunto de nós e arcos, onde os arcos conectam os nós e descrevem as relações entre eles, considerando que os nós representam objetos, conceitos ou eventos.

Figura 5: Estrutura das Redes Semânticas.



Fonte: desenvolvido pela autora.

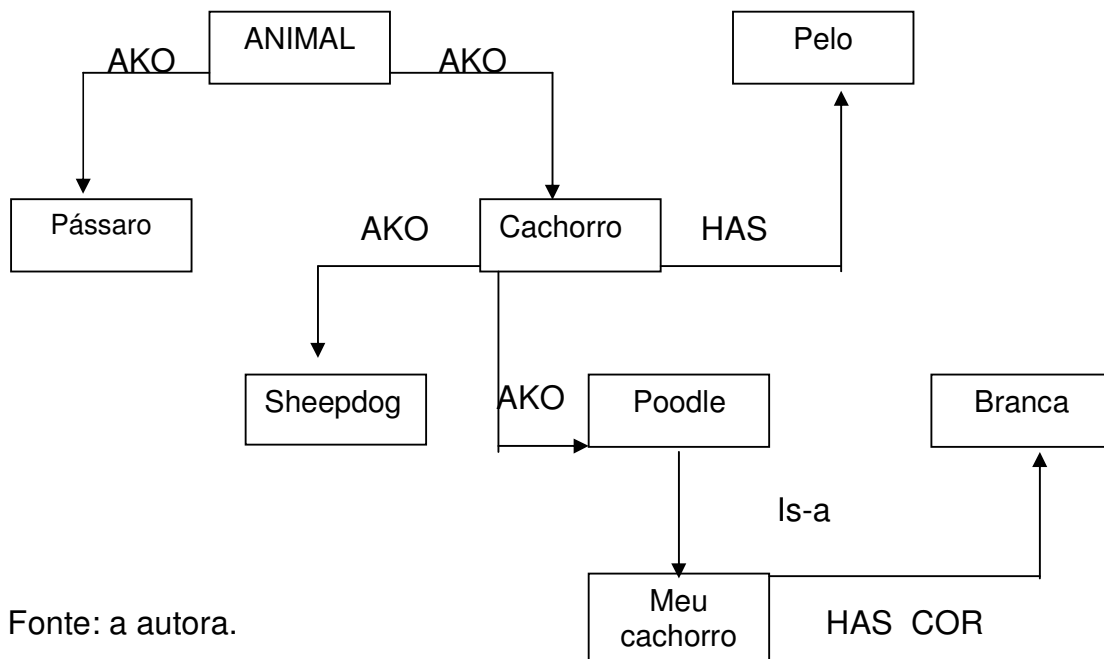
Os arcos podem ser definidos de várias formas, dependendo do tipo de conhecimento a ser representado, mas usualmente eles representam hierarquias, to tipo, *is_a*, *a_kind_of (ako)*, *has_a* e *has_part*.

De acordo com Durkin (1994), uma importante característica das redes semânticas é a sua propriedade de hierarquia. Os nós de níveis hierárquicos mais baixos (*tokens*) denotam indivíduos ou instâncias, e são conectados por arcos *is_a*, enquanto que os nós de níveis hierárquicos mais altos (*types*) representam classes ou categorias de indivíduos. Como um exemplo de redes semânticas, vejamos a figura a seguir:

Embora redes semânticas possam ser muito úteis e uma maneira elegante de representar o conhecimento, elas possuem algumas limitações: (Giarratano e Riley apud TEIVE, 1997, p.68-69):

- falta de relações padronizadas, dificultando assim a compreensão do objetivo da rede, bem como a sua consistência;
- em alguns casos, dependendo do tipo de questão de interesse, pode ocorrer explosão combinatorial na busca dos nós.

Figura 6 – Redes Semânticas com Arcos AKO, IS-A, E HAS.



Fonte: a autora.

4.6.12 - “Frames”

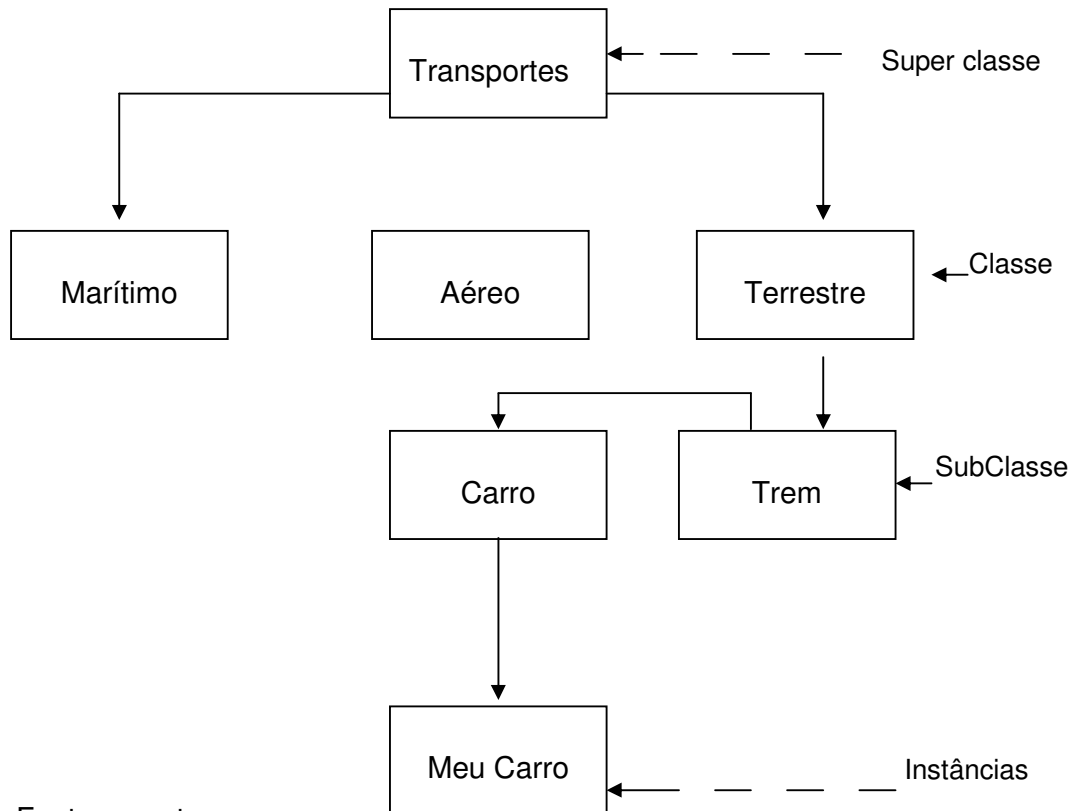
O termo “*frames*” no campo da inteligência artificial refere-se a uma estrutura de dados para representar conceitos e objetos. Similarmente as redes semânticas, os “*frames*” são estruturados de maneira gráfica e hierárquica.

A representação do conhecimento usando “*frames*” se constitui em uma rede de nós e relações, organizada de forma hierárquica, onde os nós do topo

representam conceitos gerais, e os nós inferiores representam instâncias mais específicas dos conceitos/objetos.

Na figura , abaixo, se pode observar um exemplo de representação de conhecimento usando “frames” .

Figura 7 - Representação do Conhecimento Usando “Frames”



Fonte : a autora

A relação mais básica entre os “nós” é a *relação pai – filho*, onde o “nó” pai representa uma classe de elementos enquanto que o “nó” filho representa a sub-classe da classe, ou membros específicos ou ainda instâncias desta classe. Esta característica pode ser chamada de herança entre “**frames**”, onde os “**frames**” dos níveis hierárquicos inferiores herdam as propriedades dos níveis mais altos. (Durkin, 1994).

A estrutura de “*frames*” é muito parecida com a estrutura de programação orientada a objetos, onde os atributos seriam representados por **slots**, e a estrutura de envio de mensagem são similares nos dois métodos.

Na figura 6, por exemplo, poderíamos Ter, para a super classe Transportes, um conjunto de slots representando algumas características de transportes, que valeriam tanto para transportes Aéreos, Marítimos ou Terrestres. Estes slots poderiam ser: meio-de-locomoção; velocidade, tipo de combustível.

Da mesma forma, as classes das super classe Transporte, podem Ter outros slots particulares, que são específicos de cada classe. Por exemplo, a classe terrestre poderia Ter os seguintes slots: capacidade, número-de-rodas.

Por sua vez, a classe dos Transportes pode conter várias subclasses que compartilham características comuns, e além disto podem ter características próprias, ou seja, *slots* específicos. Por exemplo, a sub-classe Carro poderia ter os seguintes *slots*: Marca; Modelo; N° de Portas.

Finalmente, cada sub-classe pode possuir instâncias, que estão em nível de indivíduos, sendo a máxima particularização possível que pode ser feita.

Poderíamos então ter a instância Meu_Carro, por exemplo, com os seguintes *slots*: Ano; Cor; Modelo, etc.

Para KANDEL (1996), “*frames*” são uma forma muito poderosa de representação do conhecimento, mas possuem algumas desvantagens:

- “*frames*” requerem grande capacidade de memória no computador, para armazenamento;
- os “*frames*” são representados de forma hierárquica, assim a busca ainda é lenta, embora seja mais rápida que a busca em redes semânticas;
- uma máquina de inferência muito sofisticada é necessária para inferir o conhecimento dos “*frames*” e para associar as propriedades dos *slots* quando ocorre hierarquia.

4.7 Técnicas de Raciocínio em IA

Segundo Rich & Knight (1993), com o avanço das pesquisas de IA, foram desenvolvidas técnicas para a manipulação de uma maior quantidade de conhecimento, houve progresso em várias tarefas e novas tarefas puderam ser executadas.

Com isto foram surgindo diversas linhas de pesquisa e técnicas diferentes, dentro do campo da IA, tais como: Sistemas Especialistas (SE); Raciocínio Baseado em Casos (RBC); Redes Neurais Artificiais; Sistemas Difusos; Algoritmos Genéticos; entre outras, cujas características já foram descritas nos itens anteriores. Estas técnicas têm mudado constantemente a cada aplicação, a cada novo problema, tornando-se cada vez mais elaboradas, mais complexas, e naturalmente mais "inteligentes".

Na tabela 4, podemos observar o tipo de raciocínio envolvido em algumas das técnicas de IA.

Tabela 4: Tipos de Raciocínio Envolvidos nas Técnicas de IA.

TÉCNICA	RACIOCÍNIO
SISTEMAS ESPECIALISTAS	SIMBÓLICO
RACIOCÍNIO BASEADO EM CASO	ANALÓGICO
ALGORÍTMOS GENÉRICOS	INDUTIVO
REDES NEURAIS	ASSOCIATIVO

As vantagens e limitações de cada técnica variam de acordo com a aplicação e o problema em questão. Podemos abordar aqui algumas vantagens e desvantagens de uma maneira geral de algumas técnicas da Inteligência Artificial.

Tabela 5 : Vantagens e Desvantagens das Ferramentas de IA

FERRAMENTA	VANTAGENS	DESVANTAGEM
Sistemas Especialistas	Explica a inferência Facilita a transformação de conhecimentos em Código. Trata as incertezas.	Atualização da base de regras Demorando (as vezes). Não possuir conhecimento do senso comum. Dificuldade de lidar com situações inesperadas.
Raciocínio Baseado em Casos - RBC	Facilidade de implementação e adaptabilidade a um grande número de do domínio de conhecimentos.	Aprendizagem não incremental exige um número mínimo de exemplos para funcionar.
Algoritmos	São independentes do domínio do problema.	Não possibilitam uma solução única acabada e definitiva.
Redes Neurais	Aprendizado através de exemplos, a capacidade de generalização é a execução em tempo real.	Interpletabilidade. Lentidão na convergência.

Fonte: dados coletados pela autora.

4.8 Comentários

Este capítulo procurou apresentar a revisão bibliográfica sobre alguns aspectos da Inteligência Artificial, buscando, inicialmente, embasamento teórico na Psicologia Cognitiva, na Teoria Construtivista Interacionista e na abordagem proposta da Neuropsicologia. Deu ênfase nos Sistemas Baseados em Conhecimento, por constituir o embasamento do modelo proposto.

Situou o campo de atuação da Inteligência Artificial expondo seu objetivo principal e abordando seus dois campos de estudos, ou seja, a teórica e sua aplicação que se fundamentam, respectivamente na Psicologia Cognitiva e na Computação.

Apresentou as duas linhas de pesquisa da Inteligência Artificial, explanando características de suas ferramentas, porém procurando aprofundar-se no paradigma simbólico que utiliza o modelo cognitivo humano para simular o comportamento inteligente, baseado em princípios da Psicologia Cognitiva, entendendo a necessidade da definição do domínio do problema para que se possa ter idéia de como será resolvido.

Apreciou a atuação da Engenharia do Conhecimento dentro das diversas técnicas da IA. Enfatizando sua atuação como responsável pela extração e representação dos conteúdos de conhecimento dos SEs, demonstrando algumas técnicas de lógica, inferências e o papel formalizador dos algoritmos em modelagens de IA, por eles utilizados para representação de conteúdos de conhecimentos, sua utilização e formulação de ação, objetivando a resolução de problemas.

No próximo capítulo apresentaremos o modelo proposto.

CAPITULO V

MODELO PROPOSTO

5. Introdução

As dificuldades inerentes aos estudos de aluno que, em face de preparo para prestar exames, tanto ao nível de Ensino Médio Supletivo, quanto ao Exame Vestibular para ingresso no Ensino Universitário, recaem na falta de plano de estudos personalizados e na necessidade de pronto atendimento especializado na aprendizagem promovida pelo próprio educando que ocorre fora das horas dedicadas a explicações e explicações docentes, no recinto da sala de aula.

A falta de planejamento dos estudos, de acordo com a necessidade de cada estudante, resulta na perda de tempo, numa etapa em que qualquer fator que se apresente como perturbador do processo de aprendizagem é prejudicial ao mesmo. Tal fato desestabiliza o estudante podendo acarretar conseqüências de ordem psicológica que refletirão em sua aprendizagem.

Quanto a dificuldade de apoio em estudos fora das aulas, na maioria das vezes, tem como conseqüência promover a desistência, temporária, ao estudo do tema pretendido até que o estudante encontre o professor, a fim de tirar as dúvidas que o impediram de continuar estudando.

Esse intervalo de tempo entre o interesse imediato motivado pela vontade do sujeito e o impedimento de sua ação, a fim de realizar seu desejo resulta em desestímulo que pode resultar em desistência.

Numa perspectiva cognitiva, a motivação esta centrada na razão pela qual a ação é iniciada, estando, portanto, presa a juízos de valor do sujeito e tendo um fim ou uma meta.

Psicologicamente esse tipo de motivo não tem estímulo biológico prende-se a reações que tem fundamento no social, na ideologia que determina as ações do sujeito, a fim de que o mesmo se integre ao seu contexto social. Origina-se e estimula-se em sua subjetividade. É intrínseco, depende de seu desejo, é determinado por sua razão.

Sendo assim, é passível de desistência se não encontrar subsídios que alimentem sua motivação. A falta de explicação necessária que permita o prosseguimento aos estudos iniciados, quando há motivação suficiente para impelir o sujeito à ação, pode resultar na desistência, principalmente levando-se em conta o estado emocional do indivíduo frente a premente situação dos exames a que ira se submeter e ao vasto material a ser estudado.

Neste capítulo apresenta-se modelo computacional que objetiva minimizar a problemática exposta, a partir das vantagens oferecidas pela IA que também se passa a enfatizar.

5.1 Descrição do Modelo Proposto

Objetivando apoiar ações do sujeito, tanto no preparo aos Exames Supletivos para conclusão do Ensino Médio, quanto nos Exames Vestibulares ao ingresso ao Ensino Universitário e baseando-se nos fundamentos dos modelos de IA que se utilizam dos Sistemas Especiais em sua concepção, idealizou-se modelo visando auxiliar o estudante, a partir da disponibilização de conteúdos didáticos necessários para que alcancem sua meta, ou seja aprovação nos exames.

Esse modelo deverá ser capaz de realizar tarefas como:

- verificar os conhecimentos necessários para se trabalhar em determinada matéria (conteúdo), ou seja, depois do usuário selecionar a matéria a ser estudada o programa deverá ser capaz de determinar os conteúdos necessários para que o usuário adquira conhecimentos capazes de o habilitarem na utilização dos mesmos.

Os conhecimentos serão fornecidos pelo Coordenador de Área e comporão a base de dados do modelo;

- averiguar a necessidade de aprendizagem do aluno. O modelo deverá apresentar os itens e sub-itens inerentes aos conhecimentos solicitados, ressaltando os que necessitam subsídios para seu entendimento e quais são eles, a partir dos quais o aluno seleciona o de seu interesse. Esse recurso permite-lhe acessar somente os conteúdos de seu interesse, além de também permitir que se organize na seleção dos conteúdos, no que diz respeito à ordem de aprendizagem dos conhecimentos. A grande vantagem consiste em que o aluno tenha acesso somente ao assunto que necessita e não perca tempo com conteúdos que já conhece;

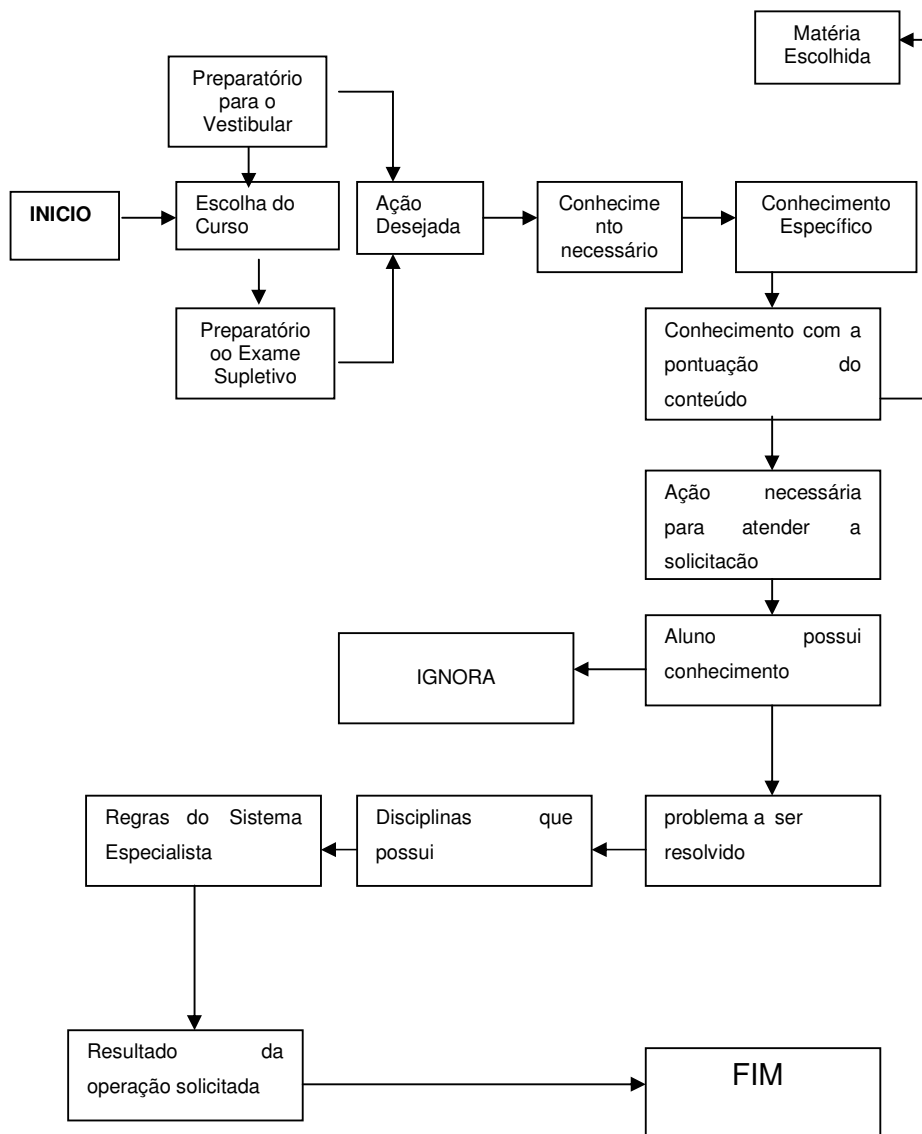
- verificar, dentro dos contextos propostos, quais as necessidades de aprendizagem do usuário e elaborar um programa de estudos que será proposto ao mesmo. Esse programa poderá ser alterado pelo usuário e examinado pelo modelo, com a finalidade de avaliar sua eficácia para a meta a ser alcançada, devendo propor sugestões e justificá-las, a fim de que possa ajudá-lo a alcançar sua meta;

- fornecer cronograma básico de estudos, contendo dia da semana, hora, matéria, professor e local, de acordo com dados fornecidos pelo Coordenador.

Visando atendimento contínuo, na forma de aprofundamento deve ser capaz de:

- fornecer explicações, na forma de aprofundamento de detalhes necessários a aprendizagem quando solicitado, indicando bibliografia inerente e outros recursos via Internet e suas ferramentas que poderão ser acessados para melhor entendimento do assunto estudado;
- relacionar, na medida do possível e guardando os limites de tempo disponível do usuário, os assuntos das matérias a serem estudadas com outras matérias, a fim de que o usuário possa ter a noção de totalidade inerente aos conhecimentos em seu contexto, entendendo-o com um todo e não como itens estanques que não guardam relacionamento entre si;
- possuir uma ferramenta de IA que permita ao Coordenador de área eliminar ou acrescentar conteúdos, a fim de possibilitar a melhor adequação as necessidades do usuário e a atualização dos conhecimentos;
- propor testes de verificação da aprendizagem, quando solicitado pelo usuário ou disponibilizando-os de acordo com as etapas de estudo propostas, procedendo a sua avaliação, disponibilizando resultados e propondo sugestões a respeito dos mesmos;
- de acordo com dados colhidos nas avaliações de aprendizagens do usuário, o modelo deverá ser capaz de propor novo esquema de estudos, com a finalidade de sanar déficits na aprendizagem do aluno.

Figura 8 - Esquema do Modelo Proposto



Fonte: elaborado pela autora

5.2 Metodologia do Sistema

Nesta seção apresentaremos a metodologia que orienta o modelo proposto.

Para confecção do modelo elegeu-se a linha Simbólica da IA por fundamentar-se em aspectos psicológicos do ser humano, baseando-se em processos cognitivos. Utilizando-se de raciocínio simbólico em seu processamento.

Dentro dessa linha de pesquisa o Sistema Especialista foi à opção escolhida por melhor se adequar as necessidades do modelo proposto, apresentando vantagens, como dar explicação das inferências efetuadas e facilitar a transformação dos conhecimentos em códigos o que facilita o aluno a acompanhar o raciocínio usado na resolução de problemas, a introdução ou retirada de conhecimentos e o próprio sistema de tratar das incertezas.

Os conhecimentos selecionados pelos especialistas de cada áreas do conhecimento (Coordenadores) serão transformados em regras e passarão a constituir, na forma abstrata, a base de dados do modelo, ou base de regras. Assim, o sistema é baseado em regras.

A base de trabalho será composta pelos conhecimentos concretos, selecionados pelos especialistas de cada área (Coordenadores).

5.3 Valores dos Tópicos e Valores das Disciplinas

Cada disciplina comporta determinados conteúdos inerentes a sua especificidade, para as quais existem conhecimentos necessários. Estes conhecimentos serão fornecidos pelo professor da área e será com eles que o modelo poderá trabalhar.

Para os conteúdo de cada disciplina o valor do tópico de conhecimento muda, conforme pode ser observado na tela abaixo:

Tabela 5 – Valor do Tópico na Disciplina

VALORES ATRIBUÍDOS AOS TÓPICOS DA DISCIPLINA DE MATEMÁTICA		
Conhecimentos Necessários	OPERAÇÕES COM INCÓGNITAS	M.M.C.
ALGÉBRICO		
FRAÇÕES ALGÉBRICAS	3	5
EQUAÇÕES LITERAIS	5	1
EQUAÇÕES FRACIONÁRIAS	5	5
SISTEMAS LITERAIS	5	1

Fonte: tabela Idealizada Pela Autora

No quadro acima pode-se observar que cada conhecimento possui um grau de importância para determinada aprendizagem. Este valor é fornecido pelo Coordenador da área que vai atribuir uma escala de valores de acordo com a necessidade do assunto para a aprendizagem de determinado tópico.

O módulo da IA fará os acertos necessários para as demais solicitações do usuário, a partir de deduções lógicas para as quais foi capacitado no projeto.

A escala de valores de importância dos assuntos a serem abordados nos tópicos pode variar em escala de, por exemplo, 5 pontos a 1, como:

- . **5** Essencial
- . **4** Muito Importante
- . **3** Importante
- . **2** Bom Saber
- . **1** Não Considerar

Nas matérias oferecidas verifica-se junto a cada professor qual os tópicos de conhecimento que serão abordados na sua disciplina. O modelo vai verificar

em quais disciplinas estão incluídos aqueles tópicos que o usuário necessita realmente ter conhecimento, atribuindo o valor de importância, de acordo com a escala de valores, para cada tópico na disciplina.

5.4 Averiguação do Conhecimento do Aluno

Idealizou-se o modelo com capacidade de operar interativamente. Desse modo, pode-se trabalhar com duas possibilidades:

- na primeira o professor faz um pré-teste e identifica as matérias que o aluno tem conhecimentos suficientes, não necessitando, portanto retornar aqueles estudos. Nesse caso, o Coordenador fornece esses dados ao modelo;

- na Segunda o modelo oferece a listagem dos tópicos ao aluno que indicará os conteúdos aos quais já tem conhecimento.

Baseado nesses dados o modelo, desconsidera os tópicos que não são de interesse do aluno e passa a trabalhar somente com o que for necessário para sua aprendizagem.

Assim, cada usuário deve possuir uma senha de acesso a seu programa de estudos que, automaticamente será personalizado pelo modelo.

Na suposição do usuário ter dúvidas quanto aos tópicos a serem estudados poderá pedir ajuda ao modelo que terá capacidade de selecionar os tópicos mais importantes para embasamento de estudos de outros tópicos da disciplina.

5.5 Selecionar Disciplinas Potenciais

Tendo conhecimento das disciplinas que o aluno deseja obter conhecimento, o modelo, a partir dos dados fornecidos pelos especialistas (Coordenadores das áreas de conhecimentos) seleciona todas as disciplinas cujos tópicos possuam aqueles conteúdos.

Deste modo, o modelo pode oferecer ao usuário os tópicos inerentes as disciplinas ressaltando sua aplicação e valor de importância nos diversos tópicos da qual é pré - requisito para o conhecimento da aprendizagem.

O modelo previamente programado será capaz de fornecer lista ordenada dos conteúdos potenciais, selecionando as disciplinas que possuem os tópicos a ser estudados e fornecendo seu grau de importância.

Assim, o Valor da Disciplina (VD) e o Grau de Importância do Conhecimento na Linha de Aprendizagem (GILP) constituem referencial com os quais podemos compor a seguinte equação:

$$VD = \sum (GILP)$$

5.6 Eliminar Conflitos

O modelo tem capacidade de, após as selecionar as disciplinas potenciais verificar se existem conflitos entre as mesmas, como por exemplo, no caso de uma disciplina ter um valor menor do que outras, mas, entretanto, ter mais tópicos de interesse do aluno. O modelo possui uma técnica de IA que através de regras de produção, lhe permite resolver vários tipos de conflitos entre as disciplinas potenciais de interesse do usuário.

Bittencourt (2001;273) ao descrever o sistema de resolução de conflitos de um SE, esclarece que um motor de inferência dispõe de um conjunto de regras que satisfazem a situação atual do problema, chamado de conjunto de conflitos.

Assim, se esse conjunto estiver vazio a execução é terminada, se for ao contrário é necessário escolher que regras serão realmente executadas e em que ordem. Normalmente essas regras são : prioridades atribuídas estatisticamente, características da estrutura, características dos dados, seleção ao acaso. E acrescenta que os melhores ASE's podem combinar mais de um método de resolução de conflito e dispõem de diversos métodos que podem ser escolhidos pelo usuário quais e em que ordem serão utilizados.

Através de regras de produção acrescentam-se ou eliminam-se disciplinas. Assim, de acordo com o perfil ou da meta de estudos do aluno pode-se fazer alterações nas disciplinas para seu programa de estudos.

Tal alternativa pode acontecer nos casos seguintes:

- semelhanças entre disciplinas;
- seqüências de disciplinas : **se** disciplina A **e** disciplina B **então** disciplina C;
- empate na numeração da disciplina. O desempate é feito a partir do perfil ou meta de estudos do aluno;
- mais de um tópico na disciplina selecionada;
- choque de horários de disciplinas selecionadas, quando a tarefa for assistir as aulas;
- disciplinas selecionadas que possuem pré-requisitos.

Pode-se dar exemplos com as seguintes regras de produção:

VD = _ (GILP)

No caso de uma disciplina possuir pré-requisito e este tópico não estar configurado o modelo aplicará as seguintes regras de produção:

SE

Tópico = Fatoração MMC e MDC Algébrico

E Pré-Requisito + Frações Algébricas, Equações Fracionárias

Então

Tópico MDC Algébrico = Frações Algébricas e Equações Fracionárias

Disciplina = Álgebra

Se uma disciplina possuir um número de tópicos maior do que 1 (um), significa que esta disciplina é importante para o usuário, pois ele vai aprender mais de um tópico na mesma disciplina. Mesmo que tenha um valor menor que outras disciplinas que possuem um grau de importância maior, mas apenas um tópico a ser aprendido. Neste caso, a regra a ser aplicada é a seguinte:

SE

Tópico Operações com Frações = Equações Literais

E tem 3 tópicos ≥ 3

Então

Tópico indicado = SE Multiplicação e Divisão de Frações

Senão

Tópico indicado = Adição e Subtração de Frações.

5.7 Representação de Conhecimento e Regra de Produção

“ [...] O homem ao contrário da máquina, possui uma originalidade dinâmica do seu pensamento e uma enorme criatividade, fugindo sempre que deseja à normalização das idéias. Não existem dois cérebros idênticos, e um tal facto contrasta com as estruturas (arquiteturas) idênticas das famílias de computadores.”
(Coelho, 1995; 462).

A representação de conhecimento consiste na forma como os conceitos (conhecimentos) são representados no sistema (na memória de dados). Para

representar os conhecimentos o método de representação é associado à linguagem selecionada.

Frente a complexidade do sistema psicológico humano e se tratando de uma representação artificial desse sistema, não é tarefa fácil e até mesmo, as vezes, é impossível essa representação de modo a que possa ser manipulada com resultados satisfatórios pela IA.

Bittencourt (2001; 258) diz que em tese, uma representação geral como a lógica seria suficientemente expressiva para representar qualquer tipo de conhecimento. Entretanto acrescenta que problemas de eficiência, facilidade de uso e a necessidade de expressar conhecimento incerto levaram ao desenvolvimento de diversos tipos de formalismos de representação de conhecimentos.

Todavia, e muito embora a lógica resolva, na maioria dos casos, a problemática da representação do conhecimento, essa tarefa por sua complexidade, demanda a ação de especialistas da Engenharia do Conhecimento que se especializaram na construção de sistemas de conhecimento com ênfase na procura, ou sistemas periciais cuja ênfase recai na simulação de perícias ou especialidades.

Nesse modelo, definiu-se o nível de conhecimento, a representação dos conhecimentos, a base de procura que implementará a solução dos problemas apresentados e a linguagem, de acordo com a linha simbólica, utilizando-se como ferramenta um SE.

Assim, para uma primeira orientação do projeto, selecionou-se os seguintes dados, quanto ao nível de conhecimento que nos pareceu mais adequada :

- nível de conhecimento = ensino médio;

- natureza do conhecimento = conceitos destinados à organização de estudos e aprendizagem;
- forma de utilizar o conhecimento = na fase inicial do ciclo de estudos e a qualquer momento, com a finalidade de dirimir dúvidas.

Quanto a representação simbólica (programação) dos conhecimentos, optou-se por arquitetura apoiada no seguinte modelo:

- representação = através da lógica;
- codificação do conhecimento = em cadeia, apoiada em regras (de produção), deduções e decisões (Se...Então);
- base de procura = inferência, a partir das orientações contidas em um algoritmo;
- linguagem declarativa = PROLOG por aliar a possibilidade de compactação, o uso de vários predicados pré-definidos, como fácil representação do conhecimento, flexibilidade de interação entre o programa e o utilizador, capacidade de fazer perguntas indispensáveis para a solução dos problemas propostos, gerir contradições através de mecanismo de retrocesso (backtracking) que é capaz de reconstruir as estruturas de conhecimento quando detectadas as contradições ao longo do processo, utilização do corte (cut) que limita o ponto de retrocesso numa regra, gerir valores por omissão de informação, demonstrar raciocínios, possibilitar aumento e modificação no programa, apresentando condição de integrar inferências de alto nível em base de dados;
- controle de execução = implícito no interpretador;
- desencadeamento da inferência = dedutiva ou indutiva, ou seja, para a frente ou para trás.

Em Coelho (1995;369) pode-se ter uma idéia da importância fundamental da utilização da inferência em modelos em sistemas baseados em conhecimento e dirigidos por objetivos, através da citação de Maloney:

“ A teoria da computação considera que a mente é um sistema de inferências, o que pressupõe a existência de estruturas sobre as quais as inferências são definidas... (e) as únicas coisas, que parecem adequar-se fisicamente para funcionar como elementos nas inferências materiais, são as frases.” (J. Christopher Maloney, 1988).

Os conhecimentos selecionados pelos especialistas das áreas (Coordenadores) serão transformados em regras e passarão a constituir, na forma abstrata, a base de dados do modelo. Assim, o sistema está baseado em regras, de acordo com os modelos de “ SE... “

A base de trabalho será composta pelos conhecimentos concretos, inerentes às necessidades dos alunos e que serão selecionados pelos especialistas (Coordenadores de área).

O sistema de inferências tem como principais funções, perante um problema apresentado, a decisão do que fazer, a organização das tarefas, a fim de solucionar o problema e a aplicação dos conhecimentos (interpretação das regras) para resolver partes do problema. Desse modo, a máquina de inferências deverá ser capaz de calcular algoritmos e fazer inferências necessárias para solucionar o problema colocado.

Concluindo, à engenharia de conhecimento caberá organizar o processo de atividades, ou seja a preparação, a construção, o desenvolvimento do produto e a avaliação do mesmo, obedecidas as fases de construção, o projeto, a implementação e a gestão do projeto.

5.8 Comentário

Neste Capítulo, apresentou-se modelo de IA, destinado à coadjuvar as ações destinadas ao preparo de alunos para Exames de Suplência a nível médio e Exames Vestibulares ao nível superior.

Tal proposta se fundamenta em ferramenta da linha Simbólica, especificamente em Sistemas Especialistas, por se concluir que melhor se adapta ao modelo proposto.

Entendendo-se que o modelo apresentado poderá ser de grande ajuda nesta fase de estudos do aluno, além de se prestar ao desenvolvimento de raciocínio lógico e auxiliar a aprendizagem.

CAPÍTULO VI

CONCLUSÕES E RECOMENDAÇÕES

“ [...] se infere que o espaço constitui um efeito derivante da própria existência do ser, pois ao se postular algum ser, postula-se também para ele o espaço.” (Leibniz, in Newton, 1983; 74).

6. Introdução

Nesse Capítulo apresenta-se as conclusões e recomendações para pesquisas futuras, a partir de questionamentos surgidos no decorrer da pesquisa.

Essa pesquisa teve como base o desenvolvimento cognitivo do Ser Humano a partir de estruturas biológicas que lhe propiciaram a complexidade necessárias para orientar suas ações dotando-as de objetivos que propiciaram descobertas e invenções, neles situando a razão da existência do universo conhecido.

Nesse contexto, confunde-se sua subjetividade com a realidade de seu mundo, que em todas as épocas nada mais foi que o reflexo de seu pensamento e de sua vontade.

Vive-se hoje a realidade do desenvolvimento humano, traduzido em suas descobertas científicas e no desdobramento de suas tecnologias que representam conquistas passadas, caracterizam o presente e determinam as possibilidades que marcarão a existência futura.

Passo a passo o Homem caminhou em sua trajetória desenvolvimentista em busca de atributos que lhe concedessem a perfeição, tendo como modelo

características inerentes a outros seres terrestres que, junto aos seus, lhe concederam maiores capacidades e poder.

Assim, inventos diversos dotaram sua vida, possibilitando-lhe compor, traduzir e projetar seu pensamento, apurar seus sentidos, agilizar sua locomoção, curar seus males, difundir suas idéias, conectar-se ao mundo através de bits de velocidade e muitos outros que povoaram sua história e modificaram o modo de ser de seu pensamento e de sua condição humana, dinamizando e reconfigurando seus limites.

Em todas suas empreitadas o Homem ousou sobrepujar-se. Sua inquietação criadora guiou sua ação para o desconhecido, desvendando-o, controlando-o, modificando-o sempre de acordo com sua vontade para que nunca pairasse dúvidas quanto a razão da existência de seu universo.

Ainda não esgotadas as incógnitas de seu mundo, ele volta-se para sua criação e desvenda sua origem, sua constituição, a razão de sua mais íntima forma de agir, modificando seu modo de criação e, em sua ousadia, criando protótipos capazes de imitar sua forma de raciocinar, aprender e mostrar-se inteligente, numa metáfora altamente complexa capaz de definir seu pensamento e sua mente.

Certo é que vive-se uma era de possibilidades que se mostram absurdamente plausíveis, em vista de todas as absurdas façanhas humanas até aqui reveladas e que povoam o cotidiano do Homem contemporâneo, subjugando-o às facilidades, comodidades e todas mais adjetivações que possam ser propostas para exprimir a sofisticação que envolve sua existência.

Em meio a ela lhe é permitido supor o modelo existencial futuro, imaginação que povoa sua subjetividade, impelindo-o ao desconhecido, possibilitando-lhe projetar-se além da imagem de seu dia-a-dia, permitindo-lhe ousar, quebrar o estabelecido e ir em busca de sua utopia, na convicção de que a

realidade de seu mundo nada mais é que o resultado dos que ousaram alcançar o impossível.

Esse trabalho teve como objetivo uma proposta de aprendizagem baseada em modelo de IA, que propõem-se a auxiliar a aprendizagem de indivíduos que têm como finalidade concluir o ciclo médio de aprendizagem formal do Sistema Educacional vigente, ou prestar Exames Vestibulares para ingresso no Ensino Universitário.

Para alcançar esse objetivo formulou-se o trabalho com subsídios que julgou-se necessários para embasar a pesquisa que se fundamentou bibliograficamente e que teve sua estrutura composta por seis Capítulos, abaixo resumidos.

No Primeiro Capítulo justifica-se a importância da pesquisa, tendo-se como fundamentação o caráter dinâmico das sociedades, impulsionado pelos avanços científicos e tecnológicos que agem como determinantes de mudanças de hábitos, valores e comportamentos dos integrantes dessa sociedade.

Enfatiza-se o papel da educação formal nesse contexto, principalmente como promotora da inclusão do cidadão ao mesmo, através da adequação de suas práticas às necessidades dessa sociedade.

Nesse Capítulo expõe-se ainda, a natureza do problema a ser pesquisado, os objetivos da pesquisa, a hipótese levantada, a metodologia utilizada e a estrutura do trabalho.

O Segundo Capítulo levanta subsídios para embasamento de prática pedagógica que se julga adequada à sociedade contemporânea, buscando-se apoio em teorias construtivistas que fornecem subsídios necessários para o processo de aquisição de conhecimentos.

Deste modo, a Epistemologia Genética de Piaget, o Interacionismo de Vygotsky e a teoria de Rogers pautada na sensibilidade e autonomia de aprendizagem do sujeito, constituem o teor desse Capítulo, juntamente com a explanação das possibilidades oferecidas pelas NTICs.

No Terceiro Capítulo enfatiza-se a necessidade de adequação das práticas pedagógicas ao contexto social contemporâneo, situando-se a atuação do profissional da educação, como mediador entre o aluno e a aquisição de conhecimentos formalizados. Buscando-se salientar a importância de novo enfoque nessa prática, a fim de que a mesma mais se aproxime às necessidades das constantes reaprendizagens que o mundo contemporâneo impõe, a fim de proporcionar autonomia de ação ao aluno, visando aquisição de hábitos necessários a essa realidade.

Tal necessidade de capacitação, prende-se as mudanças que se apresentam, cada vez mais aceleradas pelo ritmo como as descobertas e invenções tecnológicas chegam a sociedade. Neste contexto, o uso das NTICs, principalmente o computador e suas ferramentas, se apresenta como auxiliar de fundamental importância na prática proposta.

No Quarto Capítulo pesquisa-se fundamentos da IA como, sua origem, ciência, objeto de pesquisa, natureza, conexão com outras ciências, fundamentação teórica e seus modelos, objetivando-se coletar subsídios que definam esse ramo de pesquisa em suas linhas teóricas e de aplicação.

Aprecia-se suas linhas de pesquisa, a Conexionista e a Simbólica, dando-se ênfase a segunda, por utilizar o modelo cognitivo humano para simular o comportamento inteligente, baseado na Psicologia Cognitiva pela escolha da mesma fundamentar o modelo proposto nesse estudo.

No Quinto Capítulo, fundamentado no paradigma Simbólico da IA apresenta-se modelo que visa coadjuvar o processo de ensino-aprendizagem de

alunos que se preparam para Exames Supletivos do Ensino Médio e de alunos que se destinam ao Vestibular para o Ensino Superior.

O modelo fundamenta-se em SE, sistema escolhido por apresentar características desejáveis ao modelo idealizado.

Em termos gerais, destaca-se como principais contribuições da pesquisa o que se segue:

- a pesquisa bibliográfica inerente ao limite contextual a que se ateve a pesquisa que proporcionou abrangente subsídio comprobatório dos conceitos aqui apresentados;
- a fundamentação teórica representada pelas teorias da Gênese do Conhecimento de Piaget, pelo Interacionismo de Vygotsky e pela teoria da sensibilidade e da autonomia na aquisição de conhecimentos de Rogers que constitue subsídios irrefutáveis para uma prática que vise a integração do indivíduo ao contexto social contemporâneo.
- A proposta de modelo de IA como coadjuvante no processo de ensino-aprendizagem, por representar subsídio capaz de apoiar ações isoladas de aprendizagem, além de fornecer roteiro de estudos individualizado. Aqui abordado com programa específico para o ensino médio em aprendizagem presencial, mas que poderá ser utilizado em todos os ciclos e modalidades de ensino por atuar a nível cognitivo e promover o raciocínio lógico do usuário-aluno.

6.1 Recomendações Para Trabalhos Futuros

Baseando-se na presente proposta, na qual foi constatada a eficácia da IA na pronta resposta à solução do problema ao atendimento individualizado, num esquema rotineiro e massificante de preparação para Exames a nível de Ensino

Médio, recomenda-se a utilização de modelos de IA, em suas várias performances, como auxiliar nas diversas modalidades e níveis de ensino, do Sistema Educacional Brasileiro.

Implemente-se pesquisa sobre a utilização de agentes inteligentes na confecção de projetos que visem a oferta de estudos destinados a docentes na aplicação das teorias de Piaget e Vygotsky em suas práticas escolares.

Utilize-se a teoria de Rogers em pesquisa que vise projetos coadjuvados por IA, banco de dados, sites, links, livros e demais mídias disponibilizadas pela tecnologia, destinados à capacitação e atualização de docentes, a fim de que possam entendê-la na utilização de sua prática e avaliá-la, para uso posterior em suas aulas.

Disponibilize-se assim, condições de pesquisa para a utilização de modelos de IA para atualização de conhecimentos e práticas pedagógicas destinados a professores, por entender-se que somente o aprendizado dentro das modernas técnicas disponibilizadas pelas NTCs, que não fizeram parte da formação dos professores que hoje atuam na escola poderá ser o ponto de partida da adesão docente às múltiplas possibilidades que a ciência computacional pode oferecer como subsídio a seu trabalho.

De acordo com os objetivos inerentes ao Capítulo I e em consonância com a hipótese aí levantada, chegou-se as conclusões que se seguem, na presente pesquisa.

O uso do computador como mediador da aprendizagem formalizada e incentivador de habilidades necessárias à inclusão na sociedade contemporânea como, por exemplo, a constante re-aprendizagem que supõem a autonomia de ação para qualquer tipo de aprendizagem, somente será efetivada mediante a reformulação dos hábitos e atitudes que direcionam a prática de toda a comunidade escolar que, ainda, pautada em realidades não condizentes às

necessidades da aprendizagem contemporânea, impossibilitam a inclusão das NTICs na escola como auxiliar efetivo, capaz de coadjuvar o ensino formalizado.

Essas reformulações devem pautar-se, obrigatoriamente, em teorias cognitivas de aquisição de conhecimentos, neste trabalho enfocadas as de Piaget e Vygotsky, e em teorias que priorizem a ação autônoma do aluno, como forma de valorização de sua capacidade para, em determinadas aprendizagens gerir sua aprendizagem, neste trabalho enfocada a de Rogers, a fim de orientarem a ação da escola e, particularmente do profissional da educação, na melhor proposta de ensino formalizado para seu alunado, visando o desenvolvimento de capacidades que melhor lhe ajudarão a se integrar em seu contexto social.

Pautando-se na conclusão precedente apurou-se que:

- a reformulação das práticas pedagógicas na escola constitui condição, para que o ensino formal possa acompanhar a dinâmica das mudanças sofridas pelas sociedades contemporâneas, igualando suas práticas as requeridas ao cidadão para sua participação no cotidiano das práticas sociais;
- a cultura tecnológica que já constitui parte integrante das práticas cotidianas da sociedade, não podem continuar a ser ignoradas pela educação formal que deve apreçar-se em implantá-las na escola, a fim de integrar-se a esse contexto que a criou e para o qual deve fundamentar sua prática;
- a IA pela múltiplas vantagens que pode oferecer à educação formal, pode e deve atuar como coadjuvante em projetos que visem o processo de aprendizagem na educação formal.

VII - REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ADLER, Daniel (Organizador). Introdução às ciências cognitivas. Tradução Maria Suzana Amoretti. São Leopoldo: UNISINOS, 1988.

ALONSO, Kátia M. A educação a distância no Brasil: a busca de identidade. In: PRETI, Oreste (org.). Educação a distância: inícios e indícios de um percurso. Cuiabá: NEAD/IE - UFMT, 1996.

ALVES, João Roberto Moreira. A educação a distância no Brasil: síntese histórica e perspectivas. Rio de Janeiro: Instituto de Pesquisas Avançadas em Educação, 1994.

ABUSABHA, Rayane; PEACOCK, Jane; ACHTERBERG, Cheryl. Impact evaluation of a teleconference using a mixed model for distance education. In: WORLD ICDE CONFERENCE, 18 th. Proceedings. Pennsylvania: Pennsylvania State University, 1997.

BABIN, Pierre; KOULOUMDJIAN, Marie-France. Os novos modos de compreender. São Paulo: Paulinas, 1989.

BARRETO, Alcyrus Vieira Pinto. Manual de sobrevivência na selva acadêmica. Rio de Janeiro: Objeto Direto; 38.

BARROS, Jorge Pedro Dalledone; D'AMBROSIO, Ubiratan. "Computadores, Escola e Sociedade". Rio de Janeiro: Scipione, 1988.

BATES, Tony. Palestra realizada no SENAC. São Paulo: SENAC, 1997.

BÉDARD, Roger; PRETI, Oreste. Licenciatura plena em educação básica: 1ª a 4ª série, através da modalidade de educação a distância, breve trajetória e perspectivas. In PRETI, Oreste. Educação a distância: inícios e indícios de um percurso. Cuiabá: NEAD/IE - UFMT, 1996.

BERGER, R. La Tele-fissione, allarme alla televisione. Trad. Luigi Rolfo. Alba (Itália): Pauline, 1977.

BILLINGS, D. M. A conceptual model of correspondence course completion. In: BITTENCOURT, Guilherme. Inteligência artificial: ferramentas e teorias. 2ª. edição. Florianópolis: UFSC, 2001.

- BOCK, Ana M.; FURTADO, Odair; TEIXEIRA, Maria de Lourdes. Psicologia: uma introdução ao estudo da psicologia. 9. ed. São Paulo: Saraiva, 1996.
- BORDENAVE, J. D. As novas tecnologias de comunicação e a educação a distância. In: PIMENTEL, Nara. O ensino a distância na formação de professores. Revista Perspectiva. Florianópolis, UFSC/CED, NUP, n. 24, p. 93-128, 1995.
- BRASIL. Educação a distância. Decreto nº 2.494, de 10 de fevereiro de 1998.
- BRINGUIER, Jean-Claude. Conversando com Piaget. Rio de Janeiro:Difel,1978.
- BUSBY, Nora Coto. Formative evaluation of a sample vídeo program from the nutrition pathways - telecourse based on adult education principles. DEOSNEWS, v. 7, n. 8, 1997.
- BURUFFI, Helder. A Comunicação no Espaço Educativo – uma Abordagem a partir das Relações Trabalho-Educação. UFMS, 1998.
- CASAS, Luis Alberto A., Modelagem de uma Ambiente Inteligente para a Educação Baseado em Realidade Virtual. UFSC, Florianópolis - 1998.
- CHAIBEN, Hamilton. Inteligência Artificial na Educação. [online] Disponível na Internet via WWW. URL: <http://www.cce.ufpr.br/~hamilton/iaed/iaed.htm> (08/0/02)
- COELHO, Helder. Inteligência artificial em 25 lições.Porto: FCG, 1995.
- COLE, Michael...(et al).A formação social da mente:o desenvolvimento dos processos superiores/L.S Vigotsky; tradução José Cípolla Neto, Luís Silveira Menna Barreto, Solange Castro Afeche, - 6ª. São Paulo: Martins Fontes,1998.
- CORDEIRO, J. S. Estrutura Curricular e Propostas Inovadoras. [online] Disponível na Internet via WWW. URL: <http://www.engenheiro2001.org.br/programas/971228a1.htm> (30/03/01)
- COSTA, Marcelo Thiry C. da. Uma Arquitetura Baseada em Agentes para Suporte ao Ensino à Distância. UFSC, Florianópolis – abril de 1999.
- DIMENSTIEN, G. Exigências dificultam mudanças curriculares. Jornal O Estado de São Paulo, março, (1999).
- DAMÁSIO, Antonio . O erro de Descartes. Emo; emoção, razão e o cérebro humano;Lisboa: tradução portuguesa Dora Vicente e Georgina Segurado. São Paulo: Companhia das Letras, 1996.
- _____ O mistério da consciência: do corpo e das emoções ao conhecimento de si. Tradução Laura Teixeira Mota; revisão técnica Luiz Henrique Martins Castro. São Paulo: Companhia das Letras, 2000.

- DEL NERO, Henrique S. O sítio da mente: pensamento, emoção e vontade no cérebro humano. São Paulo: Collegium Cognitio, 1997.
- DELPIZZO, Vanessa L. F. Prescrição de Atividades Físicas através do uso da Inteligência Artificial. UFSC, Florianópolis – Janeiro de 1998.
- DENNETT, Daniel C. Tipos de mente: rumo a uma compreensão da consciência. Tradução de Alexandre Tort; revisão técnica de Marcus Pinto. Rio de Janeiro: Ciência Atual Rocco, 1997.
- DURKIN, John. Expert Systems: design and development. New Jersey: Prentice-Hall, 1994.
- EASTMOND, Nick. Assessing needs, developing instruction, and evaluating results in distance education. In: WILLIS, Barry. Distance education - strategies and tools. Englewood Cliffs (New Jersey): Educational Technology Publications Inc., 1994.
- FADIMAN, James e Frager Robert. Teorias da personalidade. Tradução Camila Pedral Sampaio e Sybil Safdié, Coordenação de Odette de Godoy Pinheiro. São Paulo: Harper&Row, 1979.
- FARINA, M. "Psicodinâmica das cores em Comunicação" Ed. Edgar Blucher. 4. ed. 1990.
- FERRETTI, C. J. Modernização tecnológica, qualificação profissional e sistema público de ensino. Cadernos de Pesquisa. São Paulo, n. 80, fev. 1992.
- FIALHO, Francisco Antonio Pereira. Introdução ao estudo da consciência. Curitiba: Genesis, 1998.
- _____ Introdução às ciências da cognição. 1ª. edição. Florianópolis: Insular, 2001.
- FREIRE, Paulo. Pedagogia do oprimido. 13. ed. Rio de Janeiro: Paz e Terra, 1983.
- FERES, L. M. Chein. Novas Tecnologias no Processo Educacional. [online] Disponível na Internet via WWW. URL: <http://www.eca.usp.br/eca/prof/moran/chein.htm> (12/11/01).
- FLAVELL, J.H. Desenvolvimento Cognitivo. Englewood Cliffs: prentice-Hall, 1985.
- FOUCAULT, MICHEL. História da sexualidade II. Rio de Janeiro. Graal, 1984.
- FREIRE, Paulo. Pedagogia do oprimido. São Paulo: Paz e Terra, 18 edição, 1988.
- FURTH, Hans G. Piaget na sala de aula. Forense: Rio de Janeiro, 1970.

- GARCIA ARETIO, Lorenzo. Educación a distância hoy. In: LANDIM, Cláudia Maria das Mercês Paes Ferreira. Educação a distância: algumas considerações. Rio de Janeiro: Cláudia Maria das Mercês Paes Ferreira Ladim, 1997.
- GARDNER, Howard. Inteligências Múltiplas: a teoria na prática. Porto Alegre: Artes Médicas, 1995.
- . Estruturas da mente: A teoria das inteligências múltiplas. Porto Alegre: Artes Médicas do Sul, 1994.
- GIDDENS, Anthony. The consequences of modernity. Stanford University Press, 1990
- GATES, Bill. A estrada do futuro. São Paulo, Companhia das Letras, 1995.
- GARDINIER, H. M. CHRISTIE, B. "Applying Cognitive Psychology to User Interface Design". John Willey & Sons, 1987.
- GILDER, Geoger. Telecosmo. Trad. Adriana Rieche. Rio de Janeiro, Campus; 2001.
- GIUSTA, Ângela Silva. Concepções de Aprendizagem que permeiam as práticas pedagógicas. Belo Horizonte: Educação e revista, 1984.
- GRAVE-RESENDES, Lídia. The Universidade aberta de Portugal: its evaluation process. In: WORLD ICDE CONFERENCE, 18 th. Proceedings. Pennsylvania: Pennsylvania State University, 1997. 14 p.
- GOLEMAN, Daniel. Inteligência emocional. Rio de Janeiro: Objetiva, 1996.
- GOULART, Íris Barbosa. Piaget-Experiências básicas para utilização pelo professor. Petrópolis: Vozes, 1998
- HABERMAS, Jürgen. O discurso filosófico da modernidade. Lisboa: Publicações Dom Quixote, 1990.
- HANNA, D. E., Educação Superior em uma era de Competição Digital: Modelos Organizacionais Emergentes. Universidade de Wisconsin, Madison, WI, 1998.
- HOLMBERG, Börje. Educación a distância: situación y perspectivas. Buenos Aires: Editorial Kapelusz, 1981.
- HART, A. Knowledge Acquisition to Expert System, London, 1986.
- RAVET, S.; LAYTE M. Technology-Based Training. England, Kogan Page Limited, 1997
- KANDEL, Abraham; et alli. Fuzzy Expert System Tools. England: John Wiley & Sons Ltd., 1996.

- KASTRUP, Virginia. A invenção de si e do mundo: uma introdução do tempo e do coletivo no estudo da cognição. Campinas: Papirus, 1999.
- KENSKI, Vani Moreira. A formação do professor-pesquisador: experiências no grupo de pesquisa "Memória ensino e novas tecnologias (MENT)" in FAZENDA, Ivani (Org.) Didática e interdisciplinaridade. Campinas : Papirus, 1998.
- KOEHLER, C. Uma Abordagem Probabilística para Sistemas Especialistas. Dissertação (Mestrado em Ciências da Computação), Universidade Federal de Santa Catarina, Florianópolis (SC), 1998.
- LA TAILLE, Yves de, Marta Kohl de Oliveira, Heloysa Dantas. Piaget, Vygotski, Wallon: teorias psicogenéticas em discussão. São Paulo: Summus, 1992.
- LENT, Roberto. Cem bilhões de neurônios: conceitos fundamentais de neurociência. São Paulo: Atheneu, 2001.
- LÉVY, Pierre. As tecnologias da Inteligência. São Paulo: Editora 34, 1996.
- _____. A máquina universo: criação, cognição e cultura informática. Porto Alegre: ArtMed, 1998.
- _____. A conexão planetária : o mercado, o ciberespaço, a consciência. Tradução de Maria Lúcia Homem e Ronaldo Entler. São Paulo: Editora 34, 2001.
- LITWIN, Edith. Tecnologia Educacional: política, história e propostas. Porto Alegre: Artes Médicas, 1997.
- LAASER, Wolfram et al. Manual de criação e elaboração de materiais para educação a distância. Brasília: CEAD; Ed. Universidade de Brasília, 1997.
- LANDIM, Cláudia Maria das Mercês Paes Ferreira. Educação a distância: algumas considerações. Rio de Janeiro: Cláudia Maria das Mercês Paes Ferreira Landim, 1997.
- LANDSTROM, Margaret; MAYER, Denis; SHOBE, Charles. Indicators to Measure Performance in Distance Education, a Double-Edged Sword. In: WORLD ICDE CONFERENCE, 18 th. Proceedings. Pennsylvania: Pennsylvania State University, 1997.
- LÉVY, Pierre. O que é o Virtual? Trad. Paulo Neves. São Paulo: Ed. 34, 1996.
- _____. Tecnologias da inteligência: o futuro do pensamento na era da informática. Trad. Carlos Irineu da Costa. Rio de Janeiro: Ed. 34, 1993.

- LIMA, Lauro de Oliveira. Piaget:sugestões aos educadores.Petrópolis: Vozes,1998
- LITTO, Frederic; GAYOL, Yolanda. Interview - speaking personally - with Frederic Michael Litto. The American Journal of Distance Education, v. 11, n. 2, p. 71-74, 1997.
- JUNG, Carl Gustav. Psicologia do inconsciente. 5ª. Edição. Tradução Maria Luiz Appy. Petrópolis: Vozes, 1987.
- _____ Sincronicidade. 8ª. edição. Tradução Pe. Dom Mateus Ramalho Rocha, OSB. Petrópolis: Vozes, 1998.
- _____ O espírito na arte e na ciência. Tradução Maria de Moraes Barros. Petrópolis: Vozes, 1985.
- MORIN, Edgar. Os sete saberes necessários a educação do futuro. Tradução Catarina Eleonora F. dos Santos e Jeane Sawaya: revisão técnica Edgard de Assis Carvalho. 3ª. edição.São Paulo: Cortez, 2001.
- MARX, Melvin H. , HILLIX, William A . Sistemas e teorias em psicologia. São Paulo: Cultrix, 1997.
- MATTELART, Armand. Comunicação mundo: história das idéias e das estratégias. Trad. Guilherme João de Freitas Teixeira. Petrópolis: Vozes, 1994.
- MATURANA, R. HUMBERTO. Emoções e linguagem na educação e na política. Belo Horizonte: UFMG, 1998.
- MAURER, Hermann. Necessary Ingredients of Integrated Network Based Learning Environments. In: WORLD ICDE CONFERENCE, 18 th. Proceedings. Pennsylvania: Pennsylvania State University, 1997.
- MOORE, Michel G.; KEARSLEY, Greg. Distance education: a systems view. Belmont (USA): Wadsworth Publishing Company, 1996. 290 p.
- NASCIMENTO JR, Cairo Lúcio e YONEYAMA, Takashi. Inteligência artificial: em controle e automação. São José dos Campos: Edgard Blücher, 2002.
- NEDER, Maria Lúcia. Avaliação na educação a distância - significações para definição de percursos. In: PRETI, Oreste. Educação a Distância: inícios e indícios de um percurso. Cuiabá: NEAD/IE - UFMT, 1996.
- NEGROPONTE, Nicholas. A vida digital. Trad. Sérgio Tellaroli. São Paulo: Companhia das Letras, 1995.

- NILSSON, N.J. Problem-Solving Methods in Artificial Intelligence. McGraw-Hill, 1971.
- NISKIER, Arnaldo. Tecnologia educacional: uma visão política. Petrópolis: Vozes, 1993.
- OLIVEIRA, J. B. A.; OLIVEIRA, M. R. Tecnologia instrucional. São Paulo: Pioneira, 1975.
- OLIVEIRA, Marta Kohl de. Vigotsky :aprendizado e desenvolvimento; um processo sócio-histórico. São Paulo: Scipione, 1993.
- PINKER, Steven. Como a mente funciona. Tradução Laura Teixeira Motta. São Paulo: Companhia das Letras, 1998.
- PIAGET, Jean. Psicologia da inteligência. Rio de Janeiro: Fundo de Cultura, 1972.
- _____ O estruturalismo. São Paulo: Difel, 1974.
- _____ e SHOMSKY, N. et alii. Teorias da Lingüagem. Tradução Álvaro Cabral. São Paulo: Cultrix, 1983.
- PLUNKET, K. Abordagens conexionistas da aquisição da linguagem. In: FLETCHER, P. & MACWHINNEY, B. Compêndio da linguagem da criança. Curitiba: Artes Médicas, 1997.
- RABUSKE, R. A., Inteligência Artificial, Universidade Federal de Santa Catarina, Florianópolis, 1995.
- RAPPAPORT, Clara Regina. Introdução à psicologia cognitiva. São Paulo: EPU, 1984.
- REGO, Teresa Cristina. Vigotsky: uma perspectiva histórico-cultural da educação. Petrópolis:Vozes, 1995.
- RICH, Elaine; KNIGHT, Kevin. Inteligência Artificial. São Paulo: Makron Books, 1993.
- RUSSEL S. & NORVIG P., Artificial Intelligence: A Modern Approach, Prentice Hall Inc, 1995.
- PAPERT, Seymour. LOGO - Computadores e Educação. São Paulo: Brasiliense, 1985.
- PARÂMETROS CURRICULARES NACIONAIS. Introdução aos parâmetro curriculares nacionais/Secretaria de Educação Fundamental – 2ª. edição. Rio de Janeiro:DP&A, 2000.

PESSIS-PASTERNAK, Guitta. Do caos à inteligência artificial: quando os cientistas se interrogam. Tradução Luiz Paulo Rouanet. São Paulo: UEP, 1993.

PIAGET, Jean. "Problemas gerais da investigação interdisciplinar e mecânicos comuns". Amadora: Portugal: Livraria Bertrand, 1976.

_____ Seis estudos de psicologia. Trad. Maria Alice Magalhães d'Amorim & Paulo Sérgio L. Silva. Rio de Janeiro: Forense, 1972.

_____ A epistemologia genética. Tradução Nathanael C. Caixeiro. Petrópolis: Vozes, 1971

_____ Abstração reflexionante: relações lógico-aritméticas e ordem das relações espaciais. Tradução Fernando Becker e Petronilha Beatriz Gonçalves da Silva. Porto Alegre: Artes Médicas, 1995.

POZO, Juan Ignacio. Aprendizes e mestres: a nova cultura da aprendizagem. Porto Alegre. Artmed, 2002.

PRETI, Oreste. Educação a Distância: uma prática educativa mediadora e mediatizada. In: _____. Educação a distância: inícios e indícios de um percurso. Cuiabá: NEAD/IE - UFMT, 1996.

PRETTO, A. A escola sem/com futuro. São Paulo: Papyrus, 1996. (Coleção Magistério).

PRIETO, Daniel; GUTIERREZ, Francisco. A mediação pedagógica - educação a distância alternativa. Campinas: Papyrus, 1991.

RAVET, Serge; LAYTE, Maureen. Technology - based training. London: Kogan Page Limited, 1997.

REGO, Teresa Cristina. Vigotsky: uma perspectiva histórico-cultural da educação. Petrópolis: Vozes, 1995.

ROGERS, Carl Ransom. Um jeito de ser. Tradução Maria Cristina Machado Kupfer, Heloisa Lebrão, Yvone Souza Patto; revisão da tradução Maria Helena Souza Patto. São Paulo: EPU, 1983.

_____ e Kingert Marian G. Uma teoria da terapia, personalidade e relacionamento interpessoal, assim como se desenvolve no contexto centrado do cliente. Em Psicoterapia e relações humanas. Belo Horizonte: Interlivros, 1977, vol.1.

SAMPAIO, Tânia Maria Marinho Sampaio. O não verbal na comunicação pedagógica. Rio de Janeiro: Tempo Brasileiro, 1991.

- SAVIANI, Demerval. "A filosofia da educação no Brasil e sua veiculação pela Revista Brasileira de Estudos Pedagógicos". Brasília, 1984. p. 150.
- SCHANK, R.C. & CLEARY, C. Engines for Education. Lawrence Erlbaum, Hillsdale, New Jersey, 1995.
- _____ JONA, Menachem. "Empowering the Student: new perspective on the design of teaching systems". Technical report 4. Institute for the Sciences, Northwestern University, 1990.
- SCRIVEN, M. Evaluation thesaurus. 1980 In: WILLIS, Barry. Distance education - strategies and tools. Englewood Cliffs (New Jersey): Educational Technology Publications Inc., 1994.
- SPANHOL, Fernando. O estado da arte da videoconferência. Florianópolis, 1997. 12 p. (Artigo apresentado no 1. Trimestre de 1997, Disciplina Introdução à Mídia e Conhecimento, no Programa de Pós Graduação em Engenharia de Produção da UFSC).
- SPELLER, Maria Augusta Rondas. Uma experiência de editoração na educação a distância - O caso da Universidade Federal de Mato Grosso. In: PRETI, Oreste. Educação a distância: inícios e indícios de um percurso. Cuiabá: NEAD/IE - UFMT, 1996.
- SPRINTHALL, Norman A e Richard C. Sprinthall. Psicologia educacional- uma abordagem desenvolvimentista. Portugal:Mcgraw-Hill, 1993.
- TEIVE, Raimundo C. G. Planejamento da Expansão da Transmissão de Sistemas de Energia Elétrica utilizando Sistemas Especialistas.UFSC, Florianópolis, março - 1997.
- VALENTE, José Armando. Informática na educação: conformar ou transformar a escola. Revista Perspectiva, ano 13 nº 24, Jun/Dez 1995. (Pág. 41-49) Florianópolis, SC Ed. da UFSC, 1995.
- VIGOTSKY, Lev Semenovich. "A Formação Social da Mente". São Paulo: Martins Fontes, 1998.
- _____. "Pensamento e Linguagem". São Paulo: Martins Fontes, 1987.
- _____. Distance education - strategies and tools. Englewood Cliffs (New Jersey): Educational Technology Publications Inc., 1994.
- WACHOWICZ, LÍlian Ana. O método dialético na didática. Campinas: Papirus, 1989.

WADSWORTCZ, Barry J. Inteligência e afetividade da criança na teoria de Piaget. Tradução Esméria Rovai. São Paulo: Pioneira, 1993.

WATERMAN, D. A. A Guide to Expert System. Addison-Wesley Publishing Company, 1986.

WEBER, R. Intelligent Jurisprudence Research. Tese (Doutorado em Engenharia), Universidade Federal de Santa Catarina, Florianópolis (SC), 1998.

WILLIS, Barry. Distance education at a Glance (1996). Series of Guides prepared by Engineering Outreach at the University of Idaho.