

**INFORMÁTICA E EDUCAÇÃO ESPECIAL:  
USO DE PROCESSAMENTO DE VOZ PARA DEFICIENTES AUDITIVOS**

Clevi Elena Rapkiewicz

TESE SUBMETIDA AO CORPO DOCENTE DA COORDENAÇÃO DOS PROGRAMAS DE PÓS-GRADUAÇÃO DE ENGENHARIA DA UNIVERSIDADE FEDERAL DO RIO DE JANEIRO COMO PARTE DOS REQUISITOS NECESSÁRIOS PARA A OBTENÇÃO DO GRAU DE MESTRE EM CIÊNCIAS EM ENGENHARIA DE SISTEMAS E COMPUTAÇÃO.

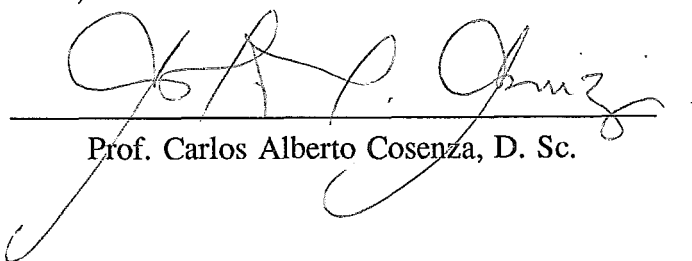
Aprovada por:



Profa. Dina Feigebaum Cleiman, D. Sc.  
(Presidente)



Profa. Beatriz C. Warth Raymann, M. Sc.



Prof. Carlos Alberto Cosenza, D. Sc.



Prof. Dalcídio Moraes Cláudio, Ph. D.

RIO DE JANEIRO, RJ - BRASIL  
JUNHO DE 1990

RAPKIEWICZ, CLEVI ELENA

Informática e Educação Especial: Uso de  
Processamento de Voz para Deficientes  
Auditivos. [Rio de Janeiro] 1990

13, 211 p. 29,7 cm (COPPE/UFRJ, M.SC.,  
Engenharia de Sistemas, 1990)

Tese - Universidade Federal do Rio de  
Janeiro, COPPE

1. Informática e Educação I. COPPE/UFRJ  
II. Título (série)

"O computador faz as coisas com extrema velocidade, mas, quando erra, erra na mesma velocidade." (A.C. Lirani, IBM/RJ)

...daí a importância de buscar-se o melhor uso possível para os sistemas computacionais.

**Para Clevi e Dionisia,**

**não necessariamente nesta ordem!**

Agradecimentos para:

Ana Luiza, entre outras coisas, pela frase certa na hora certa: "Porque você não fala com a Bea?".

Ana Lizete pela auxílio no levantamento bibliográfico. Iara e Beatriz Franciosi pelo material e informações, além do apoio constante.

Beatriz Raymann e toda equipe da Escola Especial Concórdia pela convivência enriquecedora proporcionada com a comunidade de deficientes auditivos. No mesmo sentido o Instituto Oral Modelo, na Argentina, o Instituto de Fonoaudiologia da UFSM e o Instituto Nacional de Surdos (INES).

Todas as instituições estrangeiras que responderam a correspondência enviada, tendo ou não remetido material.

Célia da Conceição, da SEI, pelo material enviado, em especial o referente a instituições brasileiras que disseram não ter informações pertinentes ao assunto.

Glória, Teles e Antenor, turma de Informática e Sociedade de 1988. Das turmas anteriores, agradecimento especial para Verônica e Rita.

Lídia Segre, presente em todas as horas.

Dê, pelo constante incentivo.

Gabriel, em especial pelo apoio na Argentina.

Lígia Barros, Letícia e toda equipe do GINAPE (NCE/UFRJ) pela experiência concreta em Informática e Educação.

Nélson Quilua pela revisão sobre processamento de voz.



Amplus Informática SA, por, indiretamente, ter me indicado o caminho a seguir.

GNPQ e Grupo de Matemática Computacional da UFRGS pelo apoio financeiro.

Funcionários da secretaria e do laboratório da COPPE/UFRJ/Sistemas e CPGCC/UFRGS.

Membros da Banca Examinadora, pela participação e interesse.

Mas especial mesmo é o agradecimento para as duas pessoas que estiveram presentes durante todo o desenvolvimento deste trabalho, através de amizade e orientação constantes, sendo simplesmente pessoas, além de doutores de fato e de direito, sem necessidade de lembrar a outrem tal título o tempo todo: Dina e Daicídio. (E para o Cláudio D'Ípolitto, com as devidas desculpas pela "pirataria" da forma de agradecimento!!!)

Resumo da tese apresentada a COPPE/UFRJ como parte dos requisitos necessários para obtenção do grau de Mestre em Ciências (M.Sc.).

INFORMÁTICA E EDUCAÇÃO ESPECIAL:  
USO DE PROCESSAMENTO DE VOZ PARA DEFICIENTES AUDITIVOS.

Clevis Elena Rapkiewicz

Junho de 1990

Orientador: Profa. Dina Feigembaun Gleiman

Programa: Engenharia de Sistemas e Computação

Co-orientador: Prof. Dalcídio Moraes Gláudio

Universidade Federal do Rio Grande do Sul

Esta dissertação propõe-se a fornecer subsídios para as pessoas que pretendam trabalhar na aplicação da informática na Educação Especial. São discutidas diferentes formas do uso do computador como instrumento educativo e descritas algumas experiências realizadas no Brasil e no mundo.

É tratada em particular a educação de deficientes auditivos, no seu aspecto principal de aprendizagem da linguagem. São analisados princípios e instrumentos que envolvem a aquisição da fala através do sentido alternativo da visão: substitui-se pois o "feedback" auditivo natural pelo "feedback" visual proporcionado pela representação gráfica dos sons.

Abstract of Thesis presented to COPPE/UFRJ as partial fulfillment of the requirements for the degree of Master of Science (M. SC.).

COMPUTATION AND SPECIAL EDUCATION:  
USE OF VOICE PROCESSING TO HEARING IMPAIRED.

Clevis Elena Rapkiewicz

June, 1990

Thesis Supervisor: Prof. Dina Feigembaun Cleiman  
Department: Systems Engineering and Computer Science  
and  
Prof. Dalcídio Moraes Cláudio  
Universidade Federal do Rio Grande do Sul

The objective of this thesis is to provide help to people who intend to work in the application of computation in Special Education. Here it's presented some different forms of the use of computing as an educational tool and some experiments made in Brazil and the world.

The main subject is hearing impaired education, particularly what affects the language acquisition. It's analysed principles and tools which involve speech language learning through the visual feedback. This visual feedback is given by the graphic sound representation.

**ÍNDICE:**

GAPÍTULO I	- Introdução .....	1
GAPÍTULO II	- Informatização da Sociedade .....	5
11.1	- Ufanismo x Caos Tecnológico .....	5
11.2	- A Era da Informação .....	8
11.3	- As Novas Tecnologias como Instrumento de Desigualdade Social .....	11
GAPÍTULO III	- Novas Tecnologias e Educação .....	13
III.1	- Realidade Educacional Brasileira .....	13
III.2	- Tecnologia Educacional Utilizando Novas Tecnologias .....	16
111.2.1	- Fatores de Questionamento do Uso de Novas Tecnologias como Tecnologia Educativa .....	16
111.2.2	- Propósitos do Uso de Novas Tecnologias como Tecnologia Educacional .....	21
III.3	- Formas de Utilização do Computador na Educação .....	23
111.3.1	- Papel da Educação: Correntes Educativas	27
111.3.2	- Instrumentos Computacionais Educativos: Procedimentos Heurísticos x Algorítmicos .....	34
111.3.2.1	- "Coursewares" e Sistemas de Autoria ....	36
111.3.2.2	- Sistemas Abertos .....	38
111.3.2.3	- Simulação .....	45
111.3.2.4	- Jogos Educativos .....	46

111.3.2.5	- Uso Tendo em Vista a Inteligência Artificial .....	47
111.3.2.6	- Uso tendo em vista a Robótica .....	51
111.3.2.7	- Uso tendo em vista Redes e Telemática ..	53
111.4	- A Informatização do Professor no Processo de Informatização da Escola ...	56
111.5	- Questões para Pesquisa .....	64
CAPÍTULO IV - Novas Tecnologias e Educação Especial ...		68
IV.1	- Princípios da Educação Especial .....	68
IV.2	- Educação Especial no Brasil .....	76
IV.3	- Utilização de Novas Tecnologias na Educação Especial .....	82
IV.3.1	- Utilização de Novas Tecnologias na Educação Especial no Mundo .....	88
IV.3.2	- Utilização de Novas Tecnologias na Educação Especial no Brasil .....	94
CAPÍTULO V - Novas Tecnologias Aplicadas a Comunidade de Deficientes Auditivos ..		101
V.1	- Caracterização da Surdez .....	101
V.2	- Educação de DAs .....	105
V.2.1	- Influência da Linguagem no Processo Cognitivo .....	106
V.2.2	- Métodos .....	116
V.2.2.1	- Linguagem de Sinais .....	120
V.2.2.2	- Leitura Labial .....	131
V.2.2.3	- Alfabeto Manual .....	132
V.2.2.4	- Outros .....	132

V.3	- Novas Tecnologias e Educação de	
	Surdos: O que tem Sido Feito .....	133
V.3.1	- No Mundo .....	134
V.3.2	- No Brasil .....	139
CAPÍTULO VI	- Linguagem Escrita e Linguagem Falada ...	143
VI.2	- Linguagem Falada: Como é Produzida .....	143
VI.1	- Linguagem Escrita .....	146
CAPÍTULO VII	- Processamento de Voz .....	153
VII.1	- Síntese de Voz .....	153
VII.2	- Análise de Voz .....	155
VII.2.1	- Nível Acústico .....	159
VII.2.2	- Nível Fonético .....	161
VII.2.3	- Nível Fonêmico .....	161
VII.2.4	- Nível Silábico .....	161
VII.2.5	- Nível Lexical .....	162
VII.2.6	- Nível Sintático .....	162
VII.2.7	- Nível Semântico .....	163
VII.2.8	- Nível Pragmático .....	164
VII.2.9	- Tratamento de Ambigüidades .....	164
VII.2.10	- Enfoques Abordados pelos Reconhecedores	167
VII.2.11	- Orientação das Pesquisas .....	171
VII.3	- Aplicações .....	174
CAPÍTULO VIII	- Reconhecimento de Voz x	
	Deficientes Auditivos .....	176
VIII.1	- Aprendendo a Falar .....	176
VIII.2	- Auxílio Eletrônico .....	181

CAPÍTULO IX - Considerações Finais .....	191
IX.1 - Contribuições deste Trabalho e	
Sugestões para Pesquisa .....	196
Referências Bibliográficas .....	196

## ÍNDICE DE FIGURAS

Número	Título	Página
III.1	Programação Modular em LOGO .....	41
III.2	Refinamento Sucessivo em LOGO .....	42
III.3	Módulo LOGO .....	42
III.4	Manipulação de Modelos com LOGO .....	43
III.5	Tartaruga de chão .....	52
III.6	Redes na Educação .....	54
IV.1	RealVoice, fabricado pela Adaptive Communication Systems .....	87
V.1	Deficientes Auditivos nos EUA .....	104
V.2	Adestramento Auditivo .....	106
V.3	Pantomina Indicando "baby" (EUA) .....	122
V.4	Sinal para "baby" na ASL .....	126
V.5	Sinal para "year" na ASL .....	127
V.6	Composição de Sinais .....	130
V.7	Ênfase na Palavra .....	131
V.8	Laboratório Computacional para DAs .....	136
V.9	Laboratório Computacional para Ouvintes .....	137
V.10	Rede Escolar - Instituto Oral Modelo .....	138
VI.1	Aparelho Fonador .....	147
VII.1	Níveis a Serem Tratados na Análise de Voz ...	158
VII.2	Seqüência Markoviana .....	169
VIII.1	Acento Regional .....	179
VIII.2	Speech Viewer .....	188



ÍNDICE DE TABELAS

Número	Título	Página
III.1	Salários dos Professores do RS/agosto 1989 ...	14
III.2	Pirâmide Escolar Brasileira .....	15
III.3	População atendida pela Informática na educação no Brasil/1985 .....	19
III.4	Sistemas Especialistas na Educação .....	48
IV.1	Excepcionais no RS .....	78
IV.2	Excepcionais por Tipo de Exeptionalidade .....	79
IV.3	Excepcionais por Grau de Ensino (Ensino Regular) .....	79
IV.4	Excepcionais por Grau de Ensino (Instituições Especializadas) .....	80
IV.5	Estabelecimento de Ensino para Excepcionais ..	80
IV.6	Docentes por Nível de Formação .....	81
IV.7	Docentes por Nível de Formação (Ensino Regular) .....	81
IV.8	Docentes por Nível de Formação (Instituições Especializadas) .....	82
V.1	Faixas de Surdez .....	102
V.2	Alunos Deficientes Auditivos no Brasil .....	103

## CAPÍTULO I

### INTRODUÇÃO

Talvez pareça estranho em uma tese de mestrado em Engenharia de Sistemas e Computação a presença bastante grande de conceitos educativos, principalmente sobre a comunidade de deficientes auditivos. No entanto, como este trabalho não pretende ser um fim em si mesmo e sim apenas o embasamento para a continuação de projetos de estudos na aplicação da informática, em especial do reconhecimento de voz, na integração e educação de deficientes auditivos, julgou-se importante o conhecimento detalhado de tal comunidade. Além disso, segundo um dos princípios básicos da Engenharia de Software, "para que a interface homem-máquina seja verdadeiramente eficiente os projetistas necessitam estudar cuidadosamente os usuários do sistema que eles estão projetando" (FRANCIOSI, 1988). Deve-se pois buscar instrumentos computacionais adequados a imagem operativa (reflexo do mundo sobre o qual o sujeito age) do usuário e não do projetista tentando colocar-se nessa posição, como muitas vezes acontece.

Além disso, é fato notório e sabido que a divisão dos profissionais de processamento de dados hoje em castas bem definidas, ou seja, analistas, programadores, operadores, digitadores e conferentes de dados é uma estrutura arcana, originária da estrutura antiga de CPDs centralizadores. O próprio termo "processamento de dados" hoje parece pouco abrangente em função da evolução da informática. A tendência hoje é todos serem usuários de computadores (ou equipamentos que envolvam tecnologia de ponta), onde cada um

projeta e executa suas próprias aplicações dentro de sua área de conhecimento.

Nesse contexto, o que restaria então para os "profissionais de informática"? Passa a ser foco central de preocupação o projeto de software e hardware flexíveis o suficiente para adaptarem-se a múltiplas necessidades, de múltiplos usuários com a maior facilidade de uso possível.

No caso de aplicações que requeiram a alimentação de "bases de conhecimento", surge o papel do que se convencionou chamar de "Engenheiro do Conhecimento" que seria o profissional responsável por exercer a interface entre o especialista em determinada área do conhecimento e os meios tecnológicos que ele usaria para "automatizar" formas de raciocínio, aumentando sua própria abrangência de trabalho.

Buscou-se, assim, nesta dissertação, fazer um estudo de várias áreas, partindo-se de uma abordagem mais ampla até chegar-se ao assunto específico da mesma. Cada área abordada pretende fornecer conceitos e subsídios para que, através de refinamentos sucessivos, seja entendido o âmbito no qual o reconhecimento de voz é abordado como elemento computacional para integração e educação de deficientes auditivos. Estabeleceu-se, assim, estratégia de estudo através da qual procurou-se atingir os seguintes objetivos:

- Identificar formas de aplicação da informática na educação, buscando ter subsídios para avaliar os impactos de diferentes estratégias;

- Identificar os princípios que regem a Educação Especial, buscando delimitar as formas de aplicação da informática para essas comunidades.

- caracterizar a comunidade de deficientes auditivos, identificando diferentes métodos educativos e a forma de utilização da informática em cada um deles.

- identificar conceitos de processamento de voz, em especial o reconhecimento, procurando conhecer as dificuldades existentes na sua efetiva implementação.

- identificar formas de utilização do processamento de voz para a comunidade de deficientes auditivos, principalmente no que se refere a sua necessidade de comunicação com a comunidade de ouvintes.

Assim, no próximo capítulo é abordada a informatização da sociedade como processo irreversível, não podendo pois ser ignorado, enfatizando a necessidade de, em função da existência de mitos e realidades, cada área do conhecimento buscar formas possíveis e viáveis de informatização.

No terceiro capítulo são feitos questionamentos sobre o uso do computador como tecnologia educacional, apresentando-se, para isso, algumas formas de fazer-se tal uso. São apresentados alguns dados a respeito da realidade educacional brasileira e feita também uma discussão sobre diferentes correntes educativas nas quais as diversas formas de uso do computador na educação se apóiam.

O capítulo IV refere-se ao uso do computador na Educação Especial (EE), sendo apresentadas algumas experiências mencionadas na literatura nacional e mundial.

No capítulo V é discutido o uso particular de novas tecnologias na comunidade de deficientes auditivos (DAs). Estuda-se primeiramente a caracterização da surdez: o que é, incidência na população, formas de educação de DAs. É questionada a influência da linguagem no processo cognitivo,

assunto abordado por Chomsky, Piaget e Vygostky, questionando-se pois o tão divulgado conceito de imbecilidade do surdo. Nesse contexto, a aquisição de uma linguagem, uma forma de comunicação, torna-se uma espécie de "conteúdo" a ser adquirido, conteúdo este que irá possibilitar a aquisição de outros. Trata-se da aquisição de uma "interface" com a comunidade de forma a viabilizar-se o processo educativo, problema este inexistente para crianças ouvintes. Este capítulo e seguinte, além da revisão bibliográfica, são fruto também da observação de diferentes métodos de ensino de deficientes auditivos em instituições do Rio de Janeiro, Rio Grande do Sul e Argentina.

No sexto capítulo é abordada a questão da linguagem escrita e falada e seu tratamento pelas novas tecnologias.

O sétimo capítulo trata especificamente do processamento de voz através de computadores, visando introduzir seu uso na comunidade de deficientes auditivos.

O oitavo capítulo, continuando a referir-se à comunidade de DAs, trata do uso do reconhecimento de voz para integração e educação de seus integrantes. É feito pois um estudo do uso de novas tecnologias para aquisição da linguagem, em especial através do uso de reconhecimento de voz, substituindo-se o feedback natural auditivo pelo feedback visual proporcionado pela representação gráfica dos sons.

No nono e último capítulo é feito um apanhado geral dos capítulos anteriores, estabelecendo-se pois uma linha de raciocínio a partir da qual são apresentadas as conclusões do presente estudo.

## CAPÍTULO II

### INFORMATIZAÇÃO DA SOCIEDADE

#### II.1 - Ufanismo x Caos Tecnológico

A dualidade homem-máquina sempre foi uma constante na história da humanidade. A idéia da máquina associa-se com a extensão das habilidades humanas, podendo ser consideradas como primeiras os instrumentos usados na pré-história (usa-se neste contexto máquina como sinônimo de utensílio, instrumento, como usado correntemente na língua portuguesa, prescindindo-se assim do conceito tecnológico de "máquina", que, para ser considerada como tal, teria que ter entre suas características a de movimento, transformando uma energia ou um agente natural). Inicialmente estes instrumentos visavam tão somente a extensão das capacidades físicas do homem, principalmente manuais. Hoje, tem-se a máquina como "ferramenta complexa que é utilizada pelo homem como continuação, como aspectos de ampliação e substituição, de algumas de suas faculdades mentais e manuais (...) amplia a capacidade de manipulação de signos do homem" (THIOLLENT, 1985). O computador, particularmente, viabiliza pensar coisas que não se faria sem ele por oferecer facilidade de manipulação. Na área educativa em particular, área de interesse específico deste trabalho, um exemplo é citado pelo professor Borges do Departamento de Física da UFRJ: o estudo de lançamento de foguetes envolve sistemas de equações que um aluno médio não resolveria sem o auxílio de computadores. Assim, o apoio tecnológico propicia "vôos" educativos que não seriam possíveis usando apenas as técnicas tradicionais.

WIENER, professor de matemática do M.I.T (Instituto de Tecnologia de Massachusetts) já em 1948 criava o termo cibernética, definindo-a como sendo o "estudo da linguagem, das mensagens como meio de dirigir a maquinaria e a sociedade; o desenvolvimento de máquinas computadoras e outros autômatos". Wiener já naquela época propunha "o uso humano de seres humanos" (WIENER, 1954), chamando a atenção para as modificações da sociedade provenientes das novas tecnologias. Colocava o autor que o progresso pode ser real, ou seja, o progresso em si mesmo, ou ético, isto é, "o que propicia padrões para a aprovação ou desaprovação". Nesse sentido, que progresso se quer, ético ou real? Progresso pelo progresso, tecnologia pela tecnologia, sem se preocupar com a sociedade? Muitas vezes se esquece que o "progresso não só impõe novas possibilidades para o futuro como também novas restrições" (WIENER, 1954). Quando Joseph Weinzbaum, do M.I.T, referiu-se ao computador como sendo uma "solução em busca de problemas", provavelmente entre outras coisas quis referir-se a necessidade de uma posição crítica em relação a tecnologia, propondo seu uso em situações existentes ao invés de se tentar criar problemas para justificar o uso de uma tecnologia nova.

Novas tecnologias, em especial automação e informática utilizada em conjunto com as telecomunicações têm surgido a cada dia, fazendo com que seu principal representante, o computador, esteja presente em todos os momentos e setores da sociedade: a informatização é irreversível. A questão é: como usá-la? Como introduzi-la nos diversos setores que compõem a sociedade?

O que nos reservará o futuro ? De uma forma ampla, duas visões têm se difundido. ORWELL, no seu livro "1984" aponta para um mundo desumanizado, onde ter-se-ia o caos tecnológico referenciado de certa forma também no filme "Blade Runner, O Caçador de Andróides". Nestes, através do progresso real e não ético, usando-se a definição de WIENER, a sociedade fica extremamente desorganizada questionando-se até mesmo os valores e atos tidos tradicionalmente como humanos. Noutro extremo, numa visão ufanista, encontra-se TOFFLER, para quem, em função da evolução tecnológica haverá futuro econômico sedutor, dinâmico, no qual se desenvolverá uma sociedade de diversidade e democracia. ROSZAK (1988), numa visão intermediária, discute a supervalorização do papel do computador, sem contudo retirar seu mérito quanto à facilitação de determinados processos, principalmente os que requerem manipulação de grandes volumes de informação. Compara as idéias que se divulgam a respeito das novas tecnologias como sendo capazes de tudo realizar, de tudo resolver, com o conto infantil no qual o imperador andava nu, achando que estivesse extremamente elegante porque tinha sido convencido disso por um costureiro embusteiro. Assim como no conto, as pessoas, um pouco por falta de conhecimento, esclarecimento ou interesse e também por efeito do "marketing" dos fabricantes de hardware e software, atribuem determinadas potencialidades às novas tecnologias que nem sempre se verificam na prática. O autor coloca ainda que a maior força da tecnologia é a capacidade de concentrar e controlar informações, concordando com RATTNER (1987) na sua colocação de que o que os computadores não fazem é pensar, sentir e criar idéias. ROSZAK, intermediando-se entre o



ufanismo e o caos tecnológico, defende a validade e viabilidade do uso crítico das novas tecnologias.

## 11.2 - A Era da Informação

Nem bem é anunciado na literatura o advento da terceira onda, a Era da Informação, em continuidade a primeira, agrícola, e a segunda, Industrial, já surgem autores como SILVA (1989) que mencionam o advento da quarta, ou seja, a onda pós-informação. Mas, neste contexto, o que vem a ser informação?

Informação pode ser confundida com conhecimento e referir-se a atitudes, estratégias a seguir em um determinado momento em função de informações consideradas dados com algum valor. Pode-se usar uma das definições para informação encontrada no dicionário de HOLANDA FERREIRA (1986), mais conhecido como "dicionário Aurélio": "segundo a teoria da informação, medida da redução da incerteza sobre um determinado estado de coisas por intermédio de uma mensagem; nesse sentido, informação não deve ser confundida com significado e apresenta-se como função direta do grau de originalidade, imprevisibilidade ou valor-surpresa da mensagem (...)". FRAGOMENI (1986) considera informação como sendo "de um modo muito geral, substância de dados inteligíveis de qualquer natureza, e, de um modo mais particular, conceito que cobre toda formulação abstrata suscetível de refletir e de descrever um elemento - situação, propriedade, evento - de um sistema estruturado qualquer".

A informação é pois o elemento central da explosão

tecnológica verificada hoje. Substituem-se mecanismos de produção possibilitando-se que os processos antigos, funcionando basicamente através de encadeamento de movimentos mecânicos, processamento de dados, evoluam para processadores de informação e processos de cognição (ou inteligência) artificial. A tecnologia da informação "apresenta a capacidade óbvia de concentrar poder político, de criar novas formas de dominação e confusão sociais". Pensa-se hoje usando uma nova forma de racionalidade. Como coloca BENAKOUCHE (1987) "o computador é portador de uma racionalidade específica, que impõe novas formas de organização, de relações sociais de produção, de divisão social de trabalho; em suma, de um projeto novo de sociedade". Nesse novo projeto de sociedade questões como privacidade, soberania e controle tomam nova dimensão.

No que diz respeito a privacidade de cada indivíduo em particular, os bancos de dados que proliferam implicam no armazenamento, processamento e propagação de informações a sua revelia, originando inclusive alterações na legislação com vista a salvaguardá-la.

No que se refere a privacidade das nações, o controle de informações por países que detêm o domínio da tecnologia pode colocar em risco inclusive a soberania. No que se refere a esta, manifesta-se BENAKOUCHE (1987): "o conceito de soberania é de ordem territorial, política, econômica, social, etc; portanto, torna-se óbvio a importância que o controle das informações próprias de cada país assume para os seus governos".

Verificam-se transformações na estrutura produtiva: impactos na organização, emprego/desemprego, qualifica-

ção/desqualificação, práticas administrativas e relações industriais. Tem-se uma internacionalização da indústria, de forma que "até os próprios países capitalistas mais adiantados tecnologicamente não dominam todos os elementos dos seus meios de produção" (BENAKOUCHE, 1987). Pode-se por exemplo, ter um carro projetado na Itália, seus componentes desenvolvidos nos EUA e no Japão e sua montagem no Brasil. Nessa sociedade a indústria de serviços tem um peso cada vez maior, a ponto de suscitar severas críticas como as de Akio Morita, presidente da Sony, de que a a indústria da informação nada produz, não havendo acréscimo de valor real e produção de bens (MARQUES, 1990). Na realidade tal afirmação procede ao referir-se a produção de bens, mas não pode ser esquecido o volume de negócios e empregos envolvidos, a informação e sua veiculação constante como fonte de obtenção de lucros que sustenta grupos no mundo todo, fazendo personagens como Jean-Luc Lagardere, Rupert Murdoch, Silvio Berlusconi e Robert Maxwell serem conhecidos como "os grandes magnatas do império feito de notícias", ou, em última análise, do império feito de informações (SADER, 1990).

No que se refere ao controle, torna-se evidente que quem detém as informações detém também o poder. Nesse sentido a informática pode significar um instrumento poderoso de manipulação ou de melhoria das condições de liberdade. Como bem coloca BENAKOUCHE (1987) "a microeletrônica é apenas uma tecnologia (...) dando-lhes [aos homens] oportunidade para realizarem uma gestão auto-gestionável ou permitindo a manipulação-controle (...)". Dependem, pois, os resultados das novas tecnologias, da forma como são manipuladas em função

de que "a eletrônica não tem moral. Tanto serve a homens livres como a ditadores" (BAGDIKIAN, 1987).

Tendo-se em vista estes aspectos - soberania, controle, privacidade e internacionalização da indústria, torna-se cada vez mais importante que os países do Terceiro Mundo aproveitem esta chance de participar na distribuição internacional do trabalho, principalmente através do fomento a pesquisa e incentivo a formação de recursos humanos. Através destes talvez se possa transformar o "colonialismo tecnológico" em "cooperação tecnológica".

### **11.3 - As Novas Tecnologias como Instrumento de Desigualdade Social**

Um dos principais mitos criados com o advento das novas tecnologias é que elas necessariamente trazem desenvolvimento. Sobre isso manifesta-se RATTNER (1987): "foi criado um dos mitos mais poderosos das sociedades contemporâneas: mesmo os problemas sociais mais profundamente arraigados poderiam ser resolvidos através de competente utilização de tecnologias modernas e sofisticadas. Contudo, evidências cada vez mais numerosas estão se acumulando, no sentido de que as tecnologias modernas não reduzirão disparidades dentro das sociedades do Terceiro Mundo. Pelo contrário, e bem freqüentemente, os insumos do processo de crescimento econômico levam a um aumento da desigualdade social, tornando os pobres ainda mais subdesenvolvidos do que antes das inovações tecnológicas".

A velocidade com que as tecnologias evoluem é muito maior que a dos fenômenos e transformações sociais. Neste

sentido, muitas vezes a sociedade não têm tempo de se adaptar, de assimilar os diversos avanços. Muitas tecnologias, ao surgirem, já estão praticamente obsoletas de tal forma que, como coloca TOFFLER (1980), "(...) ficamos nos perguntando se nós mesmos não somos obsoletos". Essa velocidade torna-se mais problemática quando ocorre em países com muita diversidade cultural e geográfica, nos quais as diferenças em termos de momento tecnológico chegam a ser gritantes. Como coloca OLIVEIRA (sd), os "países do Terceiro Mundo vão conhecer a decadência da sociedade industrial sem ter usufruído sua prosperidade (...) [nesses países] as idades do homem - da idade da pedra lascada à atômica, não se sucedem, acumulam-se. Coexistem, mas não convivem." Assim, as novas tecnologias não se distribuem de maneira uniforme em termos geográficos e em função das diferentes classes sociais, contribuindo ainda mais para a diferenciação social.

Abordou-se neste capítulo alguns aspectos da informatização da sociedade como processo irreversível, não podendo pois ser ignorado. Como, porém, há mitos e realidades, cabe a cada setor um estudo aprofundado das formas possíveis e viáveis de gerir-se essa informatização. No que se refere à educação em particular, no capítulo III serão abordados aspectos como a realidade educacional brasileira, fatores de questionamento do uso do computador como tecnologia educacional, formas de se fazer este uso e correntes educativas nas quais as diferentes formas de uso se apóiam.

## CAPÍTULO III

### NOVAS TECNOLOGIAS E EDUCAÇÃO

#### III.1 - Realidade Educacional Brasileira

A educação institucionalizada, como responsável direta pela formação de recursos humanos, merece uma atenção especial. Como coloca VELLINHO (1989), referindo-se às modificações na política japonesa no final do século passado, "a verdadeira riqueza da nação deveria repousar nos seus **recursos humanos** e não necessariamente nas riquezas naturais". No entanto, nota-se uma preocupação decrescente com a educação até mesmo no montante de recursos da união destinados a ela; por exemplo, no período compreendido entre 1965 e 1980 o percentual referente a educação no orçamento da união caiu de 11,1% para 4,8% (BULHÕES (sd)).

A constituição atual prevê a aplicação anual de pelo menos 18% pela união e 25% pelos estados, municípios e distrito federal na receita resultante de impostos na manutenção e desenvolvimento do ensino. No entanto, observando-se o decréscimo de percentual aplicado que tem havido, teme-se que, mais uma vez, os pressupostos constitucionais não sejam cumpridos. Outro ponto passível de discussão refere-se aos percentuais que **realmente** vão para o ensino e pesquisa, ou seja, o que efetivamente chega na escola, após serem descontados os percentuais gastos na burocracia e administração.

Dentro deste processo, a formação de professores merece atenção especial. Já passou o tempo em que esta era uma profissão com grande reconhecimento social e com grande

número de representantes, principalmente no ensino fundamental. Atualmente, porém, há grande dificuldade para se obter profissionais com boa formação face ao não reconhecimento de sua função e sua baixa contrapartida salarial (Tabela III.1). No RBS TV, programa de notícias da transmissora da Rede Globo no estado do Rio Grande do Sul, no dia 23 de agosto de 1989 era colocado que 20% dos professores nomeados no estado não assumiram por causa dos baixos salários, preferindo dedicar-se à iniciativa privada, geralmente em trabalhos não ligados ao magistério.

=====  
Salários-Base dos Professores da Rede Estadual de Ensino  
do RS - agosto de 1989 (\*)  
dólar oficial = NCZ\$ 2,37      dólar paralelo = NCz\$ 3,90  
salário mínimo = US\$ 81,38  
-----

Classe	A	B	C	D	E
Nível					
1	114,14	125,55	136,97	148,13	159,80
2	131,26	144,39	157,51	170,64	183,77
3	148,36	163,22	178,06	192,90	207,74
4	171,21	188,33	205,45	222,57	239,70
5	211,16	232,28	253,39	274,51	295,63
6	228,28	251,11	273,94	296,77	316,64

=====  
Tabela III.1 - Salários dos Professores do RS/agosto 1989  
\* - Dados fornecidos pelo CPERS, em cruzados, referindo-se a carga horária de 20 h/semana. Convertido em dólares pela cotação oficial

A passagem de nível se dá por escolaridade e a de classe por antigüidade. A cada triênio, numa mesma classe, é acrescido 5% ao salário de um professor. Como exemplo da falta de contrapartida salarial à formação do profissional, veja-se o salário de um professor com mestrado e 20 anos de efetivo exercício da profissão, ou seja, recebe o salário base do nível 6 da classe C: US\$ 273,94. Como este salário refere-se ao regime de trabalho de 20 horas/semana, pode-se

imaginar que o salário para jornada de 40 horas seria duplicado. Tal valor corresponde aproximadamente a metade do que recebe em média um profissional de informática na empresa privada (US\$ 1.050), com mestrado e pouca experiência ou um graduado com cerca de 5 anos na profissão.

Alguns reflexos desta situação podem ser observados na pirâmide escolar brasileira:

=====

Pirâmide Escolar Brasileira

-----

Grau	Série	Alunos que Ingressam (%)
	3a.	6,4
2o.	1a.	8
	8a.	17
	4a.	27
1o.	2a.	60
	1a.	100

=====

Tabela III.2 - Pirâmide Escolar Brasileira  
Fonte: BULHÕES (sd)

Nota-se pois que somente 60% das crianças matriculadas na primeira série chegam na segunda, apenas 27% atingem a quarta, 17% atingem a oitava, 8% ingressam no segundo grau. Nos EUA, 60% dos alunos matriculados na primeira série terminam a escola secundária. O que agrava mais estes números é o contingente da população sobre o qual ele é medido: 7 milhões numa população de 24 milhões de 7-14 anos está fora da escola.

Além desses questionamentos, talvez seja importante acrescentar outro sobre o paradigma no qual se baseia a educação nos dizeres de FAGUNDES (1988): "Questiona-se a qualidade do ensino, o fracasso do aluno, as dificuldades da escola, atribuindo-se como causas a capacitação deficiente



do professor e as carências dos alunos, nunca a inadequação do paradigma que gera tudo o mais".

### **III.2 - Tecnologia Educacional Utilizando Novas Tecnologias**

#### **III.2.1 - Fatores de Questionamento do Uso de Novas Tecnologias como Tecno- logia Educacional**

Conforme os dados apontados no item anterior, verifica-se que a situação escolar está caótica. Isso que esses números somente nos dão uma análise numérica, nada revelando sobre a adequação ou não dos métodos utilizados. Sem dúvida, alguma coisa deve ser feita. Não se trata aqui de afirmar que a tecnologia educacional seja a solução, mas é bem provável que seu uso adequado propicie alterações nessa situação. Afinal, o processo educativo depende profundamente dela. Discute-se neste item o uso das novas tecnologias como instrumento da tecnologia educacional. Mas, o que vem a ser tecnologia educacional? Pensando-se em "tecnologia" a primeira idéia que surge é o uso de equipamentos e/ou instrumentos tecnológicos. No entanto, o termo "tecnologia educacional" é mais amplo: a AED ("Academy for Educational Development") define-a como "forma sistemática de planejar, implementar e avaliar o processo total da aprendizagem e da instrução em termos de objetos específicos, baseados nas pesquisas de aprendizagem humana e comunicação, empregando-se recursos humanos e materiais de maneira a tornar a instrução mais efetiva".

É preciso cuidado, porém, para que o uso dessas novas tecnologias não seja um fracasso como muitas vezes é a própria tecnologia educacional. Vários fatores podem contribuir para que isso aconteça, como coloca SPITZER (1987):

a) valores comerciais sobrepondo-se a valores pedagógicos;

b) valores estéticos, não havendo consulta à situação-problema; a tecnologia deve adaptar-se a escola, e não o contrário;

c) valores científicos: diferenças entre tecnólogos educacionais e educadores, produzindo muitas vezes mais artigos que resultados. Isto talvez seja consequência do modelo educacional que avalia não o conjunto da produção e sim a quantidade de "papers" que são publicados.

Ainda que com algumas diferenças, são nesses fatores que se apóiam basicamente os pontos de questionamento do uso de novas tecnologias como instrumento de tecnologia educativa, acrescidos de outros que contribuem para tornar seu uso um assunto polêmico: rejeição natural a coisas novas, medo de perda de emprego, desconfiança do que não se conhece.

Deve-se analisar afirmações como as de NOGUEIRA (1987) de que "no Brasil, discussões inúteis quanto à oportunidade de <<utilização de meios tão sofisticados em país de tão grande índice de analfabetismo>>, atrasaram ainda mais a nossa situação. O temor demagógico a <<privilegiar as classes já favorecidas, aprofundando o fosso das diferenças de classe>>, em vez de contribuir para a elevação do ensino em geral, a todas apenas nivela pela mais baixa."

Talvez seja um pouco radical chamar de "discussão inútil" o questionamento da introdução de novas tecnologias no processo educativo tendo-se em vista a condição terceiro-mundista do Brasil, mas parece importante colocar que, em um país extremamente heterogêneo, tanto em termos de diferenças regionais provocadas por diferentes geografias e culturas, bem como por diferenças culturais provocadas por desníveis econômicos, negar o uso do computador na escola pública com argumentos a nível econômico (como colocar computador se não tem giz?) pode implicar na manutenção desses desníveis, uma vez que as escolas particulares - onde estudam os filhos das classes mais favorecidas - partiram na frente na corrida da informatização do ensino. Esta é feita muitas vezes sem métodos e critérios definidos, até mesmo como elemento de "marketing" na atração/ manutenção de alunos ou por pressão dos pais que querem ver seus filhos "atualizados", atitude esta provavelmente resultante da propaganda maciça do empresariado unida com desinformação. Não se pode esquecer também que há cada vez mais um barateamento do hardware, o que certamente diminuirá o custo dos investimentos no que se refere aos equipamentos.

Ainda referindo-se ao volume de investimentos, outro problema a ser analisado é o crescente aumento dos preços do software, o que, sem dúvida, deve ser também levado em consideração na definição da forma de uso do computador na escola, assunto este abordado no item III.3.

A tabela III.3 montada a partir da tabela constante na revista INFO de Julho de 1985 (FRANCO, 1985) mostra a situação da informática na educação no Brasil em instituições brasileiras de ensino de 1o. e 2o. graus na época.

Pode ser verificado como a população inicialmente atendida pelo computador na escola foi predominantemente das classes A (renda superior a 20 salários mínimos). A classe B refere-se a renda entre 5 e 20 salários mínimos e a C abaixo de 5.

		BA	DF	RS	RJ	SP
Escolas	Pública	1	-	-	2	1
	Particular	1	1	7	16	27
Alunos no experimento	Pré-escolar	-	-	-	-	-
	1o. Grau	72	44	52	686	1674
	2o. Grau	5	97	176	921	2200
Classe sócio-econômica dos alunos		A	A/B	B	A/B/C	A/B

Tabela III.3 - População atendida pela informática na educação no Brasil/1985

Fonte: FRANCO (1985)

Ainda que se leve em conta a observação feita na reportagem que originou esta tabela sobre estas informações refletirem somente a situação das escolas que preencheram questionários enviados pela Divisão de Estudos e Pesquisas do GENIFOR, verifica-se que o uso em escolas públicas (frequentadas em sua maioria pelas classes mais baixas) começou muito mais tarde. A inserção de novas tecnologias na escola pública significa a democratização do acesso da população à tecnologia. Em contrapartida, APPLE (1985) coloca que "as escolas de áreas pobres, rurais, de periferia ficarão fora do mercado, mesmo que o custo do hardware continue a diminuir (...). Assim, o computador e o aprendizado de seu uso gerarão <<naturalmente>> desigualdades adicionais". Esta situação parece difícil de ser totalmente evitada face a extrema heterogeneidade do país.

A escola pública (e muitas vezes a privada também)

vê-se assediada por fabricantes de equipamentos que, para criarem mercado, tentam induzi-la a adquirir seus produtos com promessas mirabolantes de resultados educativos milagrosos. São feitas inclusive doações. É preciso que a escola esteja preparada não para simplesmente rejeitar essas doações, mas para fazer uso com crítica delas, sem deixar-se manipular, virando mero instrumento de "marketing" dos fabricantes. Um exemplo de manipulação resultante de doações é apontado por SADER (1990), referindo-se a escolas públicas dos EUA para as quais foram "doados" equipamentos cinematográficos ou de vídeos em troca do direito de exibição de filmes de publicidade de 20 minutos diários.

Alguns estudiosos argumentam que as novas propostas de ensino utilizando novas tecnologias, desde o retroprojetor, videocassete, radiodifusão e principalmente a televisão não propiciaram resultados como os tão propalados quando de seu surgimento. O que não deve ser esquecido é que esses instrumentos não traduzem as possibilidades do uso do computador pois mantêm uma das maiores falhas do sistema educativo tradicional que é a passividade do aluno. Por mais bem feito que seja um programa de teleducação e por maior que seja a quantidade de pessoas que ele atinja ao mesmo tempo, ele não permite a interação do aluno, é um programa informativo e não interativo. Além disso, outro fator para o fracasso da TV como instrumento educativo de massa foi a omissão do governo: a não instituição de diretrizes e bases para seu uso implicou na exploração dessa área por empresas privadas que se sobrepuseram às propostas das TVs educativas. Apesar da tentativa nesse sentido em relação ao computador na educação ter sido tentada através do projeto piloto

EDUCOM, conforme painel apresentado no Seminário "Informática na Educação: Um Desafio" em Friburgo, RJ, em novembro de 1989, as linhas de atuação nos cinco centros são bastante distintas e a troca de experiências bastante reduzida, fazendo com que não haja uma diretriz a ser seguida.

Os órgãos governamentais ligados a área de ensino e pesquisa têm tomado algumas iniciativas inovadoras. A CAPES, através do subprograma "Educação para a Ciência" financia um projeto na Escola do Parque da Cidade em Brasília, visando, através da utilização da tecnologia da informática, despertar e manter o interesse do menino de rua pela aprendizagem e lhe dar um início de qualificação profissional.

Hoje a pergunta a fazer não é tanto "se se devem usar computadores na escola", e sim como criar contextos pedagógicos que aproveitem todas as possibilidades oferecidas pelas novas tecnologias (ZAMBUJO, 1988). A discussão desta questão já está ultrapassada hoje: ela foi atropelada pelo avanço meteórico da tecnologia. Como foi constatado na abertura do citado seminário, ainda que haja a tendência de, a cada novo encontro, retomar esta discussão, esta deve ser substituída pela troca de experiências concretas e avaliação dos possíveis resultados e discussão de novas alternativas de "como" e "com que objetivos" informatizar.

### **III.2.2 - Propósitos do Uso de Novas Tecnologias como Tecnologia Educativa**

As novas tecnologias e em especial o computador surgem como elemento questionador das relações professor-

aluno. A partir do momento em que propicia ao aluno interagir, não somente através de aplicativos que lhe permitem tão somente responder sim-não e seguir um fluxo previamente definido, mas através de propostas abertas, de "exercícios que tenham valor formativo intelectual por si mesmos, não só porque ensinam informática, senão sobretudo porque ensinam a analisar, comparar, avaliar, aplicar, reorganizar, sintetizar, melhorar ... Quer dizer, desenvolver habilidades intelectuais básicas ..." (HUNTER, 1984). Não se quer dizer que o computador seja imprescindível nesse processo, pois fazê-lo seria afirmar que, antes do advento do computador, nada se fazia nesse sentido (ou se fazia mal). Trata-se de propor o uso da tecnologia como elemento catalisador no repensar de uma nova escola. Como colocam MARTIM e GOMES (1988) "a inserção da informática não é a solução total e definitiva, deve ser apreciada como meio coadjuvante para o melhoramento do processo, em especial se acompanhada por uma mudança de atitudes, de estratégias, de técnicas, de currículo, de objetivos e de sistemas de avaliação."

Deve-se buscar o melhor uso possível de novas tecnologias dentro do processo educativo, evitando-se "pensar a tecnologia para o trivial ou para repetir as soluções que já alcançávamos sem ela, mas descobrir como usá-la para alcançar resultados que aproveitem o máximo de rendimento de suas características específicas e inusuais" (FAGUNDES, 1988). Esta busca deve estar orientada para o uso efetivo do computador como recurso novo para estratégias novas. Se isso não acontecer, corre-se o risco de utilizar os novos instrumentos tecnológicos apenas para "sofisticar" estruturas já

cansadas e de resultados questionáveis. É preciso explorar os novos instrumentos, sob pena de repetir-se a situação que se deu na origem do cinema, onde fazer um filme significava simplesmente "filmar o teatro": usava-se meio novo, porém com linguagem antiga.

O resultado deste questionamento pode inclusive vir a ser formas de ensino em que o computador em si não constitui elemento fundamental, mas sim novas formas de organização do processo. Fato semelhante já ocorreu no processo e organização do trabalho, onde técnicas como o "kanban" e o "just in time" não necessariamente implicam no uso de automação, mas sim da forma de distribuição e organização das atividades produtivas. Parafraseando WIENER (1954), se forem utilizados os resultados desse movimento para realimentar o modelo como dados numéricos para a crítica e regulagem do sistema, ter-se-á a realimentação simples de técnicas de controle. "Se, todavia, a informação que remonta do desempenho for capaz de mudar o método e o padrão geral de desempenho, então teremos um processo a que poderemos denominar aprendizagem". Ter-se-á talvez aprendido o que vem a ser educar, no seu sentido mais amplo.

### **III.3 - Formas de Utilização do Computador na Educação**

A introdução do computador na escola suscitou o aparecimento de um sem-número de siglas destinadas a definir a forma como se dá sua utilização. Enumeram-se a seguir algumas dessas siglas encontradas na literatura, tecendo-se posteriormente alguns comentários sobre as principais cor-



rentes educativas atualmente em voga e quais os tipos de softwares utilizados na área educativa. Evitou-se atrelar cada sigla a uma corrente educativa específica, apesar de algumas lembrarem claramente determinadas correntes, devido a confusão existente quanto a definição de cada sigla e também pelo fato de um mesmo instrumento (vide simulação, como exemplo) às vezes poder ser utilizado em um ou outro ambiente escolar.

- MAI (Machine Assisted Instruction): este foi o primeiro termo usado, por volta de 1956 nos EUA referindo-se a qualquer máquina ou meio não convencional de ensino que fosse utilizado no processo de instrução.

- CMI (Computer Managed Instruction): apoio tecnológico para tarefas administrativas e burocráticas do sistema de ensino, tais como: administração escolar (controle de mensalidades, elaboração de horários); programas aplicativos que auxiliam o professor no controle de avaliação, cadastramento e frequência; computador como instrumento na preparação de material de ensino (preparação de provas, gráficos, áudio-visuais), tornando-a mais ágil e eficiente, desde que se saiba utilizá-lo, caso contrário torna-se contraproducente. Este tipo de aplicação pode ser largamente utilizado para, além do fato em si de melhorar as tarefas administrativas e burocráticas, familiarizar o professor com a informática desmistificando-a: informatiza-se o professor para tornar possível a informatização da educação (a ser discutido com mais detalhes no item III.4).

- CAI (Computer Assisted/Aided Instruction): suplementação/complementação da aprendizagem. Abordagem típica-

mente skinneriana, visando-se a transmissão de conteúdos específicos através de uma seqüência pré-definida de apresentação, podendo esta dar-se em níveis. São previstas também formas de acompanhamento do desempenho do aluno pelo professor.

Além dessas, outras são referenciadas na literatura, ainda que com menos freqüência: CPI (Computer Programmed Instruction), CBE (Computer-Based Education), CBET (Computer-Based Educational Telecommunications), CBC (Computer-Based Course), CBI (Computer-Based Instruction), CAL (Computer Assisted Learning), CSI (Computer Supported Instruction).

Dentre essas siglas, as que são de uso mais comum entre os interessados no assunto são CAI e CMI.

TAYLOR (1980) aponta três formas básicas de utilizar o computador na educação:

a) "tool" - computador como instrumento normalmente utilizado no suporte a atividades de ensino/aprendizagem ou como parte integrante da mesma. O exemplo mais comum deste caso é o uso de processadores de texto na exploração da habilidade para escrever.

b) "tutor" - o computador tem a função de instrutor; incluem-se nesta modalidade técnicas comumente conhecidas como CAI, tais como exercício-e-prática, tutoriais, simulações estáticas (vide item III.3.2.3). Ou seja, sistemas nos quais o computador faz o papel de professor. Inúmeros programas têm sido desenvolvidos nesse sentido, geralmente no âmbito da própria escola e em sua maioria na área de matemática, física, química, biologia e língua portuguesa.

c) "tutee" - o computador é "ensinado" pelo aluno, atividade esta fruto de pesquisas atualmente com o objetivo de verificar-se se permite ao estudante adquirir novas estruturas cognitivas e formas diversas de solução de problemas. É basicamente a filosofia de PAPERT (1985): "Não se trata do computador inteligente ensinar a criança burra, mas da criança inteligente ensinar a máquina burra" através do exercício de programação. Esta filosofia, cujo instrumento computacional é a linguagem LOGO é discutida no item 111.3.2.2.

Muitas formas de uso do computador na educação não são classificáveis simplesmente em uma categoria definida, possuindo características de diversas. Por exemplo, a estação inteligente para o ensino de ciências (Projeto LABOR) que vêm sendo desenvolvida pelo GINAPE/NCE (Grupo de Informática Aplicada ao Ensino do Núcleo de Computação Eletrônica da UFRJ). A estação pode ser considerada como "tool", ou seja, como instrumento de suporte na exploração de habilidades de observação na área de ciências; "tutor" quando procede a explicação de um conceito e "tutee" quando o aluno pode montar seus próprios experimentos: o projeto "reúne, sob uma interface amigável, funções de aquisição e controle de dados, de traçado de gráficos, estatísticas, de edição de textos, de modelagem matemática, de comunicação de dados" (BARROS, 1989).

Todas essas considerações referem-se ao uso de software na educação, sem pensar no hardware. No que se refere a ele, a discussão central está na questão de desenvolver-se ou não hardware específico para o setor. Alguns

experimentos têm sido feitos, como por exemplo o que resultou no estabelecimento do padrão MSX. Muitas vezes este padrão se dá não necessariamente pelas suas características técnicas e sim pelo seu preço. No Brasil, a maioria dos laboratórios montados nas escolas (tem-se a "sala do computador" - vide item III.4) são constituídos de MSX dos fabricantes Sharp e/ou Gradiente. Estes micros são muito usados também em função de boa resolução gráfica e disponibilidade do software LOGO (vide item III.3.2.2) em português. Nota-se o uso de PCs mais nas escolas que não seguem a filosofia LOGO ou na parte administrativa.

### **III.3.1 - Papel da Educação:**

#### **Correntes Educativas**

Neste item serão discutidas as principais correntes educativas que norteiam as atividades pedagógicas das escolas, com o intuito de introduzir a descrição de algumas formas pelas quais é possível utilizar o computador na educação, uma vez que a ou as maneiras escolhidas associar-se-ão, em princípio, a uma ou outra corrente aqui descrita.

O desenvolvimento da capacidade de aprender toma diferentes enfoques que se refletem em diferentes correntes pedagógicas nas quais se apóia o sistema de ensino-aprendizagem. Nesse sentido, difundem-se mundialmente basicamente duas correntes: uma **comportamentalista** (behaviorista) e outra que se poderia chamar de uma forma geral de **construtivista** ou **conceitual**.

A linha **comportamentalista** está centrada basicamente nos comportamentos observáveis do indivíduo, tendo sido

fundada por John Watson (LUZ, sd). Entre seus seguidores ficaram mais conhecidos Thorndike e Skinner. O primeiro, através de experimentos com ratos, criou "curvas de aprendizagem", que nada mais eram que gráficos descrevendo a evolução da tentativa desses animais de saírem de uma gaiola onde havia um mecanismo de fuga acionado por uma alavanca. Seu método é conhecido como "tentativa e erro". Skinner, continuando as experiências de Thorndike, conceituou o "condicionamento operante", ou seja, a possibilidade do rato aprender novos comportamentos. O condicionamento operante diferencia-se do reflexo condicionado conceituado por Pavlov pelo fato de que este refere-se à repetição de reações inatas reagindo a estímulos do meio ambiente e aquela se caracteriza pela aprendizagem de novos comportamentos como resultado de suas próprias ações sobre o meio ambiente. Quando estas ações são certas - sendo este "certo" concebido em relação ao resultado previamente esperado - têm como consequência uma recompensa ou "reforço positivo", em caso contrário, "reforço negativo". Extrapolando essas experiências para o homem, Skinner idealizou as "máquinas de ensinar", implicando na compartimentalização do ensino, dividido em assuntos aos quais estão associados determinados objetivos que se espera que o aluno alcance.

Na linha **construtivista** destaca-se principalmente Jean Piaget.

Segundo Piaget, desenvolvimento refere-se ao processo contínuo de organização e reorganização de estruturas, de tal modo que cada nova situação integre a anterior. Constitui uma equilibrção progressiva, uma passagem contí-

nua de um estado de menor equilíbrio para um estado de equilíbrio superior.

No desenvolvimento das funções cognitivas, podem ser estabelecidos três fatores (CHAKUR, 1985):

a) "Fatores biológicos ou de crescimento orgânico: a maturação apenas permite o aparecimento de certas condutas, ao abrir novas possibilidades; mas não fornece as condições suficientes, pois as possibilidades assim abertas devem ser efetivadas - o que requer ação funcional e de um mínimo de experiência".

b) "Fatores de exercício e de experiência adquirida com objetos físicos (por oposição à experiência social). Falamos, aqui, de dois tipos de experiência: a do tipo <<físico>>, que <<consiste em agir sobre os objetos para deles abstrair as propriedades (por exemplo, comparar dois pesos independentemente dos volumes)>>; e a experiência <<lógico-matemática>>, que <<consiste em agir sobre os objetos, mas para conhecer o resultado da coordenação das ações (por exemplo, quando uma criança de cinco-seis anos descobre empiricamente que a soma de um conjunto é independente da ordem espacial dos elementos ou de sua enumeração) - caso em que o conhecimento é abstraído da ação do sujeito, e não dos objetos (Piaget & Inhelder)."

c) "Fatores de transmissão social. Embora necessários, tais fatores não dão conta sozinhos do desenvolvimento, pois a <<ação social é ineficaz sem uma assimilação ativa da criança, o que supõe instrumentos operatórios adequados>> (Piaget & Inhelder)".

A base do conhecimento é a atividade do sujeito. O desenvolvimento das funções cognitivas se dá a partir de

atividades que envolvam todos os fatores citados, supondo-se que ocorram atividades capazes de "desenrolar tanto de processos figurativos - percepção, memória, imagem - quanto de processos operativos - domínios propriamente lógico, das classes, relações, combinatórias, etc." (CHAKUR, 1985).

Na criança até aproximadamente dois anos de idade, tem-se o desenvolvimento de esquemas sensório-motores, caracterizando-se a "inteligência prática", através da execução efetiva da ação.

Posteriormente, "com o aparecimento da função simbólica, a criança já é capaz de reconstituir suas ações passadas e de antecipar ações futuras, mediante a linguagem. Aos poucos, as ações se interiorizam (...)" (CHAKUR, 1985). Constitui-se, assim, um período de pensamento operacional concreto, com as ações interiorizadas constituindo-se em operações aplicáveis a diversos domínios. Segundo Piaget, uma operação é "uma ação qualquer (reunir indivíduos ou unidades numéricas, deslocar, etc.), cuja origem é sempre motora, perceptiva ou intuitiva. Estas ações, que são, no ponto de partida, operações, têm assim, elas próprias, por raízes, esquemas senso-motores, experiências afetivas ou mentais (intuitivas), constituindo-se, antes de se tornarem operatórias, matéria prima da inteligência sensomotora e depois, da intuição."

No período operatório tem-se uma reversibilidade entre o concreto e o formal. Segundo Piaget, as ações tornam-se operatórias logo que duas ações do mesmo gênero possam compor uma terceira, que pertence ainda a este gênero, e desde que estas diversas ações possam ser invertidas.

Nesta fase, a criança é "capaz de realizar conservações (massa, peso, volume), construir relações lógicas (seriação), classificar objetos segundo um critério (inclusão) ou dois ou mais critérios, simultaneamente (intersecção), estabelecer correspondências biunívocas entre duas séries de objetos, etc. (CHAKUR, 1985)". Passada esta fase, o adolescente torna-se capaz de refletir mediante proposições, independente do objeto, executando mentalmente operações sobre objetos. Assim, ainda segundo Piaget, o pensamento concreto é a representação de uma ação possível e o formal é a representação de uma representação de ações possíveis (uma metarepresentação).

Na corrente construtivista podem também serem enquadrados educadores como Maria Montessori, Emília Ferreiro e Paulo Freire, que, apesar de variações entre seus conceitos e/ou métodos, têm em comum a idéia de que faz parte do processo de aprendizagem a exploração da atividade, o incentivo à criatividade, a observação. O educando é um elemento ativo, participante do processo e não um expectador ou agente apenas no sentido de fixar determinados conceitos pela repetição constante dos mesmos.

Em termos genéricos a diferença básica entre as duas correntes é que a construtivista preocupa-se com o ensino, isto é, com a transmissão de conhecimentos, enquanto que a segunda tem sua atenção para um processo mais amplo: a educação. Esta, como o próprio termo grifado indica, pressupõe a existência de um processo, e, para que isto seja possível, é preciso que o aluno seja um agente do mesmo. Como coloca Emília FERREIRO (1986), "entre uma concepção do sujeito da aprendizagem como receptor de um conhecimento



recebido de fora para dentro, e a concepção desse mesmo sujeito como um produtor de conhecimento, há um grande abismo. Essa é a diferença que separa as concepções conductistas da concepção piagetiana".

Como colocado no início deste item, tentou-se tecer alguns comentários sobre as diferentes correntes educativas nas quais a educação se apóia visando introduzir a descrição das formas pelas quais é possível hoje introduzir o computador na escola, uma vez que a ou as maneiras escolhidas associar-se-ão, em princípio, a uma ou outra corrente aqui descrita. Porém, deve-se ter claro em mente que determinados instrumentos, ainda que reflitam a corrente skinneriana diretamente não necessariamente devem deixar de ser utilizadas em escolas cuja filosofia esteja mais voltada para Piaget: no dia em que o hardware estiver efetivamente barato e se porventura o software o acompanhar, de forma a se ter "bancos de programas" de alta qualidade técnica e educativa que possam ser usados como reforço educativo, não há porque simplesmente relegar este recurso a um segundo plano simplesmente para manter-se estritamente em uma linha. Este conjunto de quesitos já é realidade hoje nos países centrais. No Brasil, existem recursos humanos altamente qualificados que poderiam garantir este "bancos de programas", apesar do hardware ser relativamente caro. No entanto, dada a realidade social e econômica do país, tal iniciativa ainda limita-se aos centros de pesquisa, uma vez que é bastante caro para a escola disputar um profissional altamente qualificado em informática com as empresas deste ramo específico. E os profissionais da área muitas vezes têm uma visão muito

"tecnocrata" de tecnologia, pensando no processo técnico (citando WIENER novamente) e não ético, o que os impediria talvez de dedicar-se à áreas menos convencionais da aplicação de sistemas, ainda que houvesse boa contrapartida salarial.

O objetivo final e primordial da educação de formar cidadãos em todas as potencialidades deve sobrepujar-se a visões estreitas do processo educativo. Ainda que se tenha clara a resposta a questão levantada pelo casal SAENZ (1988), sobre que cidadãos se quer preparar para o futuro - o que é deveras difícil - e que esta resposta pressuponha um ambiente educativo livre onde o computador e as novas tecnologias insiram-se como instrumento de exploração e incentivo através de ferramentas abertas que exijam que o aluno seja elemento atuante e não passivo, não deve ser descartado o uso do "virador eletrônico de páginas" na fixação de conteúdos, sempre que o custo e a qualidade assim o justificarem.

"Um progresso no conhecimento não será obtido senão através de um conflito cognitivo, isto é, quando a presença de um objeto (no sentido amplo de objeto de conhecimento) não assimilável force o sujeito a modificar seus esquemas assimiladores, ou seja, a realizar um esforço de acomodação que tenda a incorporar o que resultara inassimilável (e que constitui, tecnicamente, uma perturbação" (FERREIRO, 1986). Nesse contexto é que o computador coloca-se como elemento perturbador, catalisador, tanto no sentido de provocar um questionamento do papel da escola quanto no de servir como instrumento de desequilibração para o aluno num processo de aprendizagem efetiva.

### 111.3.2 - Instrumentos Computacionais Educativos: Procedimentos Heurísticos x Algorítmicos

Basicamente dois enfoques quanto ao uso do computador na educação podem ser tomados: um o algorítmico e outro o heurístico.

O primeiro se caracteriza pela existência de uma seqüência pré-definida de atividades de instruções prevista pelo projetista que guia o usuário na aprendizagem. A transmissão do conteúdo se faz em pequenos blocos estruturados partindo gradualmente de um ponto inicial até um domínio final. Estes sistemas são desenvolvidos para uma área e nível específicos uma vez que seu conteúdo refere-se especificamente aos conceitos a serem fixados e/ou aprendidos em uma determinada disciplina num determinado momento. A comprovação da compreensão da aplicação se dá através de uma série de exercícios e o êxito depende em grande parte da qualidade do software utilizado. Ainda que este enfoque seja relativamente fechado, pode propiciar boas situações de aprendizagem e principalmente de fixação. No entanto, esta expectativa do "professor programador" esbarra na dificuldade dele confeccionar estas aplicações, tornando-as de discutível qualidade tanto a nível pedagógico quanto a nível técnico, uma vez que o aproveitamento dos recursos técnicos da máquina não é uma habilidade que se adquire rapidamente. Quando a produção é feita por profissionais de informática, quando há bom desempenho técnico (pois nem sempre tal coisa ocorre) o lado educacional pode ficar comprometido. E a interação interdisciplinar ainda é difícil. O mérito princi-

pal deste enfoque é a definição prévia de subobjetivos do material e os níveis de avaliação do conhecimento, refletindo porém a estrutura tradicionalmente vertical de ensino, dirigido e controlado pelo docente.

No enfoque heurístico, mais do que a transmissão e/ou fixação de conteúdos específicos, visa-se a exploração de atividades que propiciem o desenvolvimento de habilidades como estratégias de solução de problemas, estruturas cognitivas, criatividade, ou seja, a aprendizagem por descoberta através da manipulação livre do sujeito objeto da aprendizagem sob o controle do próprio aluno. O professor exerce o papel de guia, de facilitador, buscando ambientes significativos onde o educando possa assimilar e integrar novos conhecimentos. A atividade educativa não se autocontém como no enfoque algorítmico, necessitando de professores que dêem suporte, orientação, que atuem no processo de formalizar o conhecimento sem impor sua própria forma de pensar.

Skinner, John Dewey e Robert Gagne são as bases da estratégia algorítmica, em especial o condicionamento operante skinneriano e as contingências de reforço (conjunto de elementos que fortalecem a probabilidade de resposta). Tais estratégias não exigem o conhecimento de linguagem informática na manipulação dos sistemas e sim na confecção destes. Nos procedimentos heurísticos, baseados essencialmente na aprendizagem piagetiana, o conhecimento da linguagem informática torna-se um instrumento de exploração, não sendo porém o seu domínio o objetivo final.

CHAVES (1985) ilustra bem a diferença entre os enfoques através das expressões "máquina de ensinar" e "fer-

ramenta para aprender". Mas, como já citado no item III.2, o aumento acelerado do custo do software deve ser elemento a ser considerado no momento de definir-se o uso do computador como "máquinas de ensinar" ou "ferramentas para aprender": muitas vezes um software padronizado e versátil que possa ser explorado pode ter seu custo diluído na quantidade de cópias vendidas, tornando-se mais barato que um software educativo específico. Não se trata aqui de defender a aquisição menos dispendiosa, e sim de levantar outro item a ser analisado. Mesmo porque, dentro dos limites das possibilidades monetárias reais de um país, a avaliação da quantidade de dinheiro aplicada versus benefícios recebidos não deve ser feita de modo puramente quantitativo em se tratando de educação, como se costuma fazer em atividades comerciais e/ou industriais (mesmo porque até mesmo nessas áreas a mentalidade tem mudado, efetuando-se também análises qualitativas.

#### **III.3.2.1 - "Coursewares" e Sistemas de Autoria**

Pensando na dificuldade do professor criar programas educacionais ("coursewares"), foram criados os sistemas de autoria ("authoring systems"), os quais aboliriam a necessidade do professor tornar-se um especialista em computação. Em teoria, a diferença existente entre um "courseware" desenvolvido através de um sistema de autoria e um produzido através de linguagens de programação como Pascal, C, etc. é verificada na facilidade de confecção. Em "teoria" porque apesar da alta qualidade de alguns sistemas de autor, verifica-se que seu uso na prática pelos professores é bastante

diffícil. BARROS e ALVES (1989) comentam esta dificuldade ao desaconselhar a adoção do SuperPilot em cursos de formação de professores, alertando para o fato de poder haver desestímulo ao professor, que, "ainda não familiarizado com o potencial da informática no ensino, é exigido a trabalhar um grande número de horas para um resultado pequeno". Por outro lado, o desenvolvimento por profissionais de informática torna-se mais fácil através de linguagens mais abertas e com as quais eles já têm familiaridade.

Um sistema de autor contém basicamente dois módulos: um do professor, permitindo-lhe a criação de lições através de editores de texto, de gráficos, de animação de imagens e de som e outro do aluno para execução da lições. O sistema também prevê mecanismos para avaliação, tratamento de erro e "feedback" ao aluno.

Alguns autores (SANTAROSA, 1989) diferenciam os termos "sistema" e "linguagem" de autor. Um sistema de autor permitiria a produção de material educativo pela manipulação de telas de texto cuja seqüência já estaria definida no sistema enquanto que a linguagem de autor envolveria o uso de editores e de linguagem de programação própria.

Os sistemas de exercício e prática ("drill and practice") constituem um subconjunto dos tutoriais onde o objetivo é essencialmente a recuperação, generalização e transferência de conhecimentos previamente aprendidos com outros meios. São considerados convencionais, porém ainda bastante utilizados em empresas para treinamento profissional.

Em termos de "coursewares" produzidos por profis-

sionais de informática, estes podem ser considerados do ponto de vista estritamente computacional como sistemas. Assim sendo, espera-se que neles sejam empregados conceitos básicos de engenharia de software, como por exemplo a padronização da interface com o usuário em toda a aplicação, o que muitas vezes não ocorre. Por exemplo, o uso de opções para seleccionar alternativas através de simples seqüência alfabética ("a, b, c ...") ou numérica ("1, 2, 3 ...") ou ainda utilizando a primeira letra da alternativa em caixa alta, tudo na mesma aplicação! Cabe pois, observar-se princípios que permitam considerar esses sistemas como de qualidade em termos computacionais.

Além de tudo, a produção de "coursewares" no mundo não tem gerado os resultados esperados e não tem a qualidade esperada. Segundo CHAVES (1985), "a produção de software educacional de alta qualidade técnica e com sofisticação pedagógica é um desafio ao qual nem mesmo as nações mais desenvolvidas têm conseguido fazer frente". Talvez por isso haja uma migração para o uso de sistemas abertos.

### **III.3.2.2 - Sistemas Abertos**

Uso do tipo "tool" na terminologia proposta por TAYLOR (1980). Trata-se do uso de produtos genéricos de informática como planilhas eletrônicas, gerenciadores de banco de dados, processadores de texto e linguagens de programação no apoio de atividades educativas.

Linguagens como BASIC e PASCAL têm sido usadas na busca do desenvolvimento do raciocínio lógico. Mais recentemente, tem-se difundido o uso do PROLOG.

No entanto, a linguagem mais difundida é LOGO. Seu uso pode ser do tipo "tool" enquanto encarada como linguagem de programação pura e simplesmente. No entanto, na sua concepção popunha-se seu uso como "tutee". Segundo esta visão, LOGO não seria uma linguagem de programação e sim uma filosofia de educação.

A linguagem LOGO teve sua origem através de Seymour Papert, matemático discípulo de Piaget no Centro Internacional de Epistemologia Genética de Genebra entre 1959 e 1964, onde iniciou seus estudos sobre a aprendizagem das crianças. Transferindo-se para o Instituto Tecnológico de Massachuset (MIT), continuou suas investigações junto a Marvin Minsky, na época diretor do laboratório de Inteligência Artificial, onde em 1973 foi formado o grupo LOGO, dedicado a criar novos meios tecnológicos de ajuda para a educação de crianças.

Segundo Papert, LOGO tem como suporte o potencial piagetiano, situado no ponto de encontro de dois saberes: o psicopedagógico e o informático, indo mais além ao afirmar que "meu propósito é demonstrar como a informática bem utilizada poderia modificar não somente a pedagogia das matemáticas, senão ainda mais, a visão do conjunto sobre o conhecimento e a aprendizagem" (PAPERT, 1985).

Piaget descreve as estruturas internas (mentais) em interação permanente com o mundo externo. Papert explora-as numa perspectiva educativa mostrando interesse nas estruturas intelectuais que poderiam desenvolver-se em oposição àquelas que realmente se desenvolvem na criança. Além disso, também se interessa no desenho de ambientes de aprendizagem



que concordem com estas estruturas.

Papert encontra na tartaruga o meio para ilustrar ambos interesses:

1. Identificação de um poderoso conjunto de idéias matemáticas que não supomos representadas totalmente na criança.

2. Criação de um objeto transicional que pode existir no ambiente da criança e entrar em contato com as idéias.

Conseqüentemente, acha que no trabalho com o computador a criança pode construir seus próprios microcosmos, reforçando o que o ambiente natural pode oferecer.

LOGO possui comandos de sintaxe simples. Além disso, o aspecto interativo da linguagem, isto é, a execução imediata de um comando solicitado, auxilia o aprendizado, mostrando a cada instrução seu efeito sobre o estado da tartaruga ou de uma palavra ou lista.

As instruções da linguagem podem ser agrupadas em duas grandes classes: a de modo gráfico e a de tratamento de palavras e listas, e algumas menores - manipulação do espaço de memória, comunicação com o meio exterior, teste de condições e desvios, processamento numérico, etc. Em versões mais atuais, tem-se grupos de instruções para criação e manipulação de figuras no espaço e não só no plano (LOGO tridimensional).

Na parte gráfica, os comandos básicos se referem a ordens de movimentação da tartaruga e de mensagens para controle do estado da tela.

A possibilidade de ensinar à tartaruga uma nova palavra é a maneira de se introduzir o conceito de criação

de novas funções em uma linguagem de programação. Em LOGO reúne-se um conjunto de instruções ou outros procedimentos pré-definidos sob um novo nome. Este nome passa então a ser uma nova palavra do vocabulário da linguagem e é manipulado da mesma maneira que as palavras primitivas. Isto induz à prática de se escrever pequenos programas que realizam funções específicas, facilitando a introdução do conceito de programação modular (figura III.1).

```
=====  
APRENDA QUADRADO  
  REPITA 4 [FRENTE 30 DIREITA 90]  
FIM
```

```
=====  
Figura III.1 - Programação Modular em LOGO
```

A referência ao nome definido usando o comando APRENDA (figura III.2) causa a execução de seqüência de comandos que se encontram entre a primeira linha de definição e o FIM.

Outra interessante característica da linguagem reside em implementar a recursividade. Um procedimento recursivo é aquele que se refere a si mesmo na sua definição. A estratégia de definição de recursão reside em analisar o problema e estabelecer uma solução que pode ser aplicada num caso de base e depois sucessivamente a todos os elementos do problema, até esgotarem. Listas são estruturadas de tal forma que soluções recursivas são naturalmente encontradas.

A técnica de programação modular e hierárquica é realizada em LOGO associando a facilidade de se escrever e utilizar procedimentos à capacidade de parametrização da linguagem. Projetos podem ser formulados numa abordagem

hierárquica descendente, partindo do projeto como um todo e refinando-o até se obter o produto final desejado.

Uma casa pode ser desenhada a partir de seus componentes maiores, e depois cada um deles é tratado separadamente, num processo de refinamento sucessivo (figura III.2).

=====

```
APRENDA CASA
CORPO
TELHADO
JANELA
PORTA
FIM
```

=====

Figura III.2 - Refinamento Sucessivo em LOGO

Agora cada módulo pode ser tratado em separado (figura III.3):

=====

```
APRENDA TELHADO
  REPITA 3 [FRENTE 50 DIREITA 120]
FIM
```

=====

Figura III.3 - Módulo LOGO

A geometria da tartaruga é um estilo computacional da geometria matemática. A geometria Euclidiana constrói a geometria a partir de um conjunto de conceitos fundamentais, um dos quais é o ponto. O ponto pode ser definido como uma entidade que desfruta de localização e nenhuma outra propriedade: não tem cor, nem tamanho nem forma. A geometria da tartaruga tem uma entidade fundamental similar ao ponto de Euclides - a tartaruga. Esta entidade não está despojada totalmente de suas propriedades e além da localização, tem orientação - porque ao estar em algum lugar, olha para uma

determinada direção, é dinâmica. Similiar ao ponto, é que, segundo Papert, a tartaruga tem a capacidade de servir como o primeiro representante da matemática formal para uma criança. Elas podem identificar-se com a tartaruga e assim aportar seu conhecimento sobre seu próprio corpo e sobre como se move. É o trabalho de aprender geometria formal.

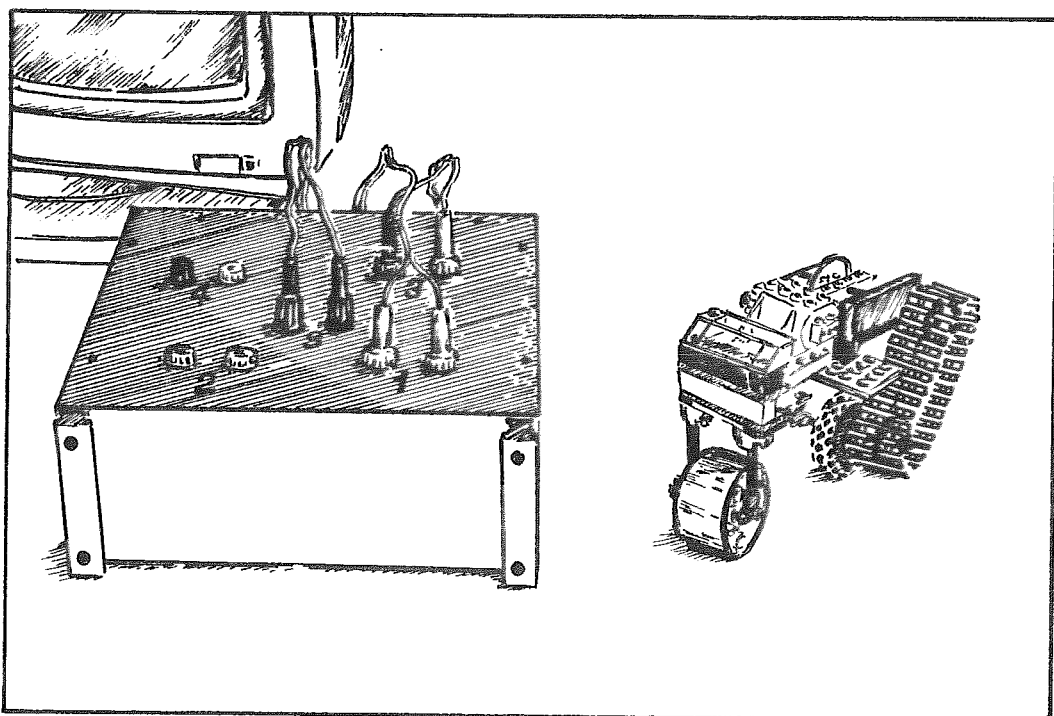


Figura III.4 - Manipulação de Modelos com LOGO  
Fonte: Folheto do "LOGOTEC" - Neotec S.R.L. Tecnologia y Educacion (Buenos Aires, Argentina)

Além da tartaruga da tela, tem-se a tartaruga de chão, com rodas, forma de concha e um lápis que lhe permite desenhar uma linha quando se move. É usada basicamente para desenhar e para esbarrar em outras coisas modificando sua direção. Hoje, tem-se sistemas mais elaborados que permitem, através de uma interface conectada ao computador, enviar sinais para ligar e desligar motores, luzes e receber informações de diversos sensores. Assim, é possível acoplar

modelos montados que serão manipulados por ordens adicionais da linguagem LOGO (figura III.4).

O objetivo das primeiras experiências das crianças no ambiente de aprendizagem da tartaruga, segundo PAPERT (1985), não é aprender regras formais, senão desenvolver percepções do modo como elas movem-se no espaço. Estas percepções são escritas na linguagem da tartaruga e logo convertem-se em programas, procedimentos, equações, etc. Desenhar quadrados e figuras geométricas leva em si idéias importantes tais como: ângulo, repetição controlada, operador de troca de estado (sim e não, acima e abaixo, igual e diferente, etc.).

Para ter-se um panorama mais sistemático do que as crianças aprendem trabalhando com a tartaruga, podem-se distinguir dois tipos de conhecimento. Um é matemático: a geometria da tartaruga é portadora de idéias matemáticas muito gerais e de estratégias heurísticas. O outro tipo de conhecimento é "matético": conhecimento sobre a aprendizagem. Ou seja, encontrar sentido no objeto que se deseja aprender e refletir sobre o seu próprio pensamento. A experiência "matética" diz "... a fim de aprender algo, encontrar primeiro seu senso".

Um dos problemas do uso de LOGO no Brasil, segundo seus defensores na forma "tutee", é que em muitos ambientes ele é usado como "tool", ou seja, simplesmente como uma linguagem de programação. Discussões "tool" x "tutee" a parte, verifica-se que um problema real da difusão desta filosofia está na dificuldade (e às vezes até mesmo impossibilidade) de introduzir-se novas idéias e novos instrumentos computacionais perante seus defensores, que algumas vezes

manifestam contrariedade perante novas propostas antes mesmo de conhecê-las. Infelizmente, pois isso contraria o próprio princípio básico de democratização do ensino que norteia esta filosofia: "revolução de idéias", nos dizeres do próprio PAPERT (1985).

### III.3.2.3 - Simulação

Na definição de BARTON (1973) "simular significa dar a aparência de alguma outra coisa. Simular quer dizer ter o efeito de outra coisa - de maneira que o significado e a utilidade de uma simulação não residem somente na sua semelhança visual ou sensorial mas também numa similitude de idéias ou semelhança conceitual. (...) aquilo que a simulação representa pode não existir ainda ou não vir a existir nunca".

O processo de construção e simulação de modelos é essencialmente interativo, fundamentando-se em um ciclo de determinação de parâmetros, condições e estrutura, seguido de testes e experimentação e complementando com uma comparação como o desempenho real do fenômeno, quando possível. Assim, a simulação não pode e nem deve substituir o contato direto com os fenômenos naturais nem o trabalho de laboratório: ela deve ser uma complementação.

A simulação por computador possibilita uma abordagem mais intuitiva, ao invés de formal, permitindo um entendimento global do funcionamento do sistema, onde todas as variáveis podem interagir. Segundo SANTAROSA (sd) uma simulação pode ser estática ou dinâmica. Na primeira o professor

prevê todas as combinações de variáveis e na segunda há possibilidade de inserção de novas variáveis, parecendo esta pois mais útil na manipulação de modelos pelo aluno.

Muitos modelos complexos são intratáveis do ponto de vista matemático, pois incluem grandes sistemas de equações, muitas vezes não lineares. Métodos simples de simulação usando algoritmos numéricos, linguagens de blocos analógicos ou técnicas probabilísticas facilitam a implementação de modelos no computador e tornam seu entendimento mais fácil.

Ela ajuda a desenvolver a habilidade de solucionar problemas, ensina os alunos a serem usuários eficientes e críticos de modelos, permite a manipulação da realidade pela manipulação de modelos, investigação do que faz um sistema funcionar e como as variáveis que o compõem interagem.

#### III.3.2.4 - Jogos Educativos

A diferença básica entre um "courseware" e um jogo educativo é que o primeiro prevê exercícios de fixação e avaliação de um determinado conteúdo. No jogo, de uma forma lúdica, tem-se a transmissão/exploração de um determinado conteúdo ou o aprimoramento de alguma habilidade específica através da competição, geralmente da criança com o computador. Este é operado sob o controle de regras e normas que caracterizam o jogo. DREWS (1988) considera os jogos educativos como um "tipo particular de simulador, em que o mundo é imaginário".

Os jogos educativos computadorizados podem ser incomparavelmente mais complexos e desafiadores que os ma-

nuais. "Um só jogo pode servir como contexto para a aprendizagem de múltiplos conceitos e variadas habilidades, de natureza bastante sofisticada, e de uma maneira tal que o aluno dificilmente fica cansado no processo" (CHAVES, 1985).

### III.3.2.5 - Uso Tendo em Vista a

#### Inteligência Artificial

No rol de siglas difundidas no uso da Informática na educação, com o advento da IA duas novas surgem: ICAI (Intelligent Computer Aided Instruction) e ITS (Intelligent Tutoring System). Conforme já colocado anteriormente, em se tratando de siglas, reina certa confusão para diferenciação entre elas. Segundo a professora VIGCARI, da Universidade Federal do Rio Grande do Sul, a diferença básica entre um sistema ICAI e um tutor inteligente é que o tutor pode aprender.

VIGCARI (1985) coloca ainda que sistemas especialistas constituem procedimentos heurísticos por não seguirem uma seqüência de passos pré-determinados na busca de uma solução, sendo suas abordagens não determinísticas. Para que um sistema computacional possa ser enquadrado nesta categoria, precisa ter basicamente três componentes na sua arquitetura:

a) base de conhecimento: contém a relação de um conjunto de informações de uma determinada área de conhecimento, geralmente armazenados de forma declarativa, como por exemplo regras de produção, redes neuronais, "frames" ou simplesmente através da utilização do cálculo dos predicados



representando-se todo o conhecimento através de regras e fatos.

b) motor de inferência: algoritmos que permitem caracterizar o sistema como "inteligente" a partir de sua capacidade de fazer inferências sobre a base de conhecimento "produzindo" novas asserções e que permitam também "explicar" o porquê de uma determinada resposta.

c) interface em língua natural: a interface do sistema com o usuário deve aproximar-se o mais possível da forma de conversação humana. Essa interface se dá em domínios restritos de comunicação e visa transferir o mais possível para o sistema o esforço de compreensão do usuário, liberando-o tanto quanto possível da necessidade de aprender formas artificiais de interagir. Às vezes a dificuldade dessa é que afasta o usuário (em qualquer área de aplicação) do que poderia talvez ser um bom ou até mesmo um excelente sistema.

usuário	"tool"	"tutor"	"tutee"
aluno	SE produzidos comercialmente usados na solução de problemas; o estudante aprende pelo uso repetido	ICAI bases inteligentes como auxiliares do processo educativo	uso de LISP e PROLOG na escola; o estudante constrói seu próprio SE em domínios específicos
professor	SE apoiando a tomada de decisões, planejamento e controle	sistemas inteligentes no auxílio ao professor (processo educativo)	construção de SEs em domínios específicos a serem usados pelo aluno na forma "tool" ou "tutor"

Tabela III.4 - Sistemas Especialistas na Educação

Fonte: ROMISZOWSKY, 1987.

A utilização de sistemas especialistas (SE) na

educação pode ser bem sintetizada através da tabela III.4 , adaptada de ROMISZOWSKI (1987), utilizando-se as possíveis formas de uso definidos por TAYLOR (1980).

Inúmeras pesquisas têm sido realizadas neste sentido.

No Brasil, talvez a primeira atividade neste sentido tenha sido a tese de mestrado de VIGGARI (1985) na UFRGS, cuja continuação resultou na tese de doutorado pela Universidade de Coimbra, Portugal, cujo produto foi um tutor em PROLOG para reconhecimento de sentenças da língua portuguesa e construção destas a partir de estruturas em PROLOG. Ainda que algumas experiências estejam ocorrendo a nível de pesquisa, seu uso na escola é praticamente inexistente.

Em Portugal, ZAMBUJO (1988) descreve experimento no qual, através do tutor VIGGARI (já citado), busca-se explorar o desenvolvimento de conceitos matemáticos.

Na Itália, CULTRERA (1988) cita o uso de sistemas especialistas em uma área humanística: o ensino de uma língua estrangeira. São mencionados os sistemas ALICE (estudo de conjunções em italiano, inglês e francês), ET ("English Teacher") para estudantes italianos que desejam aprofundar as noções inerentes ao uso de verbos da língua inglesa e CALEB para ensinar espanhol a pessoas de língua mãe inglesa.

Na Suécia um projeto com o objetivo de examinar as oportunidades apresentadas por sistemas especialistas na educação foi iniciado pelo Grupo Educacional de Software do Ministério da Educação. Primeiramente, o projeto foi orientado para a construção de sistemas especialistas pelos

alunos através do uso de "shells". Coloca-se aqui como objetivo real o aprendizado resultante da coleta e estruturação do conhecimento pelo próprio aluno, podendo esta ser gradual e complementada e melhorada com o tempo, auxiliando o aprendizado de forma natural.

Na construção de um sistema especialista, seja pelo professor, seja pelo aluno, observam-se as seguintes fases:

- a) delimitação do domínio de conhecimento
- b) coleta de conhecimento
- c) estruturação do conhecimento
- d) implementação
- e) testes e maior desenvolvimento
- f) apresentação do sistema acabado

Sem dúvida, as novas pesquisas na área de inteligência artificial propiciam uma abertura de horizontes para a informática, libertando-a da visão tradicional estreita de processamento seqüencial de grandes massas de informações numéricas. Cada vez mais novas áreas e suas informações são consideradas "computáveis". Para a educação, novos desafios surgem, tornando o uso do computador na escola mais viável e produtivo: em sistemas tradicionais a seleção de matérias torna-se mais uma questão da habilidade do usuário pesquisar e manipular o banco de dados do que a maneira como este está armazenado, seqüenciado de uma forma mais ou menos arbitrária pelo autor. Num "courseware", por mais diversas que sejam as estruturas e as seqüências possíveis, estas são sempre previstas pelo programador. É preciso que o instrumento de ensino computadorizado tenha algo de simulação ou "inteligência" para que seu uso, em função do alto custo, se justifique. Com o uso das técnicas propostas pela inteli-

gência artificial, tendo-se bases de conhecimento e sistemas inteligentes para manipulá-las, o desafio torna-se maior, sendo possível uma interação efetiva do aluno com o computador: afasta-se o perigo do simples expectador.

#### 111.9.2.6 - Uso tendo em vista a Robótica

Um robô (BATTRO, 1986) é um autômato capaz de realizar trabalhos múltiplos a partir de uma programação definida, sendo composto de três subsistemas relacionados:

a) sensores, podendo ser classificados segundo sua similaridade como os sistemas sensoriais biológicos, ou seja, sensores proximais que atuam por contato ante uma estimulação mecânica e distais, isto é, que são ativados a distâncias (sistemas visuais, auditivos, químicos, etc) de acordo com diferentes estímulos físicos ou químicos (som, luz, moléculas); tais sensores podem até mesmo superar os limites dos sentidos humanos na sua capacidade discriminatória e na extensão do espectro energético a que respondem (ultrassom, infravermelho);

b) efectores: são os equivalentes funcionais as mãos, pés, asas, etc, dos organismos biológicos, não tendo porém limites anatômicos (o robô pode ter 8 dedos, os pés podem ser rodas, e assim por diante);

c) processadores: são microcomputadores que controlam o fluxo de informação dos sensores e efectores, podendo estar incorporados ao robô ou não (neste caso, o computador é conectado através de cabos, fibras óticas ou ondas eletromagnéticas).

O uso de robôs na educação é altamente compensador se este for programável, proporcionando maior amplitude que a tela. O sentido não seria, seguramente como muitos acreditam, um robô ministrando aulas, e sim como elemento de interação e exploração. Um exemplo já utilizado é a "tartaruga-de-chão" utilizada em diferentes lugares onde se aplica a proposta LOGO (figura III.5).

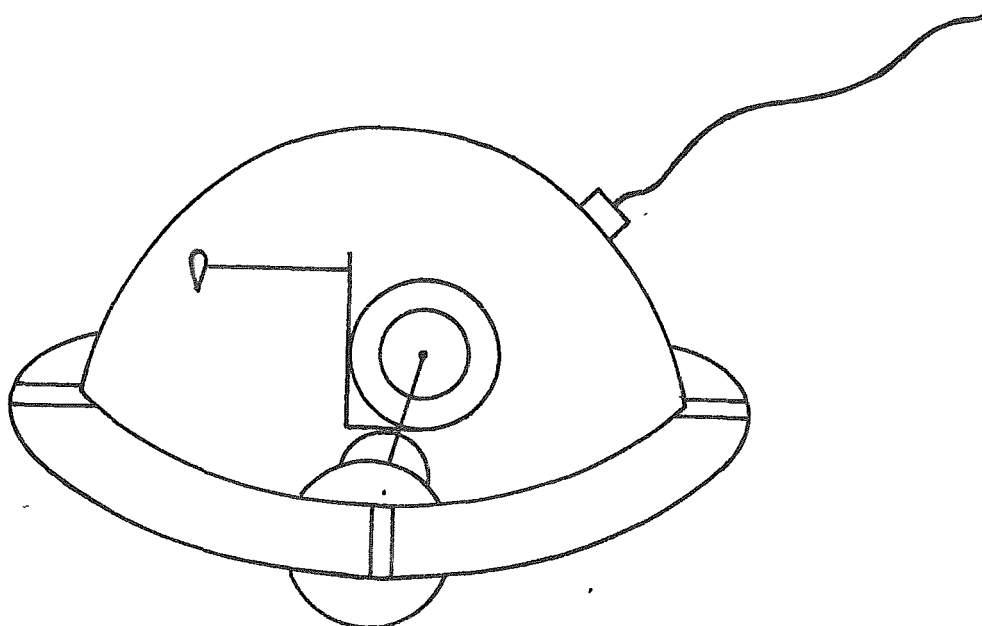


Figura III.5 - Tartaruga de chão  
Fonte: BATTRO, 1986.

No Brasil, este é um objetivo a ser perseguido a longo prazo, dado seu alto custo e a incipiência de tecnologia nacional na área de robótica, ainda que algumas iniciativas existam nesta área. Um exemplo é o projeto JABUTI, a "tartaruga de chão brasileira", protótipo feito como trabalho de diplomação no curso de Informática da UFRJ no ano de 1989.

### III.3.2.7 - Uso tendo em vista Redes e Telemática

O uso da tecnologia de redes possibilita integração entre elementos computacionais homogêneos e heterogêneos. Essa integração pode se dar a nível de sala de aula, na própria escola (redes locais) ou fazendo uso de teleprocessamento, ligando-se casas com escola e escolas entre si (instituições diversas entre si). A figura III.6, adaptada de OLIVEIRA e SOARES (1987), ilustra este uso a nível de escola. Outras instituições e/ou residências podem ter acesso a este ambiente.

É claro que tal situação é bastante sofisticada, e, apesar de algumas experiências piloto no Japão, França, EUA e Inglaterra, seu uso ainda é restrito. O uso mais comum se dá entre instituições de nível superior e de pesquisa no compartilhamento de informações, principalmente bibliográficas. É o que ocorre por exemplo através da ligação de algumas universidades brasileiras com centros de pesquisa no exterior através da rede BITNET.

Alguns tabus como o isolamento do aluno em casa, não necessitando mais da escola, não tem sido observado nas experiências. O que se nota é menos deslocamento para uso de equipamentos e pesquisa, não acabando porém os contatos humanos como alguns ainda temem.



Um exemplo da aplicação de redes no processo educativo é o projeto KIDNET - National Foundation Kids Network, objetivando despertar na criança a crítica da preservação do meio ambiente e dos problemas causados pela poluição. Ou seja, trata-se do uso da telemática no estímulo do ensino de ciências na escola primária. Fazem parte da experiência algumas escolas primárias americanas, e, desde 1988, européias e da América Latina.

Na América Latina, um exemplo de ligação é a existente no Instituto Oral Modelo, uma escola oralista para deficientes auditivos na Argentina. O detalhamento deste projeto está no capítulo IV. No que se refere à ligação com outras instituições, Percyval Denhan, coordenador de informática do referido instituto coloca que, infelizmente, há pouco uso devido ao alto custo.

Ainda na Argentina desenvolve-se um projeto de desenvolvimento de hardware e software de um computador para educação. A ALTEC S.E. propõe uma espécie de rede, com um microcomputador com arquitetura de um AT, microprocessador 80286 da Intel, como servidor. As estações de trabalho não tem discos, mas podem ter recursos próprios como modem e impressora. Propõe-se o uso de disco ótico de leitura (CD-ROM), circuitos para geração de som com capacidade para gerar 9 vozes FM, assim como capacidade de digitalizar e reproduzir som PCM, podendo-se pois gravar e reproduzir ruídos e palavras. A nível de software, propõe o desenvolvimento de um gerador de programas de aprendizagem, constituindo-se praticamente em uma linguagem orientada a objetos, onde estes podem ser figuras, fragmentos sonoros, relações matemáticas, etc. e levam encapsuladas todas suas proprie-



dades básicas ou atributos, sejam eles visuais ou de comportamento. Sua definição é de forma bastante natural: as formas são desenhadas com o mouse, a música é tocada no teclado, as equações são escritas e assim por diante. O CD-ROM terá uma biblioteca de imagens e objetos para uso imediato.

No Brasil, apesar da ligação entre algumas grandes universidades como USP, UNICAMP, UFRJ, UFRGS e outras já ser realidade, inclusive ligando-se a grandes centros de pesquisa a nível internacional, o acesso aos alunos é bastante restrito, geralmente a alguns alunos de pós-graduação. No nível médio e fundamental, algumas experiências isoladas tem sido feitas, como a ligação de uma escola de Novo Hamburgo, RS, com outra de Buenos Aires durante um congresso já há alguns anos. Um fator a restringir essas experiências, além do alto custo, é a qualidade da linha discada no Brasil: a incidência de ruídos é muito grande, dificultando sobremaneira a clareza e segurança da transmissão.

#### **III.4 - A Informatização do Professor no Processo de Informatização da Escola**

No processo de comunicação estão envolvidos basicamente o emissor, o canal, a mensagem e o receptor. É fato sabido que, para haver efetivamente comunicação, a mensagem deve chegar até o receptor e este apreender o seu significado, ainda que este possa ser diverso daquele pretendido pelo emissor. Isso ocorre muitas vezes por interferência no canal, ou pelas diferenças existentes entre o conjunto de

signos do emissor e do receptor, implicando pois em interpretações semânticas diferentes para uma mesma sintaxe. Fazendo um paralelo deste processo como o sistema de ensino tradicional, ainda vigente na maioria das escolas, verifica-se que o professor exerce o papel de emissor, a mensagem é o conteúdo e o receptor é o aluno. Porém muitas estratégias de ensino não levam em conta a necessidade de interação para haver comunicação, a necessidade de ação do aluno sobre o objeto de aprendizagem para que esta se efetive. Assim como a comunicação, a educação é um processo que ocorre entre os participantes, interagindo-se também com o meio.

Cada situação de aprendizagem, segundo citado em entrevista pela professora Iara Cláudio da PUC-RS, está baseada no trinômio problema x solução x recurso. Nesse sentido, o computador apresenta-se como um recurso a ser manipulado pelos agentes do processo na busca da solução para um problema (problema é aqui colocado no sentido de "algo a ser descoberto, explorado e conhecido", não no sentido comumente usado de "dificuldade").

Colocações como a de TAILLE (1988), de que "o papel da educação, e isso em todas as idades, não é somente ensinar ao aluno o que ele ainda não sabe, mas também desmentir o que ele acha que sabe" transformam a escola e conseqüentemente o professor em elemento desagradável ao educando. Será este o objetivo da educação? Ou educar é proporcionar oportunidades para que o aluno possa descobrir, criar? O papel da escola não deve ser simplesmente transmitir e sim provocar descobertas. Não deve ser de desmentir o que o aluno acha que sabe, mas de provocar situações que possam trabalhar com hipóteses pré-existentes, que desequilibrem e

proporcionem oportunidade de descoberta. Emília FERREIRO (1986), referindo-se a aprendizagem da escrita através do recorte da fala em fonemas, coloca que "não se trata de ensinar as crianças a fazer uma distinção, mas sim levá-las a se conscientizarem de uma diferença que já sabiam fazer em outras palavras; não se trata de transmitir um conhecimento que o sujeito não teria fora desse ato de transmissão, mas sim de fazer-lhes cobrar a consciência de um conhecimento que o sujeito possui, porém sem ser consciente de possuí-lo". Não se trata aqui de afirmar que o indivíduo já tem toda uma gama de conhecimento imbutida que precisa apenas de provocações para que este conhecimento seja consciente, mas sim de questionar a "transmissibilidade" do conhecimento, um dos princípios no qual se apóia a escola tradicional. O ponto de partida de toda aprendizagem, ainda segundo Ferreiro, é o próprio sujeito e não o conteúdo a ser abordado.

Conforme citado no item III.3.2, o papel do professor varia conforme o enfoque no qual se dá a introdução do computador: sendo algorítmico, tem-se a estrutura tradicionalmente vertical de ensino, dirigida e controlada pelo docente. No enfoque heurístico, o professor exerce o papel de guia, de facilitador, buscando ambientes significativos onde o educando possa assimilar e integrar novos conhecimentos. A atividade educativa não se autocontém como no enfoque algorítmico, necessitam de professores que dêem suporte, orientação, que atuem no processo de formalizar o conhecimento sem impor sua própria forma de pensar. Em qualquer dos enfoques, torna-se necessária a informatização do professor para garantir o sucesso da informatização da escola: este

torna-se elemento chave no processo.

Várias dificuldades surgem no processo de informatização do professor: desde o medo de ser substituído pela máquina, medo do desconhecido e até mesmo a indefinição do papel do professor neste processo.

Sobre a possibilidade de substituição do professor pela máquina parece este ser um temor infundado, uma vez que em todos os usos da tecnologia aqui mencionados não se vislumbra este papel. Talvez uma das principais causas deste medo seja a desinformação, o desconhecimento.

Decorrentes disso surgem posições como as relatadas na Folha de São Paulo de 22 de agosto de 1984: "os professores ignoram deliberadamente a questão de como usar o computador, limitando-se a estar contra ele; quando essa posição se revelar estéril, tanto quanto foi a revolta contra a caneta esferográfica e contra a televisão, eles sendo atropelados pela nova invasão tecnológica, sendo obrigados a conviver com filosofias e metodologias de uso surgidas e adotadas à sua revelia." É preciso que os tecnólogos educacionais (papel exercido neste contexto pelos profissionais de informática) e os educadores consigam romper a dificuldade de trabalhar interdisciplinarmente, resguardando-se o papel de cada um no processo educativo. Como coloca TOFFLER (1980), "Devemos começar com nós mesmos, ensinando-nos a não fechar as nossas mentes prematuramente à novidade, ao surpreendente, ao aparentemente radical. Isto significa repellar os assassinos de idéias que arremetem para matar qualquer nova sugestão, alegando sua impraticabilidade, enquanto defendem o que quer que exista agora como prático, por mais absurdo, opressivo ou impraticável que possa ser".

O preço da postura reacionária da comunidade educativa pode ser o de mediocridade educacional e rigidez social (GUTIERREZ e JUAREZ, 1986).

Muitas vezes os educadores simplesmente ignoram a questão. Por sua vez os profissionais de informática também ignoram deliberadamente os professores em algumas situações, ou exigem dele uma papel não de acordo: com as tendências atuais e futuras da informática, através das pesquisas realizadas principalmente a nível de hardware, Inteligência Artificial e Engenharia de Software, todos serão usuários de sistemas razoavelmente evoluídos que dispensarão o papel tradicional do programador. A esse respeito, coloca Santos que "Às vezes o treinamento descamba para um tentativa de formar professores programadores ou professores analistas, o que é pior. Isso contribui para aumentar a rejeição (...)". Nesse sentido é que foram criados os sistemas de autoria, comentados no item III.3.2.2.

A informatização da escola deve começar pelo professor também no sentido de propiciar-lhe a manipulação de instrumentos computacionais, eliminando (ou pelo menos diminuindo) a possibilidade de insegurança frente a alunos informatizados e desmistificando seu uso. Como coloca FREIRE (1984) "a possibilidade de agir e conhecer o processo desmistifica os artefatos tecnológicos". Corrobora com ele a indagação de DREWS (1988): "acaso pode-se usar corretamente um meio cujas capacidades, manejo e implicações se desconhece?".

Na efetiva introdução do computador no processo, além da informatização do professor torna-se essencial que

haja integração na vida escolar, tornando o computador um elemento não dissociado. Joan Mestres, inspetor e professor colaborador do Departamento de Tecnologia Educativa da Universidade de Barcelona, no prólogo do livro de HUNTER (1984) coloca que "quando um professor, um centro ou a administração educativa se propõem a introduzir o computador na sala de aula, terão de considerar e valorizar este projeto no conjunto da realidade escolar e do projeto educativo proposto". É preciso tornar claro o que se espera deste recurso, havendo consciência de que informatizar o ensino não é criar cursos de informática ou disciplinas afins. A professora Iara Cláudio, da PUC/RS, ilustra bem a falta de integração da introdução do computador na escola ao colocar que este se deu (e, em alguns casos, se dá ainda hoje) em quatro momentos:

a) o computador na vitrine: quando o computador era adquirido pela direção da escola e colocado num local visível aos pais e visitantes, local este por onde sempre havia um jeito de passar e dizer "ali está o nosso computador". Assim o fato da escola ter um computador poderia ser até um critério para os pais escolherem ou não matricular seu filho ali. Ainda que este tipo de "introdução do computador na educação" tenha sido mais comum no final da década de 70 e início da de 80, ainda hoje isto ocorre em algumas escolas.

b) o computador como meio de lucro: o computador passa pois a ter não uma vitrine, mas uma sala. Tem-se pois a "sala do computador", onde normalmente eram (ou são) oferecidos cursos como atividade extra-classe e remuneráveis fora do carnê escolar. Um exemplo recente deste fato é a

escola Seigné, em Porto Alegre, RS, onde, em entrevista para o jornal local Zero Hora em 1989, foi colocado que a aquisição de 15 ou 20 PCs nacionais, mesmo sendo um equipamento caro, seria um investimento que se pagaria em um ano. Referindo-se a esta forma, a professora Lara coloca que é preocupante que os alunos dessas escolas adotem a expressão "sala dos microcomputadores", pois junto com ela são transmitidos valores diferentes: trata-se de uma sala de máquinas, não de pessoas, podendo pois gerar situações futuras nas quais estes alunos vão dirigir uma empresa, nas quais os equipamentos existentes dentro lhes pareçam mais importantes que os próprios operários. Esta preocupação parece ter ainda maior fundamento ao analisar-se os cuidados que são dados para os computadores e robôs quando da automação industrial, em detrimento de cuidados essenciais com o ambiente para os operários.

c) a humanização da sala do computador: ainda que permanecendo numa sala separada, o computador é visto como recurso, não como fim em si mesmo, principalmente se junto a ele houverem outros materiais na sala, como livros, sucatas e outros elementos que possam ser usados e manipulados livremente.

d) a informatização da sala de aula propriamente dita.

Em cada uma dessas fases é preciso haver uma adequada preparação do professor. O risco de não fazê-lo é gerar má utilização. Como coloca HUNTER (1984), "qualquer desespero para aquisição de material e programas, os quais podem resultar medíocres e de baixa qualidade, que não

correspondem as necessidades em matéria de educação de uma sociedade específica, pode causar mais danos que proveito (...). A obtenção de vantagens no uso do computador na educação depende de sua utilização adequada e sob supervisão competente."

A estratégia típica na formação de professores é a escolha de um elemento que, uma vez preparado, prepara os outros. Essa estratégia pode gerar problemas, pois dificilmente o elemento preparado conseguirá preparar o outro da mesma forma. Ao contrário do início da década de 70, quando, para suprir a necessidade de mão de obra na área de informática, alguns profissionais foram mandados para o exterior para depois participarem, entre outras coisas, nos cursos de formação de tecnólogos em processamento de dados, parece não haver iniciativa nesse sentido para a informática educativa. Não se quer aqui sugerir que a única forma de formar profissionais para atuar na área de informática educativa seja prepará-los no exterior (o que não deixa de ser também uma idéia), mas que é urgente a formação de cursos de especialização, com disciplinas da área humana e técnica, para sanar a situação atual. Um exemplo da dificuldade técnica dos professores verifica-se quando, em escolas que se usa a proposta LOGO, propõe-se o uso de lista, o que requer maior conhecimento de programação do que a parte gráfica.

Iara Cláudio, na entrevista já citada, resume bem o papel da formação dos professores: "é preciso alimentar a criança, mas simultaneamente é preciso formar professores de qualidade; a universidade tem que desenvolver um perfil de professor nas licenciaturas com qualidade, enquadrado dentro da realidade, que saiba ser informatizado em uma escola



pobre ou em uma grande escola particular". Aborda-se assim outro ponto essencial: a formação de professores não somente através de cursos de preparação para aqueles já atuantes, mas através da formação mais completa dos futuros profissionais desta área. Algumas experiências isoladas também tem sido feitas, como por exemplo na UFRJ onde, no curso de Informática é dada a disciplina de Informática na Educação e, na licenciatura em Física, são feitas algumas experiências neste sentido. Na UFRGS é oferecido mestrado em Informática na Educação no Instituto de Educação.

Essa formação de novos profissionais não deve ser feita através da ministração de disciplinas de programação, mas a partir da vivência da sala de aula informatizada. O futuro profissional vivenciaria assim qual o nível de informática que ele precisaria para crescer dentro deste processo. Ainda que esta pareça ser uma realidade um tanto quanto distante, parece necessário que esforços sejam desenvolvidos nesse sentido, sob pena de continuar-se a formar profissionais em desacordo com a realidade a ser vivenciada. Ainda que estes profissionais não cheguem a encontrar a sala de aula informatizada propriamente dita, parece ser importante o vivenciamento de experiências que lhes possibilitem o desenvolvimento de espírito crítico quanto a forma de uso de novas tecnologias como tecnologia educacional.

### III.5 - Questões para Pesquisa

A informatização de praticamente todos os setores da sociedade já é uma realidade, não havendo como negá-la.

Como coloca APPLE (1985), a "informatização está aí, não irá embora". Tendo-se esta consciência e pensando-se na educação (institucionalizada ou não) como elemento base da formação das pessoas, sugerem-se alguns pontos que podem talvez nortear as pesquisas a serem feitas na área de informática educativa.

A Suécia, no congresso de educação e informática da UNESCO ocorrido em Paris em abril de 1989, enumerou algumas questões essenciais a serem pesquisadas:

a) o uso do computador integrado com o ambiente de aprendizagem permite o desenvolvimento mais rápido de habilidades cognitivas de alto nível?

b) qual o impacto do uso de computadores mediante variáveis culturais, demográficas e situacionais?

c) o uso do computador determina formas particulares de organização social, tais como divisão cooperativa de trabalho enquanto se resolve problemas?

d) altos processos cognitivos podem ser mais pronunciados ou manifestados mais rapidamente por crianças menos avançadas em comparação com crianças mais avançadas?

e) pode-se identificar diferenças de perfis cognitivos e metacognitivos entre crianças que usam e não usam computador?

Relativa a questão levantada no item "a", se efetivamente ocorre desenvolvimento mais rápido de estruturas cognitivas pelo uso do computador, outra questão a ser estudada é a viabilidade de se antecipar a formação dessas estruturas na criança. A verdade é que, frente as duas posições radicais que se têm hoje (introduzir ou não o uso computador na escola primária), não se tem indícios claros

de que isso seja prejudicial, neutro ou favorável. Para se ter noções mais claras, seria preciso fazer estudos nos indivíduos após longos anos em comparação com os que não tivessem sido "informatizados". Em termos de Brasil, não se tem ainda população para isso, e, quando as tivermos, provavelmente tal estudo somente será possível em função das diferenças regionais que seguramente farão com o que a informatização da sociedade e da escola em particular dar-se-ão em ritmos e formas diversas. Se as condições fossem menos heterogêneas como nos países centrais, provavelmente não se teriam elementos de comparação, pois o computador já seria uma realidade para a maioria assim como a televisão hoje o é. E, como já colocado, a questão primordial hoje já não pode ser "introduzir ou não", frente a realidade tecnológica existente, e sim como introduzir.

Outra questão importante a ser pesquisada é a adequação de diferentes modelos a diferentes regiões e classes sociais, pois, ao mesmo tempo que não se pretende o segregacionismo tecnológico, também devem ser insistentemente estudadas as possíveis consequências de disparidades violentas entre a realidade escolar e a domiciliar. Não se trata simplesmente de negar a introdução da informática em escolas que atendam comunidades pobres, mas sim de lembrar que este não pode ser um projeto dissociado de projetos de melhoria do nível de vida da comunidade como um todo. Devem-se buscar soluções educativas não somente para o Brasil dos 30%, esquecendo-se dos outros 70%. Na busca de soluções para estes 70% é que estão sendo desenvolvidas duas teses de mestrado no programa de Engenharia de Sistemas e Computação

da COPPE/UFRJ referentes ao uso da informática para desenvolvimento de habilidades cognitivas e profissionalização de meninos de rua.

Neste capítulo foram tecidos alguns comentários sobre a aplicação de informática na educação em geral com o intuito de tornar mais claro o assunto para então abordá-lo no contexto específico da Educação Especial, assunto a ser abordado no capítulo a seguir.

## CAPÍTULO IV

### NOVAS TECNOLOGIAS E EDUCAÇÃO ESPECIAL

#### IV.1 - Princípios da Educação Especial

No capítulo III foi colocado que o processo educativo se dá pela interação de diferentes fatores, sejam eles biológicos, mentais e sociais. Todo conhecimento liga-se a uma ação, podendo esta ser motora, perceptiva ou mental. Quando há uma ruptura qualquer destes fatores, pode-se originar a necessidade de um processo educativo diferenciado, tornando-se neste caso o educando um elemento de atenção da Educação Especial. Torna-se assim evidente que esta destina-se não somente a elementos com distúrbios físicos e/ou mentais, mas também para aqueles que, por um motivo ou outro, não se adaptam ao processo educativo chamado "normal", isto é, o indivíduo a ser atendido pela Educação Especial é o que apresenta "necessidades especiais", podendo esta ser de ordem física ou psicológica. Como colocam CRUICKSHANK e JOHNSON (1982), "Se não fosse pelas diferenças, não haveria razão para a educação especial. (...) Crianças excepcionais, definidas pelas suas diferenças, têm não só as mesmas necessidades que suas equivalentes como algumas diferentes, pertinentes ao seu tipo de excepcionalidade". No decorrer deste texto, o termo "excepcional" será usado para para referenciar indivíduos com necessidades especiais.

É importante conhecer quais são os princípios da abordagem do problema referente a Educação Especial, uma vez que esse é o contexto prático e filosófico no qual as novas

tecnologias devem ser aplicadas.

O conceito de Educação Especial a partir dos anos 70 é considerado "como a utilização a nível individual, de técnicas, procedimentos, materiais instrucionais e equipamentos desenvolvidos para ajustar níveis e formas incomuns de desenvolvimento cognitivo, afetivo e/ou motor, resultado de privações sensoriais, falta de escolaridade ou insuficiência causada por condições ambientais ou pessoais, que tenham atingido o desenvolvimento de uma criança em sua forma mais ampla" (LOFREDI, 1983).

A Educação Especial assume neste momento um papel relevante dentro da problemática educativa, devido à crescente demanda social. Constitui-se em direito individual e dever social, preocupando-se em oferecer condições iguais de acesso à educação. Embora existam leis e instituições que protegem o tratamento especial, o sistema social oferece resistências à expansão e melhoria, devido à percepção baseada mais nas incapacidades e limitações dos deficientes do que nas suas potencialidades. Segundo a professora NOVAES (1983) "os programas educativos devem estar compatibilizados com aqueles do ensino comum, favorecendo o convívio social, através da família, da escola e do trabalho, evitando-se, sempre que possível, a institucionalização segregativa". No entanto, muitas vezes a institucionalização funciona não no sentido segregativo, mas como agrupamento de pessoas com características semelhantes, significando um ambiente onde cada um se sente livre na sua própria identidade.

O indivíduo excepcional ao estar inserido num sistema é afetado por fatores sociais, culturais, psicológicos,

além dos pedagógicos. O processo de ensino-aprendizagem têm como base a interação social, e, por conseguinte, as relações estarão sempre presentes nas estruturas institucionais. As relações educativas se referem às diversas situações e tipos de envolvimento tanto pessoal como social. No caso dos excepcionais é importante considerá-las por serem apoio na formação de hábitos e atitudes, para integrá-los na sociedade.

As relações pedagógicas são estabelecidas por meio das tarefas escolares, das atividades curriculares, instrucionais e métodos didáticos que deverão ser sempre adaptados às características dos diversos tipos de excepcionais.

As relações de produção se referem ao sistema de produção, havendo uma divisão social do trabalho que corresponde muitas vezes aos níveis de qualificação. No caso dos excepcionais surgem muitos problemas no momento de inserção no mercado de trabalho devido ao fato que eles não são valorizados como agentes produtivos por causa dos preconceitos sociais e também pelo fato de, muitas vezes, serem necessários equipamentos diferenciados que se adequem ao excepcional, como por exemplo teclado em Braille para cegos. Nestes casos, apesar da possível contrapartida social, muitas vezes as empresas preferem permanecer com equipamentos e/ou instrumentos que sejam adequados a maioria dos trabalhadores, permitindo mais facilmente a substituição, quando for o caso.

Dentre as modalidades de ensino mais usuais encontram-se:

a) classes comuns, para aqueles que têm condições de acompanhar o ensino regular;

b) apoio pedagógico complementar prestado em salas de recursos, com material especializado e equipamentos de suporte;

c) ensino itinerante, no caso de não existirem serviços especializados no local;

d) classes especiais oferecendo ensino diferenciado, de acordo com as características dos diversos tipos de excepcionais;

e) instituições especializadas e escolas-residência para os excepcionais que exigem atendimento específico;

f) oficinas pedagógicas para a preparação profissional e aprendizagem de hábitos para o trabalho.

O "diálogo" educativo apresenta-se sobre uma configuração triangular, envolvendo por um lado o processo de aprendizagem, o desenvolvimento das potencialidades como finalidade e o agente educacional como mediador. O educador que trabalha com excepcionais, sejam deficientes físicos, mentais, sensoriais, com problemas de conduta ou superdotados, poderá estruturar situações que estejam de acordo com as necessidades do aluno e com a sua atuação pedagógica. As diversas interações podem gerar diversos tipos de vínculo, como por exemplo: o da dependência, que segue o modelo intergeracional pai-filho que conduz a atitudes de superproteção; o da cooperação ou mutualidade, que leva a uma independência progressiva; e o da competição que pode ocorrer, quando se tratar de superdotados, uma vez que o professor, sentindo-se ameaçado no seu poder e saber, rivaliza com eles hostilizando-os ou rejeitando-os.

Para abordar uma prática pedagógica é preciso com-



preender o carácter dialético da educação, o qual é expresso por NOVAES (1983) "aprendizagem diz respeito à educação de condutas antecedentes e conseqüentes, com esquemas de ações pré-existentes, sendo considerada como um produto contextual da estruturas de ação, a partir do momento em que a experiência modifica o estado anterior do comportamento."

Portanto, em Educação Especial é imprescindível considerar os esquemas anteriores de conduta (modelos, hábitos, padrões de desenvolvimento, formas de ação, motivações, atitudes e valores). Os esquemas de conduta se inserem na experiência e tendem a modificar os comportamentos (novos hábitos, táticas, estratégias de conduta) e os produtos da aprendizagem resultantes.

Seria recomendável que fossem adotados procedimentos realistas e apropriados e, sobretudo, mecanismos de mediação e de avaliação educacional, os quais permitam estabelecer o nível real de expectativas e a competência real dos alunos.

A educação do indivíduo com necessidades especiais deve abranger os diversos tipos de aprendizagem, tais como: a aprendizagem dos automatismos (motoras, verbais), aprendizagem prática (hábitos e habilidades), aprendizagem conceitual (verbo-ideativa), aprendizagem social (papéis e atitudes) e aprendizagem normativa (valores e formas de juízo).

De modo geral as ações e programas da Educação Especial estão baseadas nos princípios da normalização, da integração e da individualização. A normalização tem por objetivo oferecer ao excepcional oportunidades educacionais, sociais e profissionais similares às demais pessoas; a integração se refere aos aspectos temporal, instrucional, social

e cultural; a individualização pressupõe adequar o atendimento às especificidades de cada categoria de excepcionalidade.

O conceito de normalização está relacionado à história da Educação Especial nos países escandinavos onde, segundo Mikkelsen (1978), citado por PEREIRA (1983), "normalizar não significa torna o excepcional normal, mas que a ele sejam oferecidas condições de vida idênticas às que outras pessoas recebem. Devem ser aceitos com suas deficiências, pois é normal que toda e qualquer sociedade tenha pessoas com dependências diversas. Ao mesmo tempo é preciso ensinar ao deficiente a conviver com sua deficiência. Ensiná-lo a levar uma vida tão normal quanto possível, beneficiando-se das ofertas de serviços e das oportunidades existentes na sociedade em que vive."

Este conceito rompe com o conceito estático e permanente do excepcional que o segregava da sociedade. Mikkelsen considera que antes de ser excepcional, diferente, ele é pessoa com direitos e deveres iguais aos demais seres humanos, precisando que lhe sejam oferecidas as mesmas condições de vida destes. Segundo a professora PEREIRA (1983) a partir desta nova conceitualização vieram renovações de caráter social, psicológico e administrativo:

a) do monopólio médico para a ação integrada com serviços de educação, de reabilitação e de serviço social, isto é, ação interdisciplinar no atendimento ao excepcional;

b) da instituição, como recurso dominante, para a instituição como parte dos recursos da comunidade, incentivando-se os aspectos sociológicos, administrativos e educa-

cionais, assim como a visão humanística dos serviços de Educação Especial;

c) do controle governamental centralizado à descentralização de decisões, estudando-se as condições e necessidades locais, regionais e individuais, como indicadores para planos na área de Educação Especial;

d) do sistema escolar acadêmico exclusivo para uma sistema mais humanístico e aberto, mais voltado para a vida e a comunidade onde cada educando vive.

Uma das conseqüências fundamentais do princípio de normalização se refere à integração do excepcional. "Normalização é objetivo. Integração é processo. Integração é fenômeno complexo que vai muito além de colocar ou manter excepcionais em classes regulares. É parte do atendimento que atinge todos os aspectos do processo educacional" (PEREIRA, 1983).

Os elementos básicos que deverão afetar a integração educacional do excepcional são apontados pelos estudiosos do tema:

a) Integração temporal. Refere-se à disponibilidade ou oportunidade que existe para que o excepcional permaneça com seus companheiros "normais". Segundo PEREIRA (1983) "quanto mais o excepcional tiver oportunidades de conviver com seus companheiros de classe regular, melhores serão os resultados integradores, desde que essa convivência seja gradativa e devidamente preparada". Ainda que tal afirmação não deva ser considerada absoluta, deve ser levada em consideração no sentido de procurar aproximá-los dos não excepcionais.

b) Integração instrucional. Significa a disponibi-

lidade de oportunidades e de condições de estímulo que o excepcional encontra no ambiente da classe regular que facilitam seu processo de ensino aprendizagem. Neste sentido é importante ter em conta que as características do excepcional e suas necessidades educacionais devem ser compatíveis com as oportunidades oferecidas às crianças que freqüentam as classes comuns, com a habilidade dos professores e com os recursos especiais oferecidos ao excepcional.

c) Integração social. Refere-se ao relacionamento entre o excepcional e seus companheiros "normais" dentro do grupo. Esta pode ser analisada em termos de proximidade física, interação, assimilação e aceitação. Proximidade física faz referência à distância espacial entre o excepcional e o grupo de crianças "normais". Conduta interativa refere-se à comunicação verbal, gestual ou física entre as pessoas. É considerada a mais alta expressão de integração social. A assimilação social trata da inclusão do excepcional no contexto do grupo de crianças "normais". A assimilação social se realiza quando o excepcional participa e é reconhecido como elemento ativo dentro do grupo, sendo aceito em suas atividades e programas. Aceitação social denota a aprovação do excepcional no meio do grupo. É diferente da assimilação porque não basta participar da atividade, mas que essa participação seja aceita e reconhecida pelo grupo.

Uma consequência importante dos níveis de integração é a individualização do ensino, como reforma exigida no sistema escolar. Inclui as seguintes diretrizes básicas:

a) desenvolver procedimentos de medida de avaliação do ensino;

b) analisar a natureza das diferenças individuais enquanto aprendizagem;

c) analisar as vantagens e desvantagens de cada estratégia de integração às deferentes categorias de excepcionais.

É importante que as experiências educacionais no campo da educação especial se suscedam com a finalidade de introduzir os novos princípios de normalização, sistematizar os níveis de integração e especificar cada nível de acordo com as necessidades do educando.

#### **IV.2 - Educação Especial no Brasil**

O atendimento a pessoas portadoras de necessidades especiais no Brasil iniciou-se com a fundação do Instituto Benjamin Constant para cegos em 1854 e do Instituto Nacional de Educação de Surdos (INES) em 1857, ambos no Rio de Janeiro (SESPE, 1988).

No início da década de 50, através de movimentos de pais e profissionais em defesa do direito de atendimento especializado começam a surgir associações como a APAE (Associação de Pais e Amigos do Excepcional) e as Sociedades Pestalozzi. Este surgimento serviu também como forma de pressão junto ao governo para que fossem definidas diretrizes e bases para a Educação Especial.

Em 1958, o MEC instituiu a Campanha Nacional de Educação de Surdos e em 1960 a Campanha Nacional de Educação e Reabilitação dos Deficientes Mentais.

Em julho de 1973 foi criado no âmbito do MEC o CENESP - Centro Nacional de Educação Especial, com a finali-

dade de "planejar, coordenar e favorecer o desenvolvimento do 1o. e 2o. graus, ensino superior e supletivo, para os deficientes da visão, da audição, mentais, físicos, para os portadores de deficiências múltiplas, educandos com problemas de conduta e os superdotados, visando a participação progressiva na comunidade, obedecendo os princípios doutrinários, políticos e científicos que orientam a Educação Especial".

Em 1985 a Educação Especial passa por uma redefinição, insituindo-se o Comitê Nacional para Educação Especial com a finalidade de elaborar o Plano Nacional de Ação Conjunta, com duas linhas básicas de ação: uma para pormenorizar e especificar ações a serem desenvolvidas e outra no sentido de criar uma coordenação executiva, destinada a viabilizar o plano. Surge daí a Coordenação Nacional para Integração da Pessoa Deficiente - CORDE. Em 1986, visando implantar uma política que fortalecesse as estruturas estaduais, municipais e comunitárias ligadas ao atendimento educativo especial, o GENESP é transformado em Secretaria de Educação Especial - SESPE, órgão à nível da União atualmente responsável pela Educação Especial no Brasil.

Em termos numéricos, a ONU estima que 10 a 12% da população brasileira é portadora de necessidades especiais, o que hoje significa algo próximo de 15 milhões de pessoas.

No estado do RS, também segundo estimativa da ONU, mantém-se o percentual nacional (10 a 12%), distribuídos conforme apresentado na tabela IV.1.

```
=====
% de pessoas com necessidades
especiais no estado do RS
-----
      tipo                                %
=====
deficiência mental                      5,0
deficiência auditiva                    2,0
deficiência física                       1,5
deficiência visual                       0,5
múltiplas deficiências                  1,0
superdotados                             2,0
-----
TOTAL                                    12,0
=====
Tabela IV.1 - Excepcionais no RS
Fonte: Jornal Zero Hora, 26/09/89
```

Nas tabelas a seguir, montadas a partir do levantamento feito pelo GENESP em 1981 e publicado em 1984, tem-se uma visão relativa aos dados numéricos referentes a instituições, professores e alunos ligados a Educação Especial no Brasil. Esta visão é relativa no sentido que estudos estatísticos nesta área são muito raros, havendo dificuldade de localização de dados mais atualizados. No que se refere aos tipos de excepcionalidade, não estão incluídos os educandos com dificuldades de aprendizagem e a categoria "portadores de problemas de conduta" não é muito clara.

As três tabelas a seguir dão uma amostragem da ocorrência de cada tipo de excepcionalidade no país. Deve ser observado que estes dados referem-se a 1981 e somente à população atendida. Não estão incluídos os casos não diagnosticados (que não são tão raros), os casos que não têm atendimento especializado e os que não têm atendimento algum.

=====

Alunos Excepcionais por Grau de Ensino,  
segundo o tipo de excepcionalidade - Total

-----

Tipo de Excepcion.	Pré-Escolar		1o. Grau		2o. Grau		TOTAL	
	Qtd.	%	Qtd.	%	Qtd.	%	Qtd.	%
DV	526	1,7	2.418	3,3	143	56,7	3.087	3,0
DA	4.026	13,3	7.233	9,8	39	15,5	11.298	10,8
Def. físico	1.681	5,6	1.886	2,5	2	0,8	3.569	3,4
DM Educável	8.152	27,0	48.426	65,6	-	-	56.578	54,3
DM Treinável	11.177	37,0	6.942	9,4	-	-	18.119	17,4
Def. múltipla	3.668	12,1	3.893	5,3	53	21,0	7.614	7,3
Prob. conduta	995	3,3	2.859	3,9	15	6,0	3.869	3,7
Superdotado	10	0,0	124	0,2	-	-	134	0,1
<b>TOTAL</b>	<b>30.235</b>	<b>100,0</b>	<b>73.781</b>	<b>100,0</b>	<b>252</b>	<b>100,0</b>	<b>104.268</b>	<b>100,0</b>

=====

Tabela IV.2 - Excepcionais por Tipo de Exeptionalidade

O IBGE (1982) estimava a população brasileira do ano de 1981 em aproximadamente 124 milhões de pessoas. Utilizando-se o percentual estimado pela ONU de ocorrência de 10% de indivíduos com necessidades especiais ter-se-ia 12,4 milhões de pessoas nessas condições, o que nos dá um número assustadoramente alto em comparação ao total atendido ainda que tal comparação não possa ser feita diretamente.

=====

Alunos Excepcionais por Grau de Ensino, segundo o  
tipo de excepcionalidade - Ensino Regular

-----

Tipo de Excepcion.	Pré-Escolar		1o. Grau		2o. Grau		TOTAL	
	Qtd.	%	Qtd.	%	Qtd.	%	Qtd.	%
DV	112	2,0	1.023	2,3	69	78,4	1.204	2,4
DA	1.320	23,7	3.533	7,6	18	20,5	4.691	9,4
Def. físico	77	1,4	613	1,4	1	1,1	691	1,4
DM Educável	3.132	56,2	35.758	81,1	-	-	38.890	78,2
DM Treinável	396	7,1	1.125	2,6	-	-	1.521	3,1
Def. múltipla	147	2,6	855	1,9	-	-	1.002	2,0
Prob. conduta	385	6,9	1.223	2,8	-	-	1.608	3,2
Superdotado	7	0,1	124	0,3	-	-	131	0,3
<b>TOTAL</b>	<b>5.576</b>	<b>100,0</b>	<b>44.074</b>	<b>100,0</b>	<b>88</b>	<b>100,0</b>	<b>49.738</b>	<b>100,0</b>

=====

Tabela IV.3 - Excepcionais por Grau de Ensino (Ensino Regular)

Da população atendida 18,4% é educada junto ao sistema regular de ensino, enquanto que 81,6% estão em



instituições especializadas. Verifica-se ainda que a população a nível de 2o. grau também é bastante reduzida em relação ao total, verificando-se uma evasão muito alta como no ensino destinado a pessoas sem necessidades especiais (capítulo III).

=====

Alunos Excepcionais por Grau de Ensino, segundo o  
tipo de excepcionalidade - Instituições Especializadas

-----

Tipo de Excepcion.	Pre-Escolar		1o. Grau		2o. Grau		TOTAL	
	Qtd.	%	Qtd.	%	Qtd.	%	Qtd.	%
DV	414	1,68	1.395	4,69	74	45,12	1.883	3,45
DA	2.706	10,97	3.880	13,06	21	12,80	6.607	12,11
Def. físico	1.604	6,51	1.273	4,29	1	0,61	2.878	5,28
DM Educável	5.020	20,36	12.668	42,64	-	-	17.688	32,44
DM Treinável	10.781	43,72	5.817	19,58	-	-	16.598	30,44
Def. múltipla	3.521	14,28	3.038	10,23	53	32,32	6.612	12,12
Prob. conduta	610	2,47	1.636	5,51	15	9,15	2.261	4,15
Superdotado	3	0,01	-	-	-	-	3	0,01
TOTAL	24.659	100,0	44.074	100,0	164	100,0	54.530	100,0

=====

Tabela IV.4 - Excepcionais por Grau de Ensino (Instituições Especializadas)

A tabela IV.5 informa a quantidade de estabelecimentos de ensino regular e instituições especializadas que prestam atendimento educativo à excepcionais, distribuídos por região.

=====

Estabelecimentos que prestam Atendimento  
Educativo à Excepcionais

-----

Região	Ensino Regular	Instituição Especializada	TOTAL
Norte	142	13	155
Nordeste	299	111	410
Sudeste	1.526	372	1.898
Sul	545	248	794
Centro-Oeste	153	42	195
TOTAL	2.665	787	3.452

=====

Tabela IV.5 - Estabelecimento de Ensino para Excepcionais

Na tabela IV.6 é ilustrado o nível de formação dos professores das instituições ou escolas regulares que atendem excepcionais. Observa-se que a quantidade de professores somente com formação pedagógica (sem formação específica para tratamento com excepcionais) ou com ausência de formação é bastante alta.

Docentes por Nível de Formação - Total

Região	Formação Especial		Formação Pedagógica		S/Formação Pedagógica		TOTAL
	Qtd.	%	Qtd.	%	Qtd.	%	
Norte	216	65,1	110	33,1	6	1,8	332
Nordeste	1.206	63,9	575	30,5	105	5,6	1.886
Sudeste	3.312	46,3	3.033	42,4	805	11,3	7.150
Sul	1.027	34,0	1.747	57,7	251	8,3	3.025
Centro-Oeste	283	30,3	598	64,1	52	5,6	933
<b>TOTAL</b>	<b>6.044</b>	<b>45,4</b>	<b>6.063</b>	<b>45,5</b>	<b>1.219</b>	<b>9,1</b>	<b>13.326</b>

Tabela IV.6 - Docentes por Nível de Formação

Um fato que chama a atenção é o percentual de professores especializados ser mais alto no ensino regular do que nas instituições especializadas, onde, teoricamente, deveria haver maior preocupação neste sentido, conforme pode ser verificado pela comparação das duas tabelas a seguir.

Docentes por Nível de Formação - Ensino Regular

Região	Formação Especial		Formação Pedagógica		S/Formação Pedagógica		TOTAL
	Qtd.	%	Qtd.	%	Qtd.	%	
Norte	124	68,9	55	30,6	1	0,5	180
Nordeste	507	77,9	137	21,0	7	1,1	651
Sudeste	1.457	57,0	983	38,5	114	4,5	2.554
Sul	283	37,9	443	59,3	21	2,8	747
Centro-Oeste	79	29,9	179	67,8	6	2,3	264
<b>TOTAL</b>	<b>2.450</b>	<b>55,7</b>	<b>1.797</b>	<b>40,9</b>	<b>149</b>	<b>3,4</b>	<b>4.396</b>

Tabela IV.7 - Docentes p/ Nível de Formação (Ensino Regular)

Docentes por Nível de Formação - Instituições Especializadas							
Região	Formação Especial		Formação Pedagógica		S/Formação Pedagógica		TOTAL
	Qtd.	%	Qtd.	%	Qtd.	%	
Norte	92	60,5	55	36,2	5	3,3	152
Nordeste	699	56,6	438	35,5	98	7,9	1.235
Sudeste	1.855	40,4	2.050	44,6	691	15,0	4.596
Sul	744	32,7	1.304	57,2	230	10,1	2.278
Centro-Oeste	204	30,5	419	62,6	46	6,9	669
TOTAL	3.594	40,2	4.266	47,8	1.070	12,0	8.930

Tabela IV.8 - Docentes por Nível de Formação (Instituições Especializadas)

### IV.3 - Utilização de Novas Tecnologias na Educação Especial

O uso das novas tecnologias na Educação Especial deve se dar tendo em vista os três princípios citados: normalização, integração e individualização. Mais do que qualquer outro indivíduo, o portador de necessidades especiais precisa valer-se de instrumentos especiais que lhe possibilitem levar uma vida tão normal quanto possível de forma que ele possa participar do processo educativo como um todo.

Um dos casos mais famosos e completos da amplitude do uso das novas tecnologias é o de Stephen Hawking, astrofísico da Universidade de Cambridge. Não podendo mover-se nem falar por ter sido atacado aos 20 anos de idade pela doença de Lou Gehrig (uma deterioração do sistema nervoso central) seu contato com o mundo exterior é feito através da tela de um computador e de um sintetizador de voz instalado no braço de sua cadeira de rodas. No entanto, parece claro

que, apesar da realidade tecnológica que existe para estes casos, existe também a realidade social as vezes bastante diferente. O que seria por exemplo, de Hawking se ele tivesse nascido no Brasil? Provavelmente nada, a não ser que desse o acaso de ser descoberto pelo Fantástico para desenvolver-se uma campanha em seu favor para tratar-se nos EUA!

Nos casos de dificuldades físicas, como no de Hawking, os instrumentos tecnológicos funcionam como próteses, de ampliação ou substituição, de partes e/ou funções do corpo. O conceito de "prótese informática" foi usado pela primeira vez no tratamento de pacientes incapacitados por Seymour Papert e Sylvia Weir. BATTRO (1986) usa o termo "prótese mental". Este conceito está diretamente ligado aos conceitos de modularidade da mente de Fodor, em especial da modularidade dos sistemas analisadores de estímulos visuais e lingüísticos. Segundo BATTRO (1986), o fato dos sistemas cognitivos periféricos, ao contrário dos centrais, se caracterizarem por possuir um alto grau de autonomia em cada domínio é que justifica o uso do emprego terapêutico (e pode aqui acrescentar-se o emprego educacional) da computação tanto em casos de tratamento com débeis mentais ou incapacitados físicos ou sensoriais. Como consequência da teoria modular da mente, uma "prótese mental" se converteria em uma "prótese física", neuronal: poderia ser "substituída uma parte do hardware nervoso", como por exemplo através da implantação de eletrodos no córtex visual para fazer cegos "enxergarem" através de transdutores artificiais. Assim, o termo "prótese computacional" aplica-se a processos cognitivos modulares e não centrais (parece uma aventura imaginária

conceber um sistema protético capaz de ajudar a resolver problemas lógicos mediante uma conexão direta com o córtex frontal).

Ainda segundo Fodor, existem pelo menos três sistemas cognitivos:

a) tradutores: são os sistemas periféricos ou sensoriais;

b) analisadores ("input systems"): se ocupam de codificar as representações mentais que constituem o domínio de operação dos processadores centrais, isto é, os analisadores são também sistemas capazes de produzir inferências;

c) processadores centrais.

Essa tricotomia permitiria a identificação de uma taxonomia de próteses mentais: tradutoras, modulares (analisadoras) e centrais.

As próteses mentais tradutoras seriam sistemas computacionais capazes de ampliar ou substituir um receptor sensorial (o termo "mental" é usado supondo-se um procedimento computacional subjacente, implicando em um nível representativo, de caráter icônico, não sendo possível sua atribuição a tradução no sentido habitual).

Referindo-se a próteses mentais modulares, BATTRO (1986) coloca que, quando a pessoa atua a nível de programação, por mais simples que esta seja, atua como um analisador de símbolos. Assim, o programa ou procedimento computacional (entendido como conjunto de símbolos) se converte no objeto ou dado a ser analisado: a prótese mental seria o programa computacional e o procedimento é o objeto que será analisado pelo sistema cognitivo modular. Aponta a linguagem LOGO como exemplo paradigmático. Este conceito de analisador (lin-

güístico ou perceptivo) não exclui a produção de ações simuladas em um computador ou realizadas por um robô.

Já as próteses centrais possuem um grau de complexidade que superam o conhecido.

Uma prótese mental consiste pois precisamente em uma amplificação ou substituição de uma atividade humana, seja ela sensorial, motriz ou representativa (modular). Enquanto as próteses amplificadoras têm por função amplificar o campo representativo (tanto na simulação como na robótica), as próteses substitutivas trocam um campo representativo por outro.

Muitas perspectivas se abrem em termos tecnológicos, havendo talvez no futuro desenvolvimento de próteses mentais assim como se construíram próteses físicas ortopédicas, marcapassos, sistemas de diálise, válvulas cardíacas, etc.

Muitos projetos vem sendo desenvolvidos a nível de hardware visando eliminar ou pelo menos diminuir as dificuldades dos deficientes, principalmente no que se refere a adaptação ao mercado de trabalho. O projeto de hardware específico faz-se necessário, pois, como colocam BATTRO e DENHAM (1989), "o pior que se pode fazer é instalar um computador mal adaptado às necessidades reais de uma pessoa incapacitada que pretenda dele fazer uso". Assim, impressoras em Braille, computadores falando para cegos e ouvindo os comandos daqueles que não podem se mover são hoje uma realidade. Inúmeros projetos e produtos encontram-se a disposição no mercado. Tratando-se de deficientes visuais, em elemento muito explorado tem sido o sintetizador de voz. Assim,

a American Printing House for the Blind criou o Speaking Speller, visando auxiliar cegos ou pessoas com dificuldade des enxergar na habilidade de soletrar. Escrito para Apple, usa o sintetizador para perguntar a estudantes como se soletra palavras de uma lista compilada pelo professor. Este pode ajustar a pronúncia de cada palavra, inclusive para treinamento do alfabeto fonético. Cada palavra é pronunciada estando num determinado contexto, isto é, são criadas sentenças incluindo a palavra a ser treinada, sendo após esta pronunciada isoladamente. O estudante pronuncia depois por sua vez, sendo incentivado a tentar novamente em caso de erro ou cumprimentado em caso contrário. Esse produto é usado para estudantes com idade aproximada de oito anos. Outro produto nesta linha é o TextTalker, também para Apple, através do qual as informações da tela podem ser faladas e revistas, palavra por palavra ou letra por letra, podendo-se inclusive controlar várias características do discurso, como velocidade da voz, volume e pontuação através de manipulação pelo teclado. Pode ser citado ainda o RealVoice (figura IV.1), indicado para pessoas que não conseguem falar. Pode ser manipulado por apontamento direto, sensores luminosos, controle com a cabeça, movimentos musculares e piscar de olhos.

Maiores esclarecimentos e detalhes sobre estes e outros produtos pode ser encontrada na bibliografia indicada no final deste trabalho. Evitou-se estender muito comentários sobre produtos específicos para não prolongar muito este texto, correndo o risco de torná-lo cansativo e fugir do escopo desta pesquisa.

Porém, em termos reais, muitas vezes é preciso

conviver com os modelos comerciais dos equipamentos. É preciso buscar sempre especificidades que não excluam segmentos da sociedade. É preciso que a tecnologia, com todo seu potencial, seja usada não somente no atendimento à comunidade tida como padrão, como "normal", mas que se adeque às necessidades individuais (no caso, além de individuais, especiais).

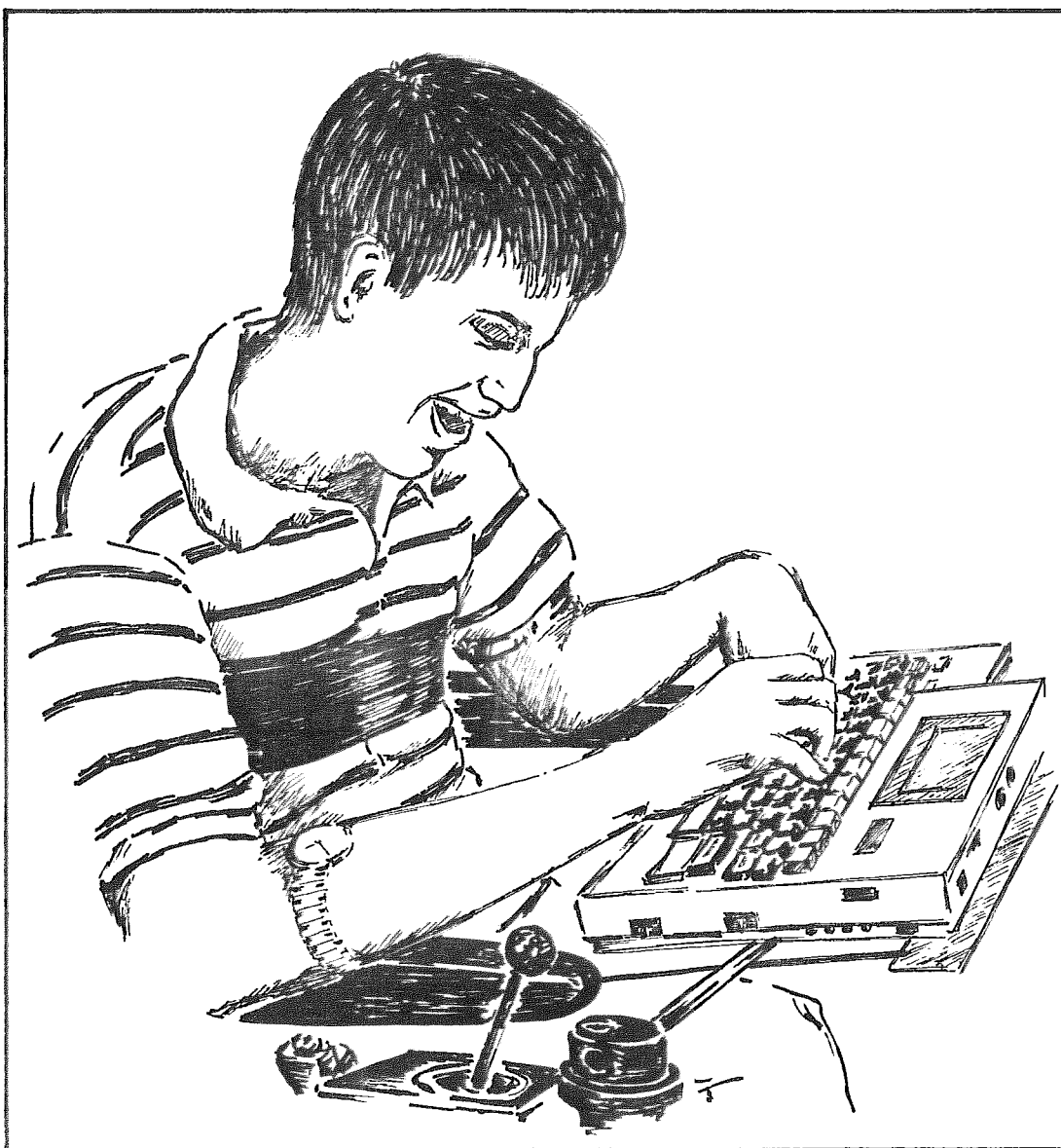


Figura IV.1 - RealVoice, fabricado pela Adaptive Communication Systems



Em toda a história da humanidade, na maioria das vezes busca-se o atendimento pela média, das pessoas que se incluem em um determinado padrão pré-estabelecido. Mas, quem estabeleceu estes padrões? Que padrões são estes? Talvez o estrondoso desenvolvimento da tecnologia atual, se bem usado, possa permitir o atendimento a todos os segmentos marginalizados (no sentido de "ficar-se a margem de") da sociedade.

#### IV.3.1 - Utilização de Novas Tecnologias na Educação Especial no Mundo

Em termos mundiais vários institutos têm se dedicado à investigação e desenvolvimento de hardware e software como "próteses" físicas ou mentais para indivíduos com necessidades especiais. No capítulo V, item V.3.1 são comentados alguns destes em relação a comunidade de deficientes auditivos.

Na Argentina a Fundação Pronor trabalha com atividades computacionais para deficientes mentais (DM), principalmente através da linguagem LOGO e de pacotes gráficos. Gustavo Wyszynski coloca que o uso destes softwares propicia maior autoconfiança para os DM, ao verificarem a possibilidade de lidar com instrumentos tecnológicos avançados. Frisa que a computação é mais uma das atividades proporcionadas pela fundação, tais como acompanhamento fonoaudiológico, psicológico, atividades com música e outras.

Algumas considerações são feitas a respeito por LABRA (1987), relatando a inclusão de computação na classes

de Educação Especial em escola da província de Santa Cruz, Argentina. Nesta classe, atendidas por professores especializados, são atendidos alunos com incapacidade mental leve, moderada e profunda. A experiência foi realizada em três etapas, cada uma das quais com duração de um ano, a partir de 1985:

a) 1a. etapa - objetiva-se o conhecimento, manipulação e investigação de um novo elemento. Os alunos, após terem observado a atividade em computação de crianças da classe normal, iniciam o contato tocando teclas, analisando a máquina, observando sem encontrar resposta. Como já tem internalizada a relação ação/sujeito-resposta/máquina, vinda da observação, começam a exigí-la. Começa-se por jogos, tapando-se as teclas com adesivo para que estas sejam identificadas por cores. Os exercícios evoluem destapando-se as teclas, utilizando flechas aumentando os movimentos e desenhando. Apesar de gostar de estar utilizando computação, os alunos sempre querem executar as mesmas atividades, já conhecidas e que sabem poder realizar com êxito. As inovações propostas não são aceitas.

b) 2a. etapa: diferenciação dos alunos entre si, segundo seus interesses e possibilidades. Evidencia-se progressos de acordo com cada nível. Os incapacitados mentais leves propõem desenhos a partir da representação mental de um objeto ("vou fazer uma torta"), aprendendo a programar teclas. Sentem-se capazes e seguros, dando inclusive explicações para alunos de classes mais atrasadas. Incapacitados mentais moderados prosseguem trabalhando com teclas programadas, mas pedem novas facilidades, como tecla para apagar, para giros menores de 90 graus, criando novos desenhos,

porém não lhes interessa o trabalho de codificação que os colegas incapacitados leves estão fazendo. Os alunos com alta incapacidade mental começam a falar com a máquina, trabalham com jogos e teclas programadas, fazem riscos na tela e lhes dão um significado, como por exemplo um cachorro, uma praça.

c) 3a. etapa: processo de especialização do trabalho, superação da barreira do desconhecido. Os alunos que haviam começado a codificar aprendem a colocar e retirar personagens, nomeá-los, movimentá-los e fazê-los movimentar-se. A utilização de computação é estimulante para si próprios, alguns querem guardar seus trabalhos e aprendem a operar com editores. Os progressos de um incentivam os outros pois se sentem capazes de vencê-los. Já não se retraem perante os erros, buscando ajuda para solucionar problemas. Os alunos com incapacidade moderada continuam com teclas programadas, criam novas figuras e automatizam movimentos para pintar e apagar. Movimentam seus personagens através de procedimentos já elaborados. Ainda segundo o relato de LABRA (1987), alunos com incapacidade mental alta querem jogar com a máquina, conseguem completar labirintos: exercitam através de software a noção de espaço, orientação temporal e esquema corporal.

Estes alunos foram reconhecidos por estarem fazendo coisas que os pais não sabiam e pelos colegas de classes comuns.

LABRA (1987) dá diferentes enfoques do trabalho computacional de acordo com o nível dos alunos, não colocando suas conclusões como taxativas e sim como ponto de parti-

da para outras experiências: incapacitados mentais leves tem possibilidade de elaborar seus próprios programas, moderados chegam a atuar com trabalhos semi-programados e os altos levam muito tempo para se adaptar ao novo instrumento. Acredita na possibilidade do software cumprir objetivos de auto-estima, socialização e psicomotricidade. Aconselha que os programas sejam elaborados pelo mesmo docente que acompanha as crianças, permitindo respeitar o ritmo e as possibilidades de cada um. Ressalta que a computação é para os incapacitados mentais e para os que têm dificuldade motoras um meio de alcançar objetivos que de outra forma não conseguiriam, como por exemplo traçar uma reta, pintar corretamente um desenho, etc. Ressalta também a importância de desenvolver trabalhos conjuntos, conhecendo-se bem os alunos, suas possibilidades e dificuldades e a necessidade de conduzir-se de forma adequada e exigir dentro dos limites das possibilidades para não provocar frustrações.

No M.I.T, Instituto de Tecnologia de Massachusetts, muitas experiências são feitas com diferentes comunidades, incluindo até mesmo autistas. O instrumento computacional mais explorado é a linguagem LOGO. O professor José Armando Valente, hoje na Universidade de Campinas, UNICAMP, desenvolveu nesse laboratório um trabalho com pessoas portadoras de paralisia cerebral, cuja consequência principal é deficiência motora. Neste caso, o bloqueio maior para o processo ensino-aprendizagem reside na dificuldade de manipulação dos instrumentos tradicionais como lápis e papel ou até mesmo na dificuldade de adaptar-se às carteiras comuns. A imobilidade de qualquer parte do corpo gera dificuldades que podem ser reduzidas por instrumentos adequados desenvolvidos

pela tecnologia, e não pela simples adaptação. VALENTE (1983) coloca que "a recomendação do método educativo sugerida pelos educadores é baseada na idéia de que as crianças deveriam ser educadas em ambiente de aprendizado que mais se adapta às suas condições especiais. No entanto, estas <<condições especiais>> são geralmente determinadas através de materiais de avaliação nas quais não é dada a criança chance de mostrar suas potencialidades através da avaliação não estruturada. Isto pode criar uma situação de teste onde os resultados são totalmente distorcidos: não é possível determinar se a dificuldade que a criança encontra é devido a inadequação do ambiente de teste (incluindo o próprio teste), ou devido à sua falta de capacidade".

VALENTE (1987) coloca ainda que "o computador torna-se uma ferramenta através da qual a criança pode fazer coisas, expressar as idéias que anteriormente eram inacessíveis e ser um membro ativo e produtivo na sociedade. A educação (...) consiste em dar à criança o poder de canalizar suas potencialidades e de contornar suas deficiências."

A experiência relatada refere-se a utilização da filosofia LOGO com um aluno de 17 anos, Mike, de outubro de 1978 a junho de 1981, no citado instituto. Quando entrou no projeto, a deficiência motora provocada por paralisia cerebral tinha reduzido drasticamente a capacidade deste aluno interagir como o mundo físico, sendo o número de coisas que podia fazer muito reduzido.

Ao final do projeto, VALENTE (1983) faz a análise das atividades desenvolvidas por Mike, mostrando que ele, através do uso do computador por aproximadamente 10 horas

por semana, "explorou o uso de LOGO em diversas áreas, como desenho, animação, matemática, processamento de listas, programação comercial e processamento de textos. Ele adquiriu sofisticadas técnicas de programação e de resolução de problemas. O computador ajudou-o também a adquirir habilidades em outros domínios além da programação, como escrita, matemática, a melhorar suas habilidades motoras; e a incrementar seu relacionamento social com os colegas de escola e as outras pessoas ao seu redor". A aquisição destes conhecimentos teria sido possível através da interação do aluno com o mundo físico possibilitada pela máquina, "graças a combinação de uma série de fatores como:

a) "Para Mike o computador tornou-se o <<caderno eletrônico>>, e a ferramenta com a qual ele podia desenvolver atividades que antes não eram possíveis devido ao fato delas requererem destreza motora que ele não dispunha.

b) "Mike assumiu total controle de suas atividades, decidindo o que fazer, e como fazê-las. Isso permitiu conhecer melhor os seus interesses, potencialidades e deficiências. As atividades que ele desenvolvia no computador tinham finalidade de identificar suas deficiências e incrementar seus conhecimentos.

c) "Mike tinha interesse em desenvolver atividades que eram elegantes e exigiam um certo grau de sofisticação. Os programas de computador que ele definiu eram geniais e podiam ser utilizados em outras atividades, e os programas tecnicamente pobres eram redefinidos em função de novos conhecimentos. Isso facilitava a introdução de novos conceitos de programação, de técnicas de resolução de problemas e de informação sobre os diferentes domínios do conhecimento

como matemática, línguas, etc." (VALENTE, 1983).

Os estudos de VALENTE (1983) mostram como é possível utilizar não somente instrumentos que facilitam o movimento em si do elemento com dificuldade motora (como partes do corpo eletrônicas, cadeiras de roda com múltiplas utilidades, instrumentos auxiliares ao movimento de um forma geral), mas também o próprio computador como elemento de interação do indivíduo, aproveitando-se as atividades diversificadoras que este pode propiciar.

Grandes fabricantes de computadores, interessados em "humanizar" sua imagem perante o público em geral e ao mesmo tempo de olho no mercado (afinal, são milhões de portadores de necessidades especiais) têm mantido centros para pesquisa e desenvolvimento de produtos nesta linha. A IBM mantém em Atlanta, EUA, o National Support Center for Persons with Disabilities, realizando pesquisas envolvendo tanto hardware como software. A Apple também mantém um centro neste sentido. No Brasil, as iniciativas neste sentido são pequenas (vide item V.3.2), talvez em função da juventude da indústria de computadores e do mercado reduzido (não pela falta de população com necessidades especiais, mas pelo baixo poder aquisitivo de um modo geral).

Os experimentos e/ou produtos referentes a comunidade de deficientes auditivos são comentados no capítulo V.

#### IV.3.2 - Utilização de Novas Tecnologias na Educação Especial no Brasil

No Brasil já existem alguns centros, escolas e

instituições que utilizam novas tecnologias no âmbito da Educação Especial, tendo ocorrido inclusive o 1o. Encontro Nacional sobre Informática na Educação Especial, em agosto de 1989, na UNICAMP, no qual foram trocadas experiências nesta área.

Um dos grupos que mais se destacam é o Núcleo de Informática Aplicada à Educação da Universidade Estadual de Campinas (NIED/UNICAMP) através do projeto "Uso da Informática na Educação Especial" iniciado em 1985. São desenvolvidos trabalhos com crianças deficientes físicas e deficientes auditivas através da filosofia LOGO. Os deficientes físicos concentram-se na Sociedade Campineira de Reabilitação da Criança Paralítica e os auditivos no Centro de Reabilitação Dr. Gabriel Porto. As atividades com deficientes físicos são baseadas nas considerações já apresentadas do coordenador Valente com o estudante Mike no M.I.T. No que se refere aos deficientes auditivos, maiores considerações são feitas no capítulo V.

Na Unidade de Vivência e Terapia (UVT), em São Paulo (GUARINO, 1989), especializada no trato a crianças com deficiências neurológicas a alfabetização é feita com o auxílio de um microcomputador pessoal ao qual está acoplado um joystick manipulado com a cabeça nela fixado através de um suporte que sai de uma cadeira especial com um "sustentador de cabeça". Essa interface permite à criança comunicar-se com outras pessoas formando palavras e frases na tela através de movimentos de cabeça. O computador é usado como instrumento para contato com o mundo externo e para estímulo, por exemplo através de jogos, além da alfabetização.

A utilização da informática em indivíduos com pro-



blemas motores é evidenciada também no projeto PROVIDA - Programa de Integração do Portador de Deficiência à Vida Produtiva, abrangendo várias entidades assistenciais, em especial a LBA e o Instituto Brasileiro de de Reabilitação Motora do Rio de Janeiro (IBRM) e entidades de pesquisa. Este projeto visa abranger o ciclo completo da aplicação de tecnologia através de vários subprojetos:

a) Projeto de Prevenção da Paralisia Cerebral, busca construir os sistema especialista Infante para diagnóstico de paralisia cerebral. Quando pronto o sistema deverá ser capaz de responder a mais de 1.200 perguntas, o que sem ele seria um grande esforço de memorização para os profissionais da área. Participam deste subprojeto o SERPRO, Dataprev, SEI, IBRM, UFRGS, Finep, CNPq, SUCESU/RJ e Unesco, sendo que esta última comprará o sistema do IBRM e o disseminará na Europa e EUA.

b) Projeto de Informática na Educação de Portadores de Deficiência, envolvendo a alfabetização de indivíduos com severas lesões motoras ou sensoriais, bem como o treinamento de pessoal docente e o desenvolvimento de software educativo para esta clientela específica.

c) Projeto de Profissionalização de Portadores de Deficiência, com o apoio da Informática. Objetiva-se integrar os esforços da LBA, Fundação Emílio Odebrecht, Associação Beneficente do Instituto Brasileiro e Reeducação Motora e outras tendo por finalidade a criação de cinco CINFORD (Centros de Informática para Portadores de Deficiência), em São Paulo, Rio de Janeiro, Belo Horizonte, Salvador e Recife. Cada CINFORD é constituído de um "bureau" de processa-

mento de dados e uma oficina eletro-eletrônica, voltadas para a profissionalização através do treinamento em serviço, manipulando micros interligados através de redes locais e conexão de todos centros entre si através da RENPAG. Através de doação de um mainframe da empresa norueguesa NORSK DATA, os CINFORD serão ligados permitindo o domínio da tecnologia de comunicação micro-mainframe. O principal objetivo deste projeto é a formação profissional de deficientes na área de informática a nível técnico, buscando-se a futura colocação destes profissionais no mercado de trabalho com o apoio do CEBRAE.

d) Projeto de Capacitação Técnica e Gerencial de Portadores de Deficiência em Informática, objetivando aprimorar a qualificação dos profissionais formados pelos CINFORD.

Indivíduos podem ser elemento de atenção da Educação Especial pelo fato de apresentarem dificuldades de aprendizagem localizadas e específicas, como por exemplo dificuldade na leitura e escrita ou para fazer cálculos. Pode também ser originada por uma diferença de ritmo muito acentuada em relação às turmas comuns, caracterizando-se alunos subdotados (ritmo muito abaixo da média) ou superdotados (ritmo muito acima da média). Em qualquer destes casos o aluno tem atendimento diferenciado temporário, retornando à classe comum uma vez sanado o problema. Para alunos com diferença de ritmo, o computador torna-se extremamente interessante uma vez que propicia atividades interativas nas quais o próprio aluno decide quando voltar ou seguir adiante. Nos casos de dificuldade localizada de aprendizagem, podem ser desenvolvidos programas que atendam ao problema

específico. Uma experiência a ser citada é a desenvolvida no Laboratório de Estudos Cognitivos da UFRGS sob a coordenação da professora Léa Fagundes (FAGUNDES & MOSCA, 1985). Neste estudo, foram feitos trabalhos utilizando LOGO com três alunos de classes regulares com idade superior a nove anos, com dificuldades para ler, escrever e calcular e ausência de lesões orgânicas severas. FAGUNDES e MOSCA (1985) comentam que a interação com o computador foi uma situação nova para os sujeitos em estudo, situação esta que os estimulava e atraía. A intensidade de sua atividade intelectual ficou manifesta pela alta e seletiva concentração da atenção no planejamento e nas tentativas de execução e de "debugging" da própria atividade. Os alunos mostraram certos bloqueios que só começaram a ser vencidos a partir da estimulação direta do experimentador. Expressões de entusiasmo e prazer frente aos desenhos na tela parecem indicar que estes oferecem uma recompensa imediata, a qual não vem do adulto, mas da própria atividade do sujeito, embora outorgada pelos recursos do computador. Comenta também que foi possível detectar três tipos de dificuldades na compreensão e no uso dos procedimentos elementares: diferenciação entre os procedimentos de giro, composição estrutural dos procedimentos e composição seqüencial tendo em vista um certo objetivo. Em experiência anterior com crianças sem dificuldade de aprendizagem não foram verificados os dois primeiros tipos de dificuldade citadas, ocorrendo estes porém com frequência e permanecendo nos estudos com escolares com dificuldade de aprendizagem. O enfoque dado é que a linguagem serve de suporte de aprendizagem para crianças que apresentam proble-

mas na escola tradicional, podendo também ser utilizado como instrumento para observação das dificuldades de raciocínio dessas crianças. Hoje a equipe do LEC desenvolve trabalhos com escolas da grande Porto Alegre e dá suporte a equipes que trabalham no interior do estado.

A nível governamental (SESPE, 1988), a Secretaria de Informática do MEC propôs no ano de 1988, por orientação do Comitê Assessor de Informática e Educação - CAIE, a elaboração de um Programa de Ação Imediata em Informática na Educação. Iniciando em dezembro de 1989, com consultoria de José Armando Valente (NIED/UNICAMP), o Programa de Introdução da Informática na Educação Especial (SESPE/SEINF - MEC) visa:

- a) produzir novas metodologias em Educação Especial baseadas em computador;
- b) capacitar recursos humanos, visando a introdução da Informática na Educação Especial;
- c) promover a integração social do portador de necessidades especiais através do uso da Informática.

Em termos de hardware, merece ser citada a impressora ITA BRAILLE da Racimec, apresentada em duas versões: Braille P, com interface paralela, para deficientes visuais usuários de micros pessoais e Braille S, com interface serial para usuários de micros profissionais de procedência nacional.

Tem havido também algum apoio profissional. No SERPRO, por exemplo, existem analistas e programadores deficientes visuais. Desde 1971 estes profissionais utilizam impressora Braille com tipos ampliados, edição de textos com pequena tiragem e vocalizador de textos que permite ao

operador "falar" com o computador. Estes equipamentos estão sendo substituídos por outros mais modernos adquiridos da empresa norte-americana Enabling Technologies Company, que permitem aos deficientes visuais "ler" imediatamente todas as mensagens e fazer correções dos erros que possam eventualmente ocorrer durante a digitação de dados.

No capítulo V é tratado um caso em particular da Educação Especial: a educação de deficientes auditivos (DAs). São fornecidos alguns dados estatísticos sobre a população existente, sendo dada também caracterização e causas que provocam tal deficiência. Após discutir-se os métodos utilizados em escolas especiais para educação de DAs, são relatados alguns experimentos que tem sido feitos com o uso de novas tecnologias para esta comunidade no Brasil e em outros países.

**CAPÍTULO V**  
**NOVAS TECNOLOGIAS APLICADAS A COMUNIDADE**  
**DE DEFICIENTES AUDITIVOS**

Neste capítulo é tratado um caso em particular da Educação Especial: a educação de deficientes auditivos (DAs). São fornecidos alguns dados estatísticos sobre a população existente, sendo dada também caracterização e causas que provocam tal deficiência.

**V.1 - Caracterização da Surdez**

PERELLO e TORTOSA (1979) colocam que a surdez não é uma enfermidade e sim uma síndrome. Esta pode ser genética (hereditária) ou adquirida (pré ou pós-natal).

Os casos de surdez tem 40% de suas causas desconhecidas. Entre as conhecidas, citam-se:

- a) causas pré-natais: rubéola, meningite;
- b) causas perinatais (no nascimento): anoxia - falta de oxigenação, traumas diversos, Rh negativo;
- c) causas pós-natais: subnutrição, viroses, meningite, encefalite, otites médias, uso indevido de antibióticos, doenças venéreas.

Não é possível prevenir a surdez em si, e sim as situações que podem causá-la.

A surdez é herdada ou adquirida até 3 anos de idade. Quando adquirida após os três anos, o termo usado é ensurdecido, pois o "arcabouço" fonético da linguagem já foi adquirido.

Existem diferentes faixas de deficiência auditiva.

O instrumento usado para medir a sensibilidade é o audiômetro. Esta medição é feita em função de duas grandezas: frequência (atributo físico do som que permite diferenciar sons graves de agudos) e intensidade (permite diferenciar sons fortes de fracos). As frequências testadas são as que se encontram dentro da faixa para fins práticos da escuta, ou seja, de 250 hertz (aproximadamente o dó da oitava central) até a quinta-oitava acima inclusive (500, 1000, 2000, 4000 e 8000 hertz). A intensidade é medida em decibéis (dB), a unidade logarítmica de intensidade do som acima de um ponto de referência arbitrário. No caso específico, o ponto de referência é a audição normal média. Muitos audiômetros ainda usam o ponto de referência zero (0 dB) adotado em 1951 pela ASA ("American Standard Association"). Mais recentemente (1964), porém, níveis internacionais foram definidos pela ISO ("International Organization for Standardization") diferenciando-se da escala de frequência da fala definida pela ASA em aproximadamente 10 dB. O audiograma (gráfico traçado pelo audiologista) é traçado pela média das três frequências (500, 1000 e 2000 hertz) da "faixa da fala" abrangendo pois a inteligibilidade da fala.

Perda de Audição	Medida	
	ASA	ISO
leve	15-30	25-40
moderada	35-60	45-70
severa	65-75	75-85
profunda	80-95	90-105

=====  
Tabela V.1 - Faixas de Surdez  
Fonte: Adaptado de CRUICKSHANK e  
JOHNSON (1982)

Um aparelho de surdez não corrige o distúrbio; dele só se pode esperar que torne os sons mais fortes, porém não mais claros. Muito ao contrário, ele acrescenta um pouco de sua distorção acústica própria a um padrão auditivo já deformado.

O periódico NEWSLETTER do Gallaudet Research Institute, em Washington, em seu número do inverno de 1985, acusa a existência nos EUA de 76.000 a 90.000 estudantes surdos, isto é, entre a idade de 5 a 17 anos, sendo 40% surdos profundos, 21% severos e 34% moderados ou leves. Dessa população, 50% recebem somente educação especial, 42,3% um mixto de educação especial e ensino regular e 6,1% ensino regular. Há também um percentual do qual não se sabe o tipo de educação recebida: 1,6%.

No Brasil, conforme citado no capítulo anterior, o número de deficientes auditivos segundo estimativa da UNESCO é de 2,0%. A tabela a seguir, construídas a partir das tabelas do GENESP/MEC apresentadas no capítulo III dão uma idéia da população de deficientes auditivos atendidas pelo ensino regular ou instituições especializadas, distribuída por grau de ensino, ano base de 1981.

=====				
Alunos Deficientes Auditivos - 1981				
-----				
Tipo de Ensino	Pré-Escolar	1o. Grau	2o. Grau	TOTAL
=====				
regular	1.320	3.533	18	4.691
especializado	2.706	3.880	21	6.607
-----				
TOTAL	4.026	7.233	39	11.298
=====				

Tabela V.2 - Alunos Deficientes Auditivos no Brasil

Na coluna referente ao primeiro grau o total não



confere com a soma das linhas, mas foi mantido assim para manter a fidelidade com a fonte. Apesar de surdos leves e moderados poderem ser, em princípio, atendidos pelo ensino regular, não é possível afirmar que o total de DAS atendidos por instituições especializadas sejam severos ou profundamente surdos, uma vez que estas instituições também atendem DAS leves e moderados.

O gráfico a seguir mostra a distribuição de surdos agrupada por causas nos EUA.

### Causas

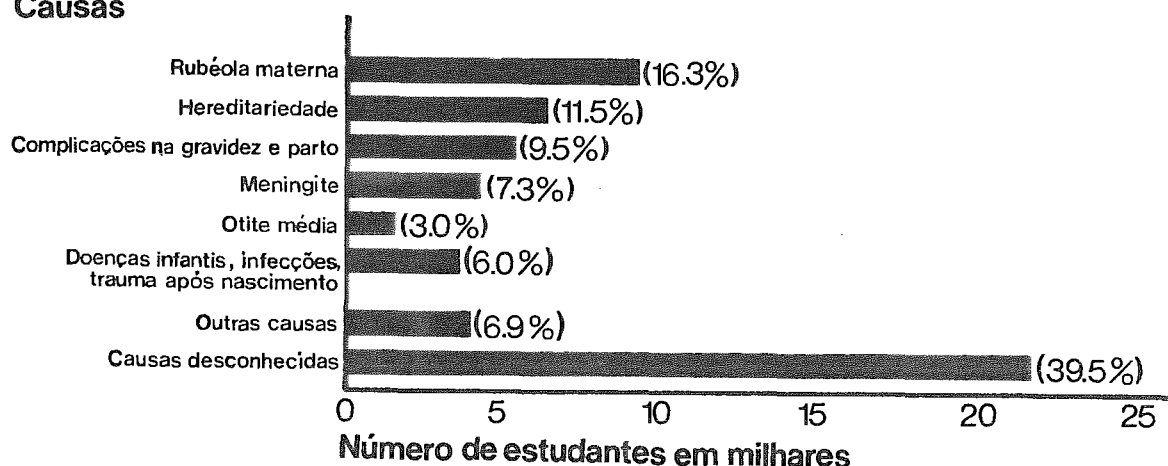


Figura V.1 - Deficientes Auditivos nos EUA  
Fonte: Gallaudet Newsletter - Winter - 1985

No Brasil, não há estudos precisos a respeito.

Há pelo menos três aspectos (BEHARES, 1987b) sobre os quais a concepção clínica da surdez não pode dizer praticamente nada, e que são a própria essência do processo de integração e educação de surdos (assunto a ser abordado a seguir): a etnia própria do grupo de surdos em qualquer sociedade onde sejam mais ou menos numerosos, a questão do surdo enquanto indivíduo potencialmente bicultural e a questão dos mecanismos de instrução, socialização e educação.

## V.2 - Educação de DAs

Ewing diz que o princípio de aquisição da fala através da discriminação auditiva mais sutil dos sons e combinações usados em uma língua é cibernético, isto é, "o controle de um sistema pela reinserção, no sistema, dos resultados de sua própria atuação" (WIENER, 1954).

Sons graves (baixa frequência) percebem-se melhor que os agudos na perda de audição de origem neurossensorial (surdez nervosa). Como, de um modo geral, o som das consoantes é mais agudo do que o das vogais, as consoantes são as primeiras a serem mal percebidas por uma pessoa que tem a audição comprometida por uma lesão dos nervos auditivos. A pessoa pode pois ser treinada para que utilize indícios auditivos reduzidos tanto na recepção da linguagem como no controle de sua própria. A figura V.2 ilustra o adestramento auditivo feito com o auxílio de fones em uma criança. Esse treinamento inclui a respiração, o timbre, o ritmo da fala, a melodia de voz e o tom mais agudo ou mais grave, assim como a articulação das vogais e consoantes em combinação. Entre os fatores que influem no grau de dificuldade estão:

a) a idade em que se manifesta a deficiência: a perda da audição após a aquisição da fala e da linguagem é menos drástica, uma vez que conservar a linguagem e a fala é muito menos difícil do que adquiri-las;

b) a extensão e a natureza da perda de audição;

c) a inteligência e outros fatores de aprendizagem;

d) a presteza no reconhecimento e a cooperação na

educação; há um período crítico durante o qual a linguagem é aprendida com muito mais facilidade (WIENER , 1954). Uma vez passado este período, o aprendizado da linguagem se torna limitado, moroso e imperfeito. Por isso, quanto mais cedo há a descoberta da deficiência auditiva, iniciando-se o indivíduo na linguagem melhores serão os resultados obtidos.

e) a presença de problemas correlatos.

f) "áudio-habilidade", isto é, a função interpretativa aplicada à utilização do sentido auditivo.

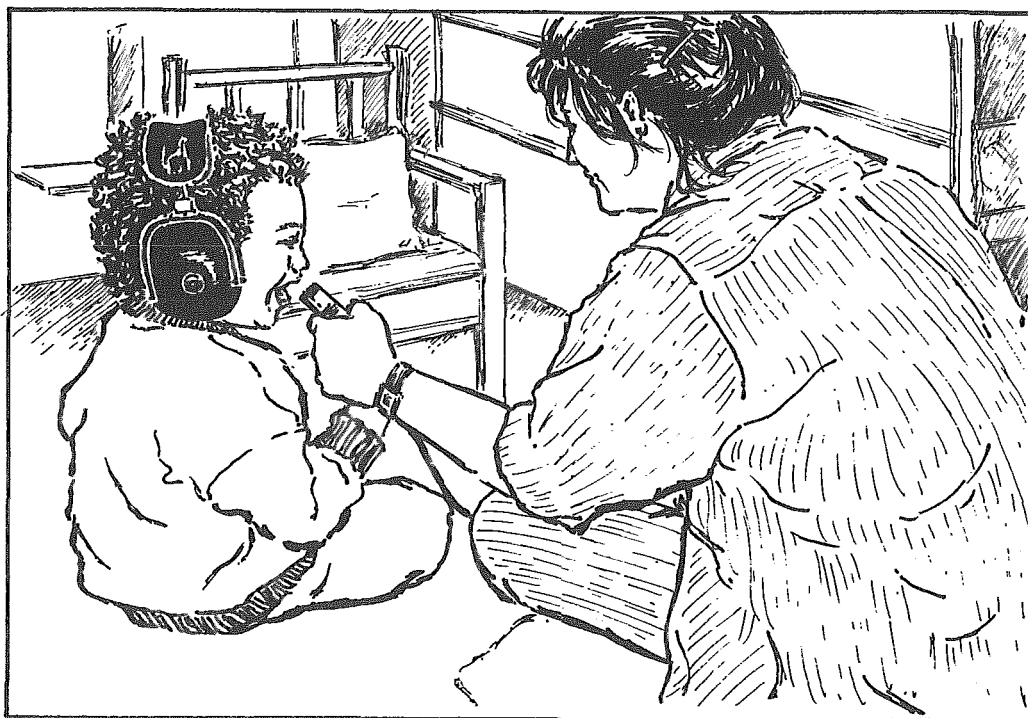


Figura V.2 - Adestramento Auditivo

### **V.2.1 - Influência da Linguagem no Processo Cognitivo**

A discussão quanto a influência da linguagem no processo cognitivo e conseqüentemente da inteligência dos surdos, bem como do paternalismo em relação a eles remonta

ao início da história.

RAYMANN (1986) cita que em torno de 2000 a 1500 A.C. os egípcios e as antigas leis judaicas já protegiam os surdos: o sentimento humanitário era forte, mas eles não eram educados.

Na antiguidade, a imbecilidade do surdo (BEHARES, 1987b) ficava implícita pelo seu tratamento social. A Bíblia (Exodo IV, 11; Levítico XIX, 14) referencia a necessidade de respeitar e proteger o surdomudo, incapaz de falar porque Deus não lhes teria dado o dom da palavra como aos demais homens. No Evangelho de São Marcos VII 31-34 Jesus Cristo rezou, através da linguagem de sinais, para curar um jovem surdo.

BEHARES (1987b) cita inclusive autores como Ackers que afirmam que os gregos não consideravam os surdos "educáveis", já que eram incapazes de falar e portanto de pensar. Mesmo Aristóteles teria afirmado, comparando a influência da visão e da audição no processo de aprendizagem que "a audição dá maior contribuição ao conhecimento. O discurso, que é a causa da aprendizagem, o é porque é audível (...) Conseqüentemente, daqueles que estão privados de um sentido ou de outro desde o nascimento, o cego é mais inteligente que o surdomudo". A expressão surdomudo inclusive teria sido inaugurada por Aristóteles, encerrando em si uma concepção errônea de que um surdo não pode falar.

O direito romano considerava os surdosmudos desabilitados para exercer os direitos de cidadão, mas entendia que por serem incapazes de falar para comunicar seus estados de consciência e de comunicar-se com os demais cidadãos deveriam ser protegidos pelo Estado como as crianças.

Durante muitos séculos a história escrita faz escassa menção aos surdos mudos. No século XI Jerônimo Cardam elaborou uma proposta teórica para educação de surdos na qual sustentava, entre outras coisas, que deviam ser empregados recursos visuais no lugar de auditivos. No século XV Rabelais refere-se ao caso de um jovem italiano que, apesar de ser surdo, podia entender o que os outros diziam através da observação dos lábios de quem falava. Porém, considera-se como sendo o início da educação sistemática dos surdos a Espanha do século XVI, onde crianças surdas de importantes famílias eram educadas pelo monge beneditino Ponce de León. Outro espanhol, Bonet, publicava em 1620 uma obra na qual sustentava a importância dos alfabetos manuais que deveriam ser aprendidos inclusive pela família dos surdosmudos. Na Grã-Bretanha, Bulwer publicava em 1644 onde livro onde chamava de "quiograma" (do grego "cheir; mão) as expressões naturais que serviam de base para a retórica e eloquência do discurso, introduzindo no mundo anglo-saxão idéias de criar alfabetos manuais e o uso da leitura labial: tem-se pois o uso de métodos combinados na Grã-Bretanha.

A principal dificuldade para integração de um deficiente auditivo na comunidade de ouvintes é a sua dificuldade de falar em virtude de não ter o "feedback" de ouvir a sua própria voz. Em termos educação institucionalizada, esse fato adquire especial dimensão pela dificuldade de comunicação, elemento extremamente necessário neste processo. Assim, o ato de aprender a falar, desenvolver a parte oral, é um elemento essencial na educação de deficientes auditivos, constituindo-se num processo muito mais trabalhoso do que é

para os ouvintes.

Acresce-se a esta dificuldade a crença durante muitos séculos (conforme já comentado) de que a surdez implicava em imbecilidade ou pelo menos em diminuição da capacidade de aprendizagem (redução de habilidades cognitivas em relação ao ouvinte).

O próprio papel da linguagem dentro do escopo do desenvolvimento cognitivo encontra posições até mesmo opostas entre os estudiosos. (E, na maioria das vezes, quando se pensa em linguagem, pensa-se na linguagem falada, ou seja, pensa-se especificamente na oralização do que seria propriamente a linguagem.). A discussão entre a aquisição da linguagem como processo independente ou determinado pelo desenvolvimento de habilidades cognitivas, apesar de estar longe de ser resolvida, tomou novos rumos a partir da metade da década de 70 como decorrência do debate entre Chomsky e Piaget.

Chomsky advoga que a linguagem tem seus próprios princípios, sendo um processo autônomo de bases biológicas, isto é, o ser humano seria geneticamente dotado da capacidade específica de aprender uma língua.

Piaget, em oposição, concebia a linguagem como mais uma manifestação, além do jogo simbólico, da imitação diferida e das imagens mentais da função simbólica que tem suas origens nos esquemas de ação desenvolvidos pela criança durante o período sensório-motor. Piaget dava pois grande valor para a função simbólica como um todo, não enfatizando porém as características específicas do processo de aquisição de linguagem. (Vygotsky, foi mais claro neste sentido.) A língua tornar-se-ia particularmente relevante somente no

período operatório formal, quando a criança teria suas estruturas cognitivas mais avançadas. Tem-se, assim, que nos conceitos de Piaget as estruturas de linguagem, apesar de ampliarem o poder de operações lógicas infantis conferindo-lhes uma mobilidade e uma universalidade que seriam inatingíveis em sua ausência, são reflexo das estruturas cognitivas.

A linha chomskyana, pela ênfase na autonomia das estruturas sintáticas de linguagem têm suscitado discussão entre alguns autores, como Cromer (1974), Elliot (1981) e Wells (1981), citados por NICOLACI-DA-COSTA (1986), pela não abordagem semântica e pelo não interrelacionamento do aprendizado linguístico com a aquisição de outras habilidades cognitivas. A linha piagetiana é criticada pelo peso atribuído à cognição como fator determinante na aquisição de estruturas de linguagem, não levando-se em consideração a especificidade de seu aprendizado. O que dizer-se, pois, do processo de aquisição de linguagem, principalmente no que se refere a oralização, na ausência de um mecanismo básico de "feedback"? Se fosse concordar-se simplesmente com Piaget, e acrescentando-se as suas idéias os conceitos bastante arraigados do comprometimento das estruturas cognitivas de deficientes auditivos, estar-se-ia obrigado a acreditar que a aquisição de estruturas de linguagem neste contexto seria improvável. Parece pois bastante razoável acreditar, não numa linha puramente chomskyana, mas que as estruturas de linguagem têm uma especificidade própria em relação a outras habilidades cognitivas. Acrescentando-se a isto o fato de que as estruturas cognitivas de DAs tem sua própria especi-

ficidade (não significando isso que sejam diminuídas e/ou aumentadas em relação aos ouvintes), parece claro que o processo de aprendizagem para esta comunidade tem um referencial todo próprio, inclusive no que se refere a aquisição de linguagem ("conteúdo" este extremamente importante no currículo de uma escola especial para surdos).

NICOLACI-DA-GOSTA (1986), citando Cromer, Schlesinger e Slobin, afirma que "a especificidade do aprendizado lingüístico não pode ser negligenciada. Qualquer língua natural é um sistema complexo que tem que ser adquirido em seus próprios termos". Para um surdo, a aquisição de uma linguagem oral constitui um aprendizado lingüístico que não é o seu. Ainda que seu aparelho fonador esteja intacto, com todas as características biológicas que lhe permitam oralizar, a ausência do "feedback" auditivo e o conseqüente uso de outros sentidos, em especial o da visão e o cinestésico, implicam em um processo não natural de aquisição de uma linguagem alheia ao seu meio.

SLOBIN, ao sustentar que a criança primeiro forma conceitos em bases extra-lingüísticos para então buscar meios lingüísticos para expressá-los, permite um outro questionamento: seria a linguagem oral a forma procurada pelo surdo para expressar estes conceitos, uma vez que esta é uma linguagem que lhe é praticamente desconhecida (no caso de surdez severa ou profunda) ou pelo menos se lhe apresenta como meio difícil de expressão em relação aos ouvintes (no caso de surdez moderada ou leve)?

A posição de admitir-se a especificidade da linguagem porém sem desvinculá-la de outros sistemas cognitivos teve a contribuição da análise de Vygotsky das raízes gené-



ticas do pensamento e da fala, considerando que tanto a linguagem como a fala têm origens independentes e paralelas. A partir de aproximadamente dois anos de idade o pensamento passaria a servir à fala e a fala ao pensamento, constituindo o pensamento verbal. Tem-se, pois, que a fala se torna um instrumento do pensamento. Um deficiente auditivo não teria pois este instrumento ou pelo menos o teria diminuído, pois ainda que oralizado, este não seria fluente (RAYMANN, 1986), citando Eggermont coloca que até o indivíduo mais habilidoso em leitura labial não consegue identificar mais do que 40 a 50% dos sons da fala), e o seu vocabulário é definido por outras pessoas, é aquele que alguém se dispôs a lhe ensinar, não aqueles que ele adquiriu simplesmente no seu meio de convívio. O reconhecimento de voz através de computador (a ser abordado no capítulo VII) pode portanto ser um instrumento para que ele aprenda a oralizar as palavras que ele escolher, tendo um "feedback" visual num ritmo que dependerá dele próprio e não de outra pessoa. É pois um instrumento de independência. Além disso, talvez as novas tecnologias possam contribuir para clarear a associação errônea de pobreza de vocabulário com falta de inteligência. Alguns experimentos nesse sentido têm sido feitos (vide capítulo VIII).

Um estudo de LURIA e YUDOVICH (1971) com gêmeos univitelinos cuja fala não era gramatical em função de sua não interação com adultos, mostra que a simples alteração desse fato modificou todo o processo. Enquanto isoladas, o significado de suas palavras dependia inteiramente do contexto, não sendo capazes de narração ou compreensão se desligadas de uma situação prática. A sua inclusão em uma

creche com outras crianças e adultos "permitiu que em pouco tempo seu desenvolvimento atingisse o nível normal, já que a nova situação os forçou a desenvolver uma fala que permitisse a comunicação com os outros". Parece óbvio pois que a aquisição da habilidade de comunicar seja condição sine qua non para evitar o isolamento do surdo em relação aos ouvintes e vice-versa. Não se trata de afirmar que a não interação com ouvintes possa tornar seu desenvolvimento não "normal" (como colocado na experiência de Luria citada), mas sem dúvida a diferença de formas de comunicação não deve ser fator de isolamento. Afora o fato de que o contato com outras formas de comunicação é que deve atuar como elemento motivador para o aprendizado dessa outra forma, e não a iniciativa de fora para dentro neste sentido: seria bom se o deficiente auditivo descobrisse por si só a possibilidade e a importância da linguagem falada, não este aprendizado lhe ser imposto.

Sobre a idéia de que o surdo teria capacidade intelectual inferior a de um ouvinte, além da questão do envolvimento da linguagem com a cognição até agora discutida, a colocação de que o desenvolvimento intelectual da criança surda estaria atrasado de 2-5 anos em relação a criança ouvinte não leva em conta as diferenças individuais existentes tanto entre surdos quanto entre ouvintes, não havendo também especificação suficiente do que consistiria este atraso e em que aspectos ele seria considerado (FRANGIOSI, 1988).

Colocações como as de CRUICKSHANK e JOHNSON (1982) de que "uma vez que o progresso escolar depende da habilidade lingüística, não é difícil de perceber que as crianças

com surdez moderada atrasam-se no rendimento educacional e que as com surdez severa e profunda ficam seriamente retardadas" parecem não ter um fundamento científico que as justifique. Essas colocações parecem pressupor que a habilidade lingüística resume-se na habilidade de oralizar e não de se comunicar.

OLERON (1978) cita alguns autores que realizaram pesquisas a respeito. Um deles, "(...) Ross, que comparou surdos e ouvintes de 11 a 15 anos, constatou uma evolução análoga de suas realizações".

"Furth, que examinou um grupo de surdos de 14 a 20 anos, observou realizações comparáveis às dos sujeitos ouvintes da mesma idade média". Citado também por BEHARES (1987b), coloca que o pensamento lógico inteligente não requer um sistema lingüístico: este aparentemente expressa a organização interna do pensamento, porém este não implica que a inteligência dependa da linguagem, senão o contrário.

"Quando as primeiras aplicações de testes de nível intelectual foram efetuadas em surdos (a partir de 1915 por Pintner), os atrasos importantes notados em alguns levaram os autores de então a exprimir-se como se a inteligência fosse fundamentalmente afetada pela surdez. (...) O conhecimento dos surdos adultos, da sua capacidade de se adaptar numa vida profissional e social, levanta-se contra uma tal interpretação".

Muitas das investigações sobre o desenvolvimento cognitivo dos surdos são discutíveis pela própria inadequação da metodologia. Quando os testes são do tipo verbal, ou seja, dependem de estímulos ou respostas verbais, a variável

inteligência aparece mesclada com a variável domínio da linguagem oral. Nesse sentido corrobora a colocação de VALENTE (1983) de que "a recomendação do método educativo sugerida pelos educadores é baseada na idéia de que as crianças deveriam ser educadas em ambiente de aprendizado que mais se adapta às suas condições especiais. No entanto, estas <<condições especiais>> são geralmente determinadas através de materiais de avaliação nas quais não é dada a criança chance de mostrar suas potencialidades através da avaliação não estruturada. Isto pode criar uma situação de teste onde os resultados são totalmente distorcidos: não é possível determinar se a dificuldade que a criança encontra é devido a inadequação do ambiente de teste (incluindo o próprio teste), ou devido à sua falta de capacidade".

Conrad, em 1965, a respeito da memória de curto prazo dos surdos (aporte este fundamental para se conhecer o processo cognitivo dos surdos) colocava que os erros sistemáticos que ocorriam não se relacionavam com a estrutura acústica da resposta, fornecendo elementos para sustentar a tese de que a memória a curto prazo dos surdos procede mediante dados estruturadores de natureza visual. O modo preponderantemente visual de concepção do mundo faz com que deva prestar-se especial atenção a como se induz o desenvolvimento da linguagem oral, já que para os surdos o processo de acesso a esta linguagem em última instância vincula-se através de registros mnêmico-visuais.

### V.2.2 - Métodos

Em meados do século XVIII, três autores são considerados os "fundadores" dos três métodos sobre os quais hoje se dá a educação de surdos: l'Épée em Paris, Heinicke em Leipzig e Braidwood em Edimburgo, originando respectivamente os métodos ditos francês, alemão e combinado. O termo "fundadores" não é muito propriamente usado, uma vez que existem muitos precursores de cada um deles. O que ocorre é que estes autores estabeleceram métodos de forma explícita através da criação de instituições que os usavam, gerando linhas de procedimentos que se seguiram a eles, ainda que com modificações.

A ênfase de que o desenvolvimento de uma linguagem tem uma importância fundamental para a integração social uma vez que esta se dá pelo manejo de instrumentos comunicativos fez com que, no decorrer dos séculos XIX e XX esta finalidade se tornasse um fim em si mesmo, desligado de seu contexto original (BEHARES, 1987b). No método inaugurado por Heinicke, conhecido hoje como oralista, baseia-se na leitura labial e no desenvolvimento correlato da articulação. As origens deste método não são muito claras, mas ganharam especial reforço a partir do final do século XIX com o desenvolvimento da audiologia e das técnicas condutistas de condicionamento, imitação, e reforço, assunto este já discutido no capítulo II.

O método de l'Épée, conhecido também como "manua-  
lista" utilizava um conjunto de sinais para representar o francês, tornando-se o precursor dos sistemas artificiais para reproduzir a fala de forma mais exata possível a partir

dos anos sessenta do século atual. Não tinha por objetivo o desenvolvimento de uma língua de sinais natural dos surdos da França, mas sim a utilização desta para facilitar a aquisição da língua francesa. Diz-se pois que os sinais metódicos de l'Épée constituem um "dialeto manual" do francês e ao mesmo tempo um tipo de "pidgin".

Braidwood não é um autor muito conhecido, mas desenvolveu um método que combinava a articulação, gestos naturais e sinais manuais. Gallaudet, que visitou esta escola, referiu-se mais tarde ao trabalho desenvolvido ali como "articulação". Atribui-se também o método mixto ou holandês a Guyot, que fundou uma escola onde aplicava o método de l'Épée, mas dando uma ênfase muito maior ao desenvolvimento da fala.

Nos Estados Unidos, em 1815 os fundadores da primeira escola para crianças surdas enviaram Gallaudet para a Europa estudar o método oral de Londres e o manual de Paris. Retornando em 1817 com Laurent Clerc fundou a American School for the Deaf em Hartford. O filho de Gallaudet estabeleceu em Washington uma instituição que é considerada a primeira de ensino médio e superior para surdos, sendo conhecida como Gallaudet University a partir de 1986.

O auge do oralismo tem seu início a partir de 1840, quando personalidades importantes do mundo da época começam a insistir nas possibilidades orais dos surdos, com argumentação vinculada à medicina. Um deles, Graham Bell, chega a sugerir medidas como a eliminação de instituições especializadas, supressão das línguas de sinais, proibição do ensino de surdos e declaração de ilegalidade de casamento entre

surdos. Esta última medida em particular se dava em função de determinantes genéticas válidas na época, segundo as quais o matrimônio entre surdos poderia provocar uma degeneração da raça. Esse mesmo autor tinha em mãos os princípios de amplificação eletrônica que levaram ao desenvolvimento do audiômetro para medir a capacidade auditiva e dos audífonos para a amplificação da fala.

A partir do Congresso de Milão de 1880 o oralismo passa a ser usado em larga escala em toda a Europa e América Latina. Neste congresso, foi declarada a superioridade da fala sobre os sinais para integrar o surdomudo a sociedade e proporcionar-lhe um conhecimento mais perfeito da língua. Também foi considerado que o uso simultâneo da fala e dos sinais tinha a desvantagem de "distrair" a fala, a leitura labial e a precisão de idéias. Baseado nesses princípios, é declarado que o método oral puro é preferível a qualquer outro. BEHARES (1987b) coloca que as decisões deste congresso teriam sido muito pouco democráticas, uma vez que 46 dos membros ativos representavam não mais que três escolas milanesas e parisienses, com aproximadamente 200 alunos no total, enquanto que os EUA, onde os sinais eram bastante usados, tinham mais de 400 professores para mais de 6000 alunos, mas tinham somente 5 votos no Congresso.

Desde esta época até meados de 1960 o oralismo foi o método dominante no mundo todo. Essas idéias começaram a ser modificadas com o desenvolvimento da psicologia cognitiva e social e da lingüística das linguagens de sinais. A partir desta época as ciências sociais passam a ter três objetos novos de investigação em relação a surdez: o a identidade social e as formas de integração do indivíduo e

das comunidades surdas, a questão do desenvolvimento do pensamento, da memória e da linguagem em indivíduos surdos e o tema da natureza estrutural, sociolingüística e psicolingüística da língua de sinais. Esse fato influenciou bastante para que fosse repensado o domínio absoluto do método oralista existente a quase 100 anos: o bilingüismo e a comunicação total ressurgiram pois pela maturidade das ciências sociais que lhes permitiu abandonar pelo menos algumas de suas diretrizes formuladas na concepção médico-terapêutica ou clínica. Enquanto que a concepção médico-cirúrgica ou clínica dá ênfase aos meios, a concepção social dá ênfase aos fins. Vygotsky já no início do século colocava que a competência lingüística deve ser obtida através da utilização dos canais que se apresentem menos artificiais para o sujeito.

Um dos métodos combinados é conhecido como bilingüismo e outro como Comunicação Total. No bilingüismo não se pode falar e gesticular ao mesmo tempo, sob o argumento de que fazê-lo seria utilizar a sintaxe de uma língua e a semântica de outra. HOEMANN (1978) define "Comunicação Total como sendo "o direito que tem a criança surda de aprender a usar todas as formas de comunicação disponíveis para desenvolver competências em linguagem na idade mais precoce possível". Envolve duas línguas: a linguagem de sinais e a fala, usando como instrumentos a escrita, gestos naturais, adestramento auditivo, leitura, leitura labial, "Cued Speech", alfabeto manual, língua nacional sinalizada, comunicação não-verbal, pantomina, teatro, danças e outros, utilizados individualmente ou de forma combinada.



Nos itens a seguir são apresentados alguns dos instrumentos utilizados na educação de surdos.

#### V.2.2.1 - Linguagem de Sinais

Pessoas surdas usam sistemas de comunicação que têm o mesmo papel da linguagem falada, em termos intelectuais, de comunicação em si e papel social. Mas, ao invés da comunicação ser baseada em sinais produzidos pela voz e percebidos pelo ouvido, as linguagens de sinais são produzidas pelas mãos e percebidas pelos olhos.

Uma linguagem pode ser definida (BEHARES, 1987b) como um complexo sistema funcional que se origina na comunicação, se transforma através de determinados suportes orgânicos em uma série de condutas e estruturas cognitivas e comporta um conjunto de operações mentais que são sua essência.

Uma língua de sinais é um sistema lingüístico que faz uso dos recursos espaço-temporais que as mãos e a expressão facial permitem (BEHARES, 1987a). Possui os mesmos níveis de organização de qualquer linguagem oral: uma estrutura semântica, um conjunto de mecanismos sintáticos, uma série de recursos morfológicos, unidades léxicas e uma formalização própria.

Um sinal é um gesto, porém o sinal se diferencia do gesto por constituir uma unidade convencional integrada a um sistema lingüístico articulante enquanto o gesto não o é. O sinal é pois um morfema (ou mais precisamente um querema), uma forma mínima com significado, não possuindo porém uma

verdadeira morfologia verbal e outra nominal como as línguas orais. A linguagem de sinais têm sua própria tradição e é um instrumento interpessoal, isto é, seus elementos não são criados por indivíduos isolados, mas sim aprendido em uma comunidade que o transmite, permitindo pois ao surdo imerso na comunidade que a utiliza o desenvolvimento desde cedo de sua competência lingüística potencial ou da linguagem propriamente dita. Vygotsky já colocava em 1925 que o domínio da língua oral e da articulação pelos surdos eram fatos secundários em relação ao domínio funcional de um complexo cognitivo operatório a que se denomina "competência lingüística". Essa têm sua base em níveis neuropsicológicos totalmente independentes dos canais sensoriais que se usam para exteriorizar as mensagens. Assim, a língua de sinais, os mecanismos orais, os mecanismos táteis utilizados pelos surdos-cegos e qualquer outro mecanismo de base sensorial que permita construir seqüências convencionais e combinatórias de unidades para transmitir mensagens são instrumentos a serviço dessas capacidades cognitivas e sociais que se instauram a nível neuropsicológico nos primeiros anos de vida.

Deve ser observado, porém, que o processo de transmissão da linguagem de sinais também difere do da linguagem falada, uma vez que muitas crianças surdas não aprendem nenhuma linguagem manual de seus pais (muitas crianças surdas, talvez a maioria, são filhas de pais ouvintes) como inevitavelmente uma criança ouvinte adquire a língua da mãe (ou da pessoa com quem tem maior contato no dia-a-dia).

Outra confusão se dá entre o conceito de pantomina

e sinal. BELLUGI e KLIMA (1979) assim os diferenciam: a pantomina é mais longa e variável em duração (de 3 a 12 segundos). Um sinal individual é mais curto e uniforme na duração (em torno de um segundo). Há diferença também no movimento: o sinal tem uma posição inicial e final; a pantomina, na sua continuação, não observa esse princípio. A figura V.3 a seguir ilustra uma pantomina.



Pantomimic representation of 'baby'.

Figura V.3 - Pantomina Indicando "baby" (EUA)

O estudo das linguagens de sinais pelos lingüistas fez com que este tipo de confusão diminuísse, sendo pois as linguagens de sinais mais valorizadas. Busca-se estudar a estrutura dessas línguas.

Um dos primeiros estudos foi o de Stokoe nos EUA, iniciado em 1960. Os primeiros resultados de seu trabalho apontavam no sentido de que surdos filhos de pais surdos se saíam melhor que surdos de pais ouvintes: o fato de ter uma linguagem apropriada desde o berço parecia ter uma importância vital. Ele definiu que a ASL (American Sign Language)

é composta por três aspectos simultâneos:

- a) "tabula" (TAB): localização da mão;
- b) "designator" (DEZ): configuração da mão;
- c) "signation" (SIG): movimento associado ao sinal.

Um quarto parâmetro foi introduzido por Battison, citado por HOEMANN (1978): a orientação, isto é, a posição da palma da mão em relação aos eixos vertical e horizontal do espaço de sinalização.

A expressão facial em muitos casos constitui-se no quinto parâmetro da estrutura fonológica de um sinal. Por exemplo, a expressão facial vinculada com os movimentos do corpo cumpre funções sintáticas e precisas nos diversos tipos de pergunta e na subordinação.

Ainda que um sinal possa envolver mais que uma configuração da mão, envolver mudanças de uma configuração para outra ou ainda envolver movimentos de uma TAB para outra, o número de localizações, configurações manuais e movimentos incorporados são limitados no léxico da ASL. Stokoe identifica 12 TABs, 19 DEZ e 24 SIGs que podem ser considerados como o "set" de elementos a partir do qual toda ASL é formada.

Stokoe estabeleceu um símbolo para cada TAB, DEZ e SIG, estabelecendo um sistema que, entre outros usos, tornou possível uma base para simulação via computador. Elementos estruturais representando partes separadas de informação foram armazenados em um microcomputador Nova 1220 (USA, 1976) podendo ser combinados por subrotinas obtendo significado ou executados com display gráfico. Foram armazenados 11 DEZ, 8 TABs e 7 SIGs suficientes para 616 sinais, potencial-

mente. Mas, mais de 600 eram tolices, uma vez que a maioria dos sinais difere de outros a partir de mais do que um simples aspecto.

A linguagem de sinais é finita, isto é, limitada. O conhecimento do ouvinte a respeito de uma determinada língua também é finito: limita-se aos vocábulos usados na sua comunidade e na literatura que lhe é acessível. Na prática, observa-se que, ainda que limitado, o seu vocabulário é muito maior que o do surdo: a escolha do que falar, a fixação dos vocábulos provém do próprio ambiente. Como coloca WIENER (1954), ao apelar-se para os outros sentidos da pessoa surda, o que ele recebe não é a informação completa que recebemos pela audição, mas uma porção selecionada desta audição. O argumento pois de que a linguagem de sinais é bastante precária para possibilitar uma comunicação efetiva, uma vez que não existem gestos para todas as situações é improcedente. Sabe-se que as línguas nascem e crescem com a comunidade, dependem de um processo histórico. Cada palavra tem sua origem, não é simplesmente criada (vide o insucesso do esperanto, por exemplo, como língua criada). Assim, nenhuma língua, seja ela falada ou visual, comporta vocábulos para coisas que não fazem parte de sua realidade. OLERON (1978), citando Ombredane, coloca por exemplo que na língua africana Swahili há 80 palavras para designar 80 espécies de antílopes, mas nenhuma para nomear o triângulo. É preciso pois, além de propiciar a aprendizagem da linguagem falada para os DAs, propiciar-lhes maiores oportunidades de ampliação de vocabulário, evitando-se o isolacionismo prejudicial.

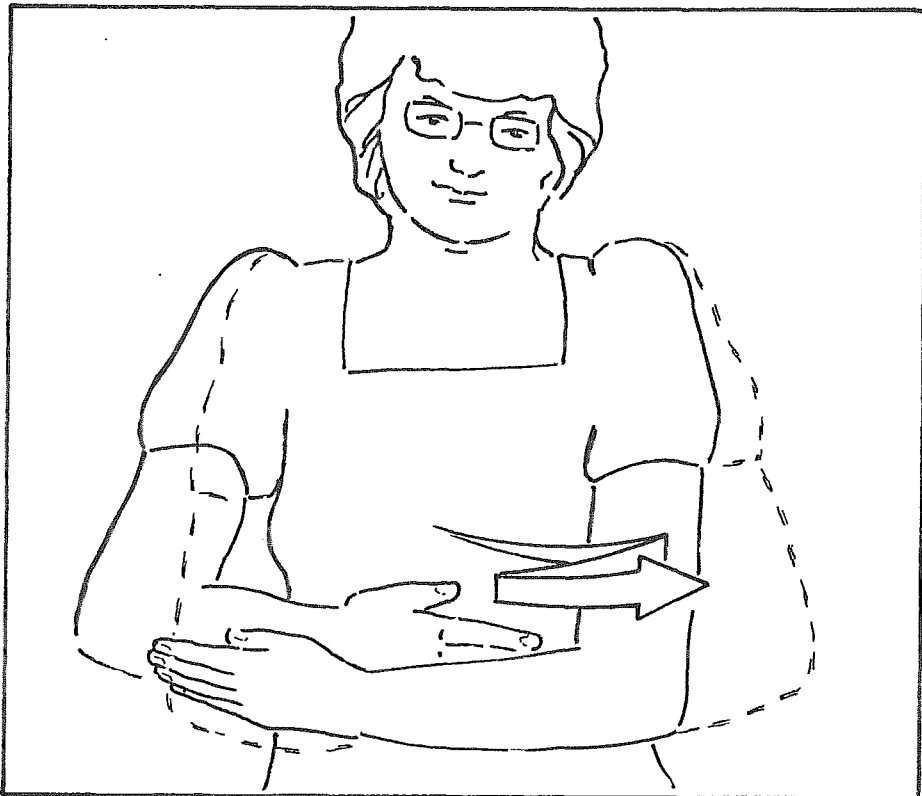
Existem outras razões para a utilização de linguagens visuais além da impossibilidade de oralizar (OLERON,

1978). Estas razões podem ser de ordem física ou social. De ordem física quando por exemplo a comunicação se dá em ambientes ruidosos, debaixo da água, sendo inclusive consagrados estudos nesse sentido, tanto para descrever quanto para propor códigos sistemáticos. Uma razão de ordem social pode ser exemplificada pelo silêncio imposto às mulheres de certas tribos africanas durante a viuvez: elas recorriam aos gestos para se comunicar. O mesmo ocorria nos mosteiros onde era imposta a regra do silêncio.

Na linguagem de sinais certos gestos são a imitação mais ou menos esquemática do signo que se quer evocar. É o que ocorre principalmente em relação às ações do homem e suas qualidades, bem como dos animais. Assim, por exemplo, dançar lembra o movimento do dançarino e vigoroso é lembrado pela pessoa cerrando os punhos e avançando-os de forma decidida. Outros gestos são **acomodativos**, isto é, imitam a ação ou a reação que provoca o signo que se trata de evocar. Sopa, por exemplo, é o que se come com uma colher. Nota-se pois o caráter icônico dessas linguagens. Este aspecto muitas vezes é utilizado como argumento para rotular as linguagens de sinais como primitivas, fato este comentado por REHFELDT (1983). Mas é este aspecto que faz com que, no seu conjunto, a linguagem gestual seja menos arbitrária que a linguagem oral. Parece mais fácil por exemplo o gesto representativo de uma mesa do que o nome que se dá a própria (é muito comum que as crianças perguntem porque uma cadeira se chama cadeira e não "sentador", por exemplo, buscando associação entre o vocábulo e o que ele representa).

Nem sempre a iconicidade é aparente no sinal em si,

mas inclui a movimentação e posição. Alguns sinais são icônicos, outros são arbitrários. Pela simplificação o sinal pode perder a iconicidade, podendo essa ocorrer pela mudança que se dá com o tempo no sinal. Isso faz com que um terço do vocabulário não tenha seu significado "transparente" (identificação imediata do significado). Um exemplo de sinal plenamente transparente é o de "baby" na ASL (figura V.4).



The ASL sign BABY

Figura V.4 - Sinal para "baby" na ASL.

Ainda que a simplificação possa acarretar a perda da iconicidade do sinal, nem sempre isso acontece, o que pode ser observado, por exemplo, pela análise do sinal "baby" na ASL (figura V.4) em relação à pantomina que o originou (figura V.3).

A iconicidade pode ser "rebuscada" (não evidente). Em sistemas computacionais pode ocorrer o uso de ícones "rebuscados" quando estes são atribuídos a revelar a comunidade de usuários. Um exemplo de iconicidade rebuscada pode ser dado pelo sinal para ano ("year") na ASL: tempo que a terra leva para completar uma volta ao redor do sol, ilustrado na figura V.5.



YEAR

Figura V.5 - Sinal para "year" na ASL.

Pesquisas indicam que somente um terço dos sinais são "transparentes", um terço são opacos (iconicidade não aparente) e um terço completamente fechados (iconicidade inexistente ou difícil de perceber) (HOEMANN, 1978).

Estes conceitos podem ser ilustrativos para o projeto de sistemas computadorizados, onde a pouca existên-



cia de iconicidade torna-se problemática: principalmente no que se refere ao usuário, isto é drástico. Por exemplo, "salvar" um texto num processador, significa o quê, que o texto está em perigo? Por esse motivo, entre outros, é que recorrem-se a ícones gráficos, como por exemplo no NEWS MASTER onde a ação de gravar ("salvar" o que já foi feito) é indicada pelo desenho de uma seta apontando para um disquete e o de ler pela seta partindo do disquete (simbolizando "retirar" a informação de).

Na língua falada dificilmente a palavra em si tem alguma coisa a ver com o significado e estrutura. A presença de onomatopéia, ou seja, o emprego de fonema em vocábulo para descrever acusticamente um objeto pela ação que exprime (BECHARA, 1975) parece ser a única forma de iconicidade da linguagem falada. Podem ser citados como exemplos na língua portuguesa o "tique-taque" do relógio, o "marulho" das ondas" e o "arrulhar" dos pombos. Um exemplo na língua inglesa é o verbo "slam" (bater, fechar com violência), lembrando o som de algo sendo fechado com violência. Este recurso é inclusive muito usado em histórias em quadrinhos e desenhos animados.

Na discussão da falhas da linguagem gestual muitas vezes não é levado em conta o mau uso feito dos gestos. Como coloca OLERON (1978), isso nada provas, assim como os exemplos de incompreensão pelos alunos das exposições abstratas do professor nada provam contra a linguagem oral.

A gramática da linguagem gestual é muito simplificada em relação à das linguagens orais. Um dos efeitos dessa simplicidade são as confusões que as vezes ocorrem entre a designação do objeto e da ação, confusões estas explicadas

pelo fato de que o gesto não distingue nitidamente a ação e o objeto, podendo um servir para designar o outro. Nessa simplificação da gramática não há artigo, pronome, particípio, conjunção, substantivo, voz passiva ... A preposição raramente tem um signo para si, estando ordinariamente compreendida no próprio verbo.

Lampert (OLERON, 1978) define algumas regras sintáticas relativas à ordem dos elementos. Por exemplo, os adjetivos qualificativos e possessivos e o gesto indicador enunciam-se depois do substantivo com que se relacionam. O verbo enuncia-se depois do sujeito e dos complementos, a preposição (se houver) depois dos dois termos que põe em relação. Outra regra diz respeito a colocação no final da sentença daquilo que se quer chamar a atenção, apesar que esta regra é mais de ordem retórica do que sintática. As regras sintáticas ocorrem em função de que a linguagem gestual tende a seguir a ordem dos acontecimentos, a ordem como se apresentam ou devem efetivamente apresentar-se.

O psicólogo Drever (OLERON, 1978) nota que o desenvolvimento se fez a favor das linguagens orais, colocando que, se todos os homens tivessem sido surdos, provavelmente teriam podido desenvolver uma linguagem gestual que fosse tão elaborada quanto o são atualmente as línguas em geral.

Algumas linguagens, como a ASL, prevêem formas de diferenciação de gênero (posição da mão em relação a face), pluralização (indicando várias posições ou duplicando o mesmo sinal), composição (sinais compostos a partir de outros), ênfase na palavra (aumentativo/diminutivo) através de ampliação/diminuição do gesto e expressão facial.

A figura a seguir (V.6) ilustra uma composição de sinais: a partir de "eat" (comer) e "sleep" (dormir), surge o sinal "home" (lugar onde se come e dorme, ou seja, lar).

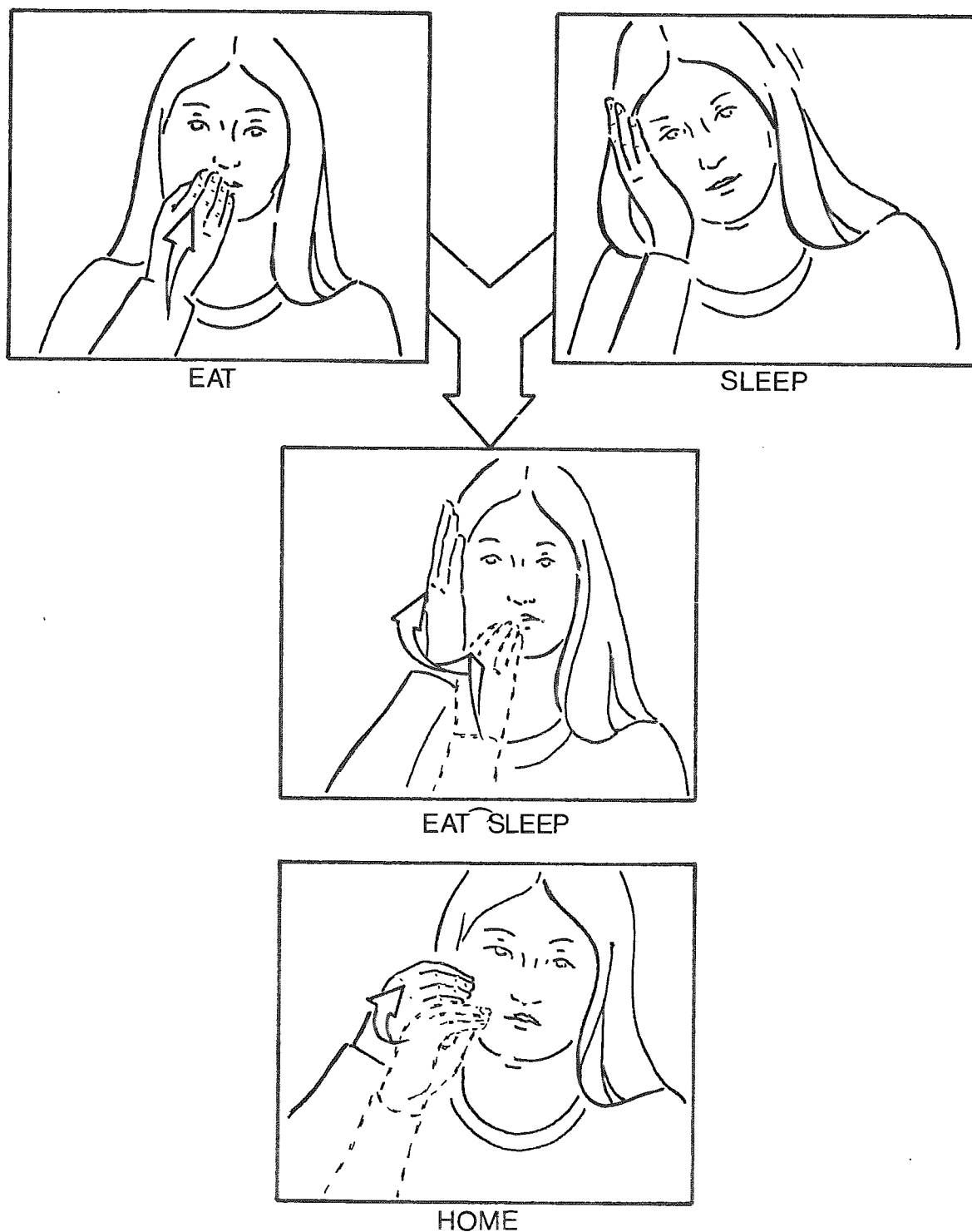


Figura V.6 - Composição de Sinais

A figura a seguir (V.7) ilustra como a ênfase na palavra e a expressão facial são usadas para enfatizar uma idéia e transmitir conceitos de aumentativo e diminutivo.

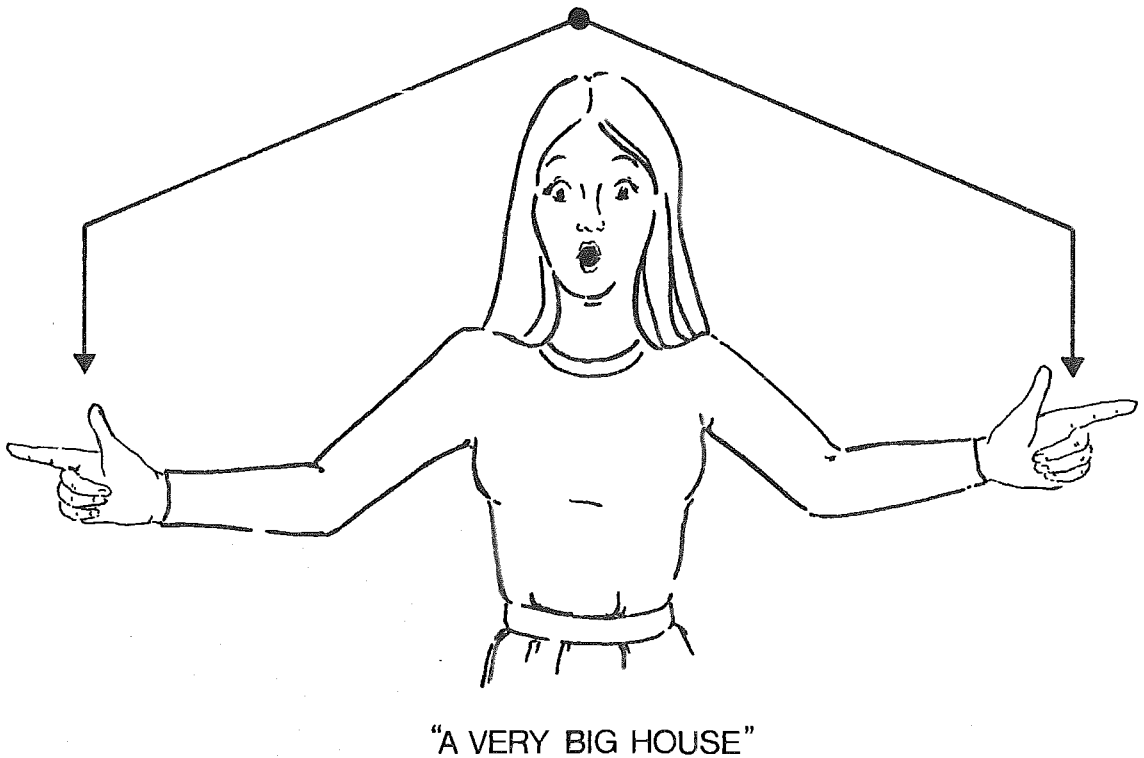


Figura V.7 - Ênfase na Palavra

#### V.2.2.2 - Leitura Labial

A leitura labial envolve a percepção visual das formas e dos movimentos feitos em uma articulação normal dos

sons da fala. A grande dificuldade dela reside no fato de que determinados sons como o /k/ e o /g/ são praticamente impossíveis de serem identificados como elementos visuais. Na língua inglesa, por exemplo, apenas 1/4 dos fonemas são visíveis. Segundo Eggermont (citado por RAYMANN, 1986) até o indivíduo mais habilidoso em leitura labial não consegue identificar mais do que 40 a 50% dos sons da fala.

No processo de leitura labial participam também, além da interpretação e síntese da linguagem, a expressão facial do falante, a situação ambiental de que participam falante e ouvinte, experiências comuns anteriores ou objetos concretos que tiverem em vista.

#### **V.2.2.3 - Alfabeto Manual**

O alfabeto manual é a transmissão da escrita através das mãos, podendo ser feito com o uso de uma única (alfabetos manuais brasileiro e americano) ou com ambas as mãos (alfabeto manual inglês).

É usado principalmente no ensino, uma vez que não é espontâneo.

#### **V.2.2.4 - Outros**

"Cued Speech" é um sistema criado pelo Dr. Orin Cornett para clarear as ambigüidades da leitura labial através de informação suplementar fornecida pelas mãos.

A comunicação não verbal refere-se a preocupação com a posição e a distância do corpo dos indivíduos: o

olhar, o sacudir dos ombros, os movimentos em geral têm significação dentro da comunicação.

Uma língua nacional sinalizada difere da linguagem de sinais de um país pelo fato de na primeira haver uma correspondência biunívoca com a língua falada.

Uma "língua código manual" refere-se aos sinais efêmeros, convencionados com o grupo em um determinado momento.

"Pidgin" corresponde a uma língua falada na ordem da linguagem dos sinais, como por exemplo "laranja gosto pouco" ao invés de "gosto pouco de laranja".

Inúmeros instrumentos poderiam ser aqui citados, fugindo no entanto do escopo desta dissertação.

### **V.3 - Novas Tecnologias e Educação de Surdos: O que tem Sido Feito**

Já na década de 50 WIENER (1954) propunha o uso "da máquina para ajudar os totalmente surdos". Defendia tal idéia como fácil de construir pelo fato da técnica do telefone ser a mais conhecida e estudada das técnicas de comunicação e pelo fato de que "a audição é a esmagadora perda de algo - da livre participação na conversação humana". Várias formas do uso de novas tecnologias com deficientes auditivos têm sido propostas, desde o uso de linguagens de programação no desenvolvimento de habilidades cognitivas até formas de "feedback" visual para o aprendizado da fala. Nos aparelhos como telefone e despertadores propõe-se a substituição do som por flash e luz; nos aparelhos sonoros, utiliza-se a

vibração. Nos itens a seguir são descritas algumas experiências neste sentido no exterior e no Brasil. Os experimentos que envolvem processamento de voz estão incluídos no capítulo VIII.

### **V.3.1 - No Mundo**

No simpósio "Hearing Technology: Its Present and Future", coordenado pelo Gallaudet Research Institut e a Deafness Research Foundation, aproximadamente 350 profissionais discutiram os avanços proporcionados pela tecnologia, em especial as oferecidas pelos circuitos VLSI podendo significar incremento considerável na capacidade de processamento de sinais para o auxílio a surdos. Essas tecnologias viabilizam, entre outras coisas, a comunicação escrita entre surdos e pessoas com dificuldades na voz através de pequenas máquinas com teclado e visor (TDD, "Telecommunication Devices for the Deaf). Em alguns países, França por exemplo, os telefones já tem acoplado um sistema telemático (Minitel) de múltiplos usos que favorece a comunidade de pessoas deficientes auditivas. No Brasil, a Telemig é pioneira nesta área, tendo sido instalados no início deste ano aparelhos com teclado alfanunérico e visor onde o deficiente auditivo pode escrever e ler a mensagem que quer transmitir, após o que uma telefonista recebe a mensagem e completa a ligação pelo método tradicional. A curto prazo estarão disponíveis aparelhos através dos quais os deficientes poderão comunicar-se diretamente entre si. A chamada do telefone é feita através de um flash eletrônico que espouca quando o

telefone toca.

Bastante difundida, a filosofia LOGO é usada também com deficientes auditivos. Nos EUA, o M.I.T. mantém projeto nesse sentido, assim como o NIED/UNICAMP no Brasil (vide item V.3.2). Na Argentina, o Instituto Oral Modelo iniciou atividade neste sentido ainda em 1982, com a instalação do laboratório de computação. Além de LOGO, utilizam-se processadores de texto e explora-se muito a telemática, comunicando o instituto com outros por modem via telefone ou através de ondas de rádio, dispondo de um banco de dados permanente com acesso telefônico para alunos surdos, professores e familiares. Algumas ligações internacionais, apesar do alto custo, tem sido feitas, como por exemplo no III Congresso Internacional Logo, ligando o Instituto com uma escola de ouvintes em Novo Hamburgo, RS, e em 1988 durante o "Primer Congreso Ibero-latinoamericano de Hipoacusia", propiciando conferências telemáticas entre alunos do Instituto e da Clarke School for the Deaf, Massachusetts, EUA. A filosofia de reabilitação computacional defendida pela escola pressupõe três etapas: na primeira, o aluno surdo é introduzido numa cultura computacional que compartilha com o ouvinte, na segunda incorpora o computador na sua vida cotidiana e na terceira transforma-o em seu instrumento de trabalho. A importância desses instrumentos pode ser medida na afirmação de que "as palavras fazem coisas, não se reduzem a manchas de tinta sobre um papel que esperam uma interpretação humana para expressar algo". O surdo tem aumentada sua área de atuação, sua possibilidade de ação, com um instrumento que não lhe exige a comunicação que, para ele, é a mais difícil, a comunicação falada. A disposição dos computadores no labo-



ratório é feita de tal forma que um usuário enxergue o outro enquanto trabalha, facilitando a comunicação: explora-se mais o sentido da visão (figura V.8) do que o da audição, comum na disposição tradicional dos laboratórios (figura V.9).

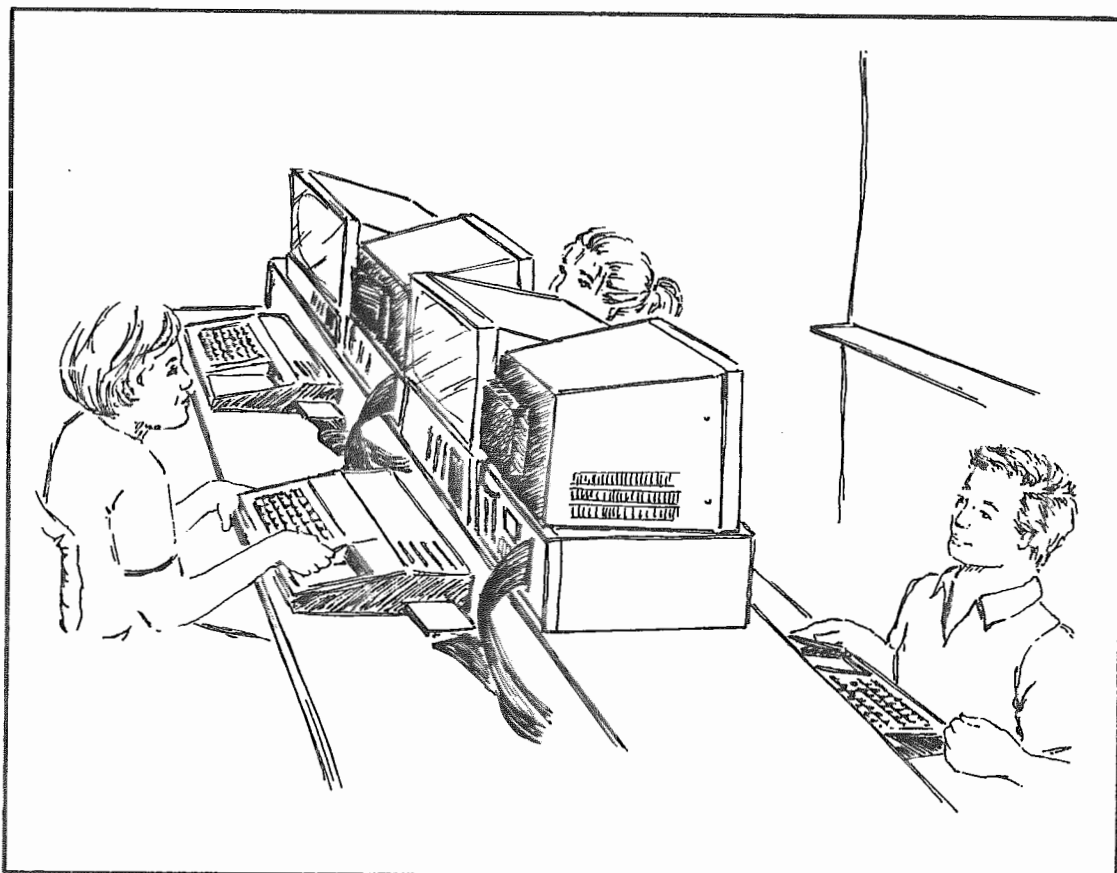


Figura V.8 - Laboratório Computacional para DAs

Ainda que a disposição dos computadores em filas afastadas da parede faça com que o número de mesas e equipamentos seja menor, gera a facilidade de circulação para o facilitador, que tem uma visão mais geral dos outros alunos.

Nos laboratórios computacionais para crianças ouvintes, hoje existentes em muitas escolas, as mesas e equipamentos são dispostos ao longo das paredes, deixando um vão livre central para os alunos e facilitadores. Este tipo de disposição facilita a instalação, uma vez que os cabos e tomadas ficam junto as paredes.

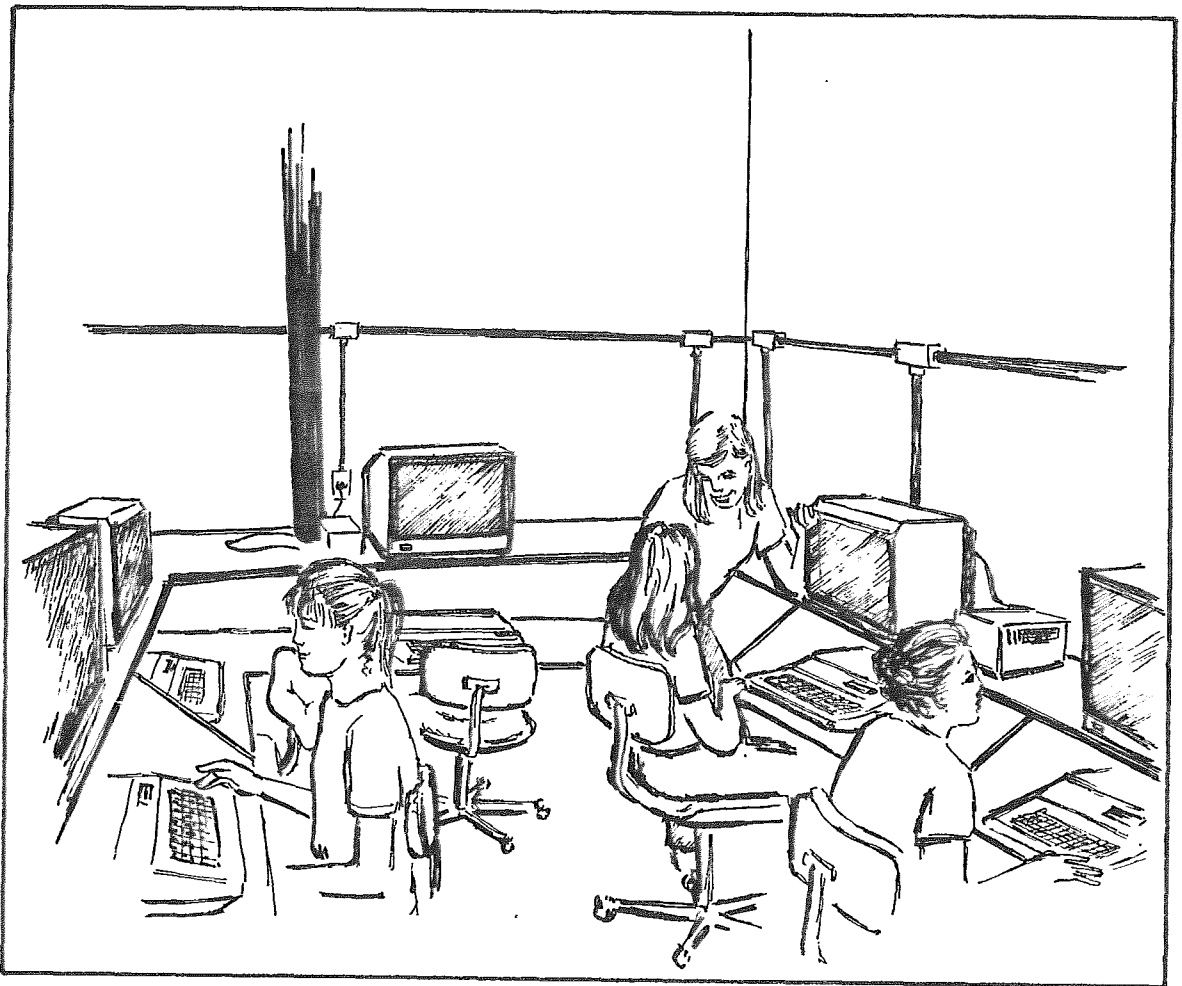


Figura V.9 - Laboratório Computacional para Ouvintes

O Instituto possui ainda uma rede escolar para uso dos alunos. A figura V.10 mostra a distribuição dos equipamentos nos três andares do Instituto e suas conexões. No térreo fica a central telefônica a qual são conectados os equipamentos. No hall de entrada tem-se um terminal com

modem e telefone interno para livre uso. No primeiro piso tem-se equipamento para transferência de arquivos, a "unidade de trabalho" que consiste em um computador independente no qual os alunos preparam suas mensagens com processador de texto antes de guardá-las em disquete e transmiti-las. No segundo piso há equipamento com telefone e modem e outro que suporta o BBS ("Bulletin Board System"), com quatro unidades de disquete, modem, telefone e seletor de linha.

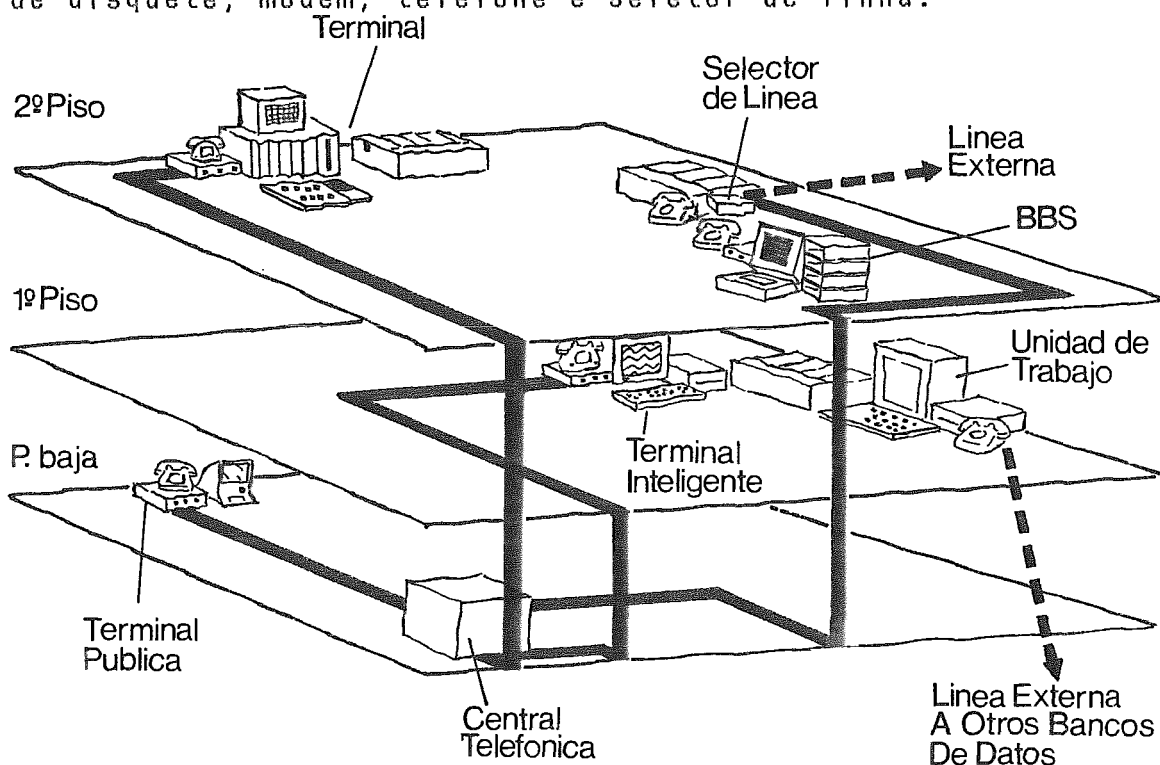


Figura V.10 - Rede Escolar - Instituto Oral Modelo  
Fonte: BATTRO e DENHAM, 1989.

Para os alunos surdos, esta configuração permite uma autonomia jamais sonhada nem por eles nem por seus familiares (BATTRO e DENHAM, 1989).

No já citado Gallaudet, as redes locais são bastante usadas nos cursos de inglês e literatura para alunos surdos, onde o professor controla, de seu equipamento, o fluxo de

informação entre os alunos, respondendo suas perguntas e fazendo as correções necessárias.

### V.3.2 - No Brasil

O NIED/UNICAMP mantém um projeto do uso da filosofia LOGO com crianças deficientes auditivas. Fernanda Freire (FREIRE, 1989) coloca que, para essas crianças, o computador têm contribuído para ampliação da comunicação, inclusive oral: "comunicar a respeito de coisas que está descobrindo, como lateralidade, números, tamanhos, formas, faz muito mais sentido para a criança do que falar pelo simples fato de falar, o que absolutamente não a interessa". GAGLIARDI (1989), do mesmo grupo, frisa que a utilização isolada do computador, por si só, não acrescenta muito à efetividade do processo ensino-aprendizagem, sendo necessário trazer com ele uma filosofia de trabalho que implique na criação de ambientes que propiciem aprendizagens autônomas e significativas, estendendo pois para a educação de deficientes auditivos os comentários até agora feitos neste trabalho sobre o uso de computador na educação.

No Instituto de Fonoaudiologia da Universidade Federal de Santa Maria (UFSM) o uso de computador iniciou no ano de 1989 com a iniciação na filosofia LOGO de uma professora pelo NIED de Campinas.

O núcleo do EDUCOM do Rio Grande do Sul coordenado pela professora Lucila Santarosa iniciou no ano de 1989 projeto também baseado no uso da filosofia LOGO com deficientes auditivos de classes especiais da rede pública de ensino do estado.

Ainda no Rio Grande do Sul, a Escola Especial Concórdia, uma escola de primeiro e segundo graus para deficientes auditivos, desenvolve projeto mais amplo. Além do profissionalizante em processamento de dados oferecido a nível de segundo grau, a escola adota uma filosofia específica de introdução do computador nas atividades educativas. Equipamentos e materiais referentes a área de informática encontram-se em uma sala junto com outros recursos, tendo pois a escola iniciado a informatização já na terceira fase, conforme já citada entrevista de Iara Clúdio. Segundo ela, foi bastante difícil este início já na terceira fase uma vez que este foi iniciado a oito anos, sem nenhum referencial. A proposta para 1990 é atingir-se a quarta fase, ou seja, a informatização da sala de aula propriamente dita. Um dos softwares utilizados pelos alunos da escola destina-se a confecção de um jornal próprio. Trata-se de um software de editoração mas usado com linguagem de sinais. Apesar de ser um software americano, a saída é em linguagem de sinais do Brasil. A importância deste software está na manipulação do objeto pelo próprio aluno, na criação de seu próprio espaço de comunicação na sua língua mãe, sendo talvez uma das raras oportunidades para os membros desta comunidade encontrarem notícias, poesias, entrevistas, etc. na sua língua mãe. A importância e o sentimento envolvido nesse projeto pode ser comparado a importância da manipulação de material literário na língua mãe por pessoas que vivem no exterior: é a possibilidade de sentir-se "em casa", de não se sentir alheio na própria comunidade na qual se vive.

Os softwares usados são desenvolvidos por equipes

multidisciplinares e contam com o apoio do Instituto de Informática da PUC/RS, através da qual projetos tem sido desenvolvidos por alunos de graduação em final de curso. Desperta-se assim a comunidade informática para um novo uso da tecnologia. Ainda que os projetistas de software educacional afirmem que os produtos desenvolvidos para a comunidade em geral também servem para os alunos portadores de necessidades especiais, isto não parece ser exatamente assim no que se refere a comunidade de deficientes auditivos. Inúmeros experimentos nesta área no Concórdia apontam para o fato de que, como o usuário deste software possui uma capacidade sensorial na área de visão muito mais aguçado do que o ouvinte, ele é muito crítico quanto a disposição da tela, a densidade, o uso de cor, distribuição dos elementos. Os recursos eventualmente usados para ouvintes para chamar atenção são cansativos para o surdo. Outro fator é que a representatividade de um ícone difere de um surdo para um ouvinte. Em um dos experimentos feitos, o software que mostrava a operação de adição a partir de retângulos ( $2 \text{ retângulos} + 3 \text{ retângulos} = 5 \text{ retângulos}$ ) não foi entendido pelo usuário que perguntou o que estava sendo somado: se eram as linhas, se eram as áreas que estavam dentro das figuras ou as próprias figuras. Ou seja, uma coisa que pareceria óbvia para um ouvinte não o foi para este aluno. Tal diversidade pode ter sua origem no fato de, na linguagem de sinais, ao representar-se alguma coisa abstrata recorre-se ao objeto, podendo-se pois haver mais de uma interpretação para uma mesma figura. Muito cuidado é necessário também no tipo de linguagem a ser utilizada, devendo esta estar de acordo com a realidade do usuário, com estruturas frasais

diretas, principalmente no nível mais básico. Um estudo dessa diversificação de comunidades pode ser encontrado na tese de mestrado da UFRGS "Projeto de Interfaces Gráficas para Ensino de Geometria para Deficientes Auditivos" (FRANCIOSI, 1988).

No Instituto Nacional de Educação de Surdos (INES) no Rio de Janeiro são utilizados equipamentos de 8 bits da linha CP-500, onde, através da exploração dos poucos recursos existentes, softwares são usados para exploração de habilidades e fixação de conteúdos de matemática, ciências e língua portuguesa.

Neste capítulo foram discutidos alguns aspectos relativos a comunidade de deficientes auditivos. Nos capítulos a seguir, é abordada uma área em particular do reconhecimento de padrões: reconhecimento de voz e suas potencialidades em relação a educação/integração de deficientes auditivos.

## CAPÍTULO VI

### LINGUAGEM ESCRITA E LINGUAGEM FALADA

Para que os computadores possam realizar muitas das tarefas cotidianas feitas pelas pessoas é preciso que eles partilhem da capacidade humana de utilizar a linguagem.

Uma das áreas de estudo da Inteligência Artificial trata do processamento de linguagem natural, ou seja, da compreensão de sentenças em linguagem natural inseridas em um determinado contexto. Essas sentenças podem ser escritas ou faladas, diferindo pelo fato de que as sentenças escritas referem-se ao processo de ler, analisando-se pois textos com seus respectivos grafemas e a análise de sentenças faladas refere-se ao processo de ouvir, utilizando-se pois fonemas e não grafemas.

#### VI.1 - Linguagem Escrita

As sentenças em uma linguagem são muito mais que seqüências arbitrárias de palavras. Elas são estabelecidas através de um conjunto de regras conhecido como gramática.

A linguagem escrita é a transformação da linguagem falada que contém um infinito grau de liberdade em um número finito de signos que vêm a ser o alfabeto. Faz-se pois o mapeamento de um número infinito de sinais  $s$  em um número finito e pequeno de letras ou grafemas  $l$ . O tratamento da linguagem escrita é tecnicamente mais fácil que o da linguagem falada, uma vez que os elementos formantes das palavras



(letras do alfabeto) são finitos e bem definidos para cada língua, o mesmo não ocorrendo com os fonemas. Ainda que estes sejam finitos, a quantidade de variantes que eles podem sofrer é imensa.

A compreensão de uma peça de linguagem (língua fonte) envolve o seu mapeamento numa representação apropriada para uma situação em particular (representação-alvo), além do mapeamento das ligações existentes entre essas peças. A compreensão torna-se difícil por exigir também a utilização de conhecimento adicional sobre o mundo descrito pelas sentenças.

Na busca da compreensão da linguagem escrita, diferentes níveis estão envolvidos:

a) compreensão elementos formadores de frases, ou seja, as palavras. Uma vez que o alfabeto de uma língua é conhecido e a separação entre os elementos da frase é claro (presença de espaço ou caracteres de pontuação), ainda que o léxico seja bastante extenso, a identificação das palavras é uma tarefa possível, mesmo que trabalhosa.

b) compreensão da frase, o que requer conhecimento das convenções de uso da linguagem em questão, sob três aspectos:

b.1) análise sintática, que usa uma gramática que descreva a estrutura das cadeias de uma linguagem em particular;

b.2) análise semântica, onde as estruturas enviadas pelo analisador sintático recebem significados designados; pode ocorrer que nenhum significado seja obtido para a sentença, ou seja, nenhum mapeamento entre as estruturas sintáticas e os objetos de domínio da atividade foi obtido.

Tem-se, neste caso, uma frase sintaticamente correta mas sem conteúdo semântico.

b.3) análise pragmática, onde a estrutura representada é reinterpretada para determinar o que realmente se quis dizer. Por exemplo, a pergunta "Quantas horas?" no Rio Grande do Sul seria considerada incompleta (Quantas horas para que? A sentença tem sentido de falta ou duração.). Já no Rio de Janeiro esta sentença significa que a pessoa que a emite quer ser informada sobre que horas são. Deve ficar claro pois que uma frase semanticamente correta pode não ter nenhum significado pragmático se há desconhecimento sobre o domínio no qual a sentença está inserida.

c) compreensão de um conjunto de frases, inseridas em um texto ou diálogo. O sistema requer para isso a capacidade de determinar relações entre as frases. Neste nível também se aplicam os três tipos de análise citados.

Note-se que a fronteira entre os níveis sintático, semântico e pragmático não é bastante clara, utilizando-se uma para auxiliar-se a outra, sendo que a interpretação semântica pode auxiliar na interpretação sintática e a análise pragmática exerce papel fundamental na interpretação semântica. Na pragmática, é crítico o meio no qual o conhecimento é organizado. Um exemplo das conseqüências da interpretação livre de contexto é dado por RICH (1988). A primeira frase foi traduzida para o russo, sendo depois traduzida de volta para o inglês, originando a segunda frase, notoriamente diversa da original:

The spirit is willing but the flesh is weak.

The vodka is good but the meat is rotten.

O tratamento computacional da linguagem escrita tem uma de suas principais aplicações no estabelecimento de interfaces mais amigáveis com o usuário, de forma que a forma como ele interage com os sistemas possa ser a mais natural possível. Outra aplicação é em sistemas para tradução automática.

## VI.2 - Linguagem Falada: Como é Produzida

No início da história do homem o que foi inicialmente só um som qualquer associado a gestos e movimentos foi transformando-se pouco a pouco nos sons bem diferenciados de uma linguagem. A fala é a manifestação deste conjunto de signos.

Para a produção da fala não há um aparelho fonador propriamente dito. O que se convencionou assim chamar é um conjunto de órgãos do aparelho respiratório e da parte superior do aparelho digestivo (figura VI.1). Dele fazem parte os órgãos: brônquios, traquéia, laringe e cordas vocais, faringe, fossas nasais, boca, língua, bochechas, palato duro (céu da boca), palato mole (véu palatino) com a úvula ou campainha, os dentes (em especial os anteriores), os alvéolos e os lábios.

A maioria das línguas produz os fonemas em função das modificações que esses órgãos impõem na corrente de ar que sai dos pulmões. No entanto, há também línguas que se servem da corrente de ar que entra para produzir fonemas, como por exemplo os "cliques" feitos por movimentos bucais

no beijo e certos estalidos que servem para animar caminhada de animais. A língua portuguesa se utiliza da corrente de ar expiratória.

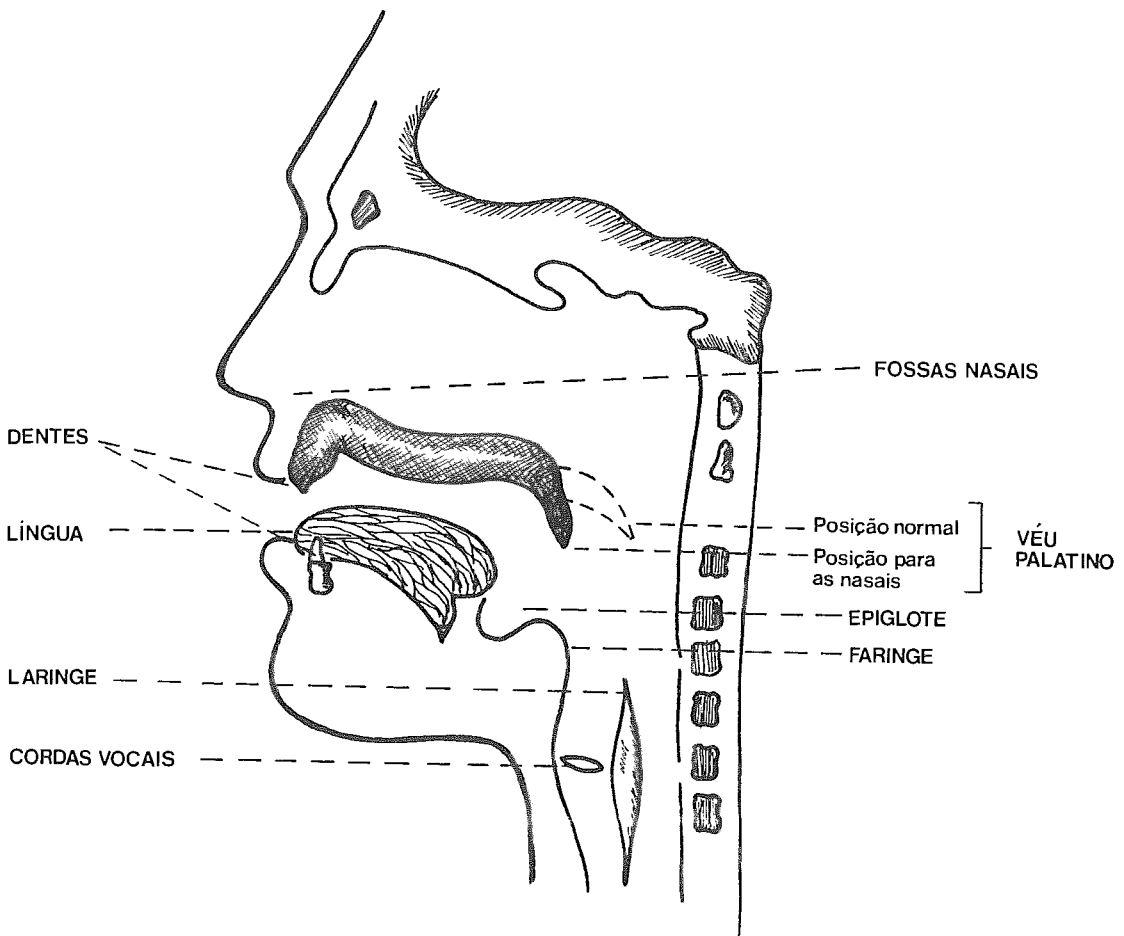


Figura VI.1 — Aparelho Fonador

Os elementos lingüísticos básicos são os já citados fonemas. Suas múltiplas variações acústicas são chamadas de alofones, isto é, os fonemas são códigos univocamente cor-

respondentes as posições articulatórias de uma certa linguagem, e os alofones de um dado fonema representam o grau de liberdade acústica permitida na codificação do próprio fonema. Na realidade a cada fonema não corresponde uma configuração bem precisa das cordas vocais, senão exatamente o contrário: os órgãos vocais estão em contínuo movimento, sendo inclusive que a alguns fonemas não corresponde nenhuma configuração estacionária, caracterizando-se eles exatamente pela evolução contínua de sua configuração. Inlui nisso também a transição entre um fonema e o adjacente, sendo que esta transição na maioria das vezes é mais importante para a correta identificação do fonema do que a sua parte estacionária. Assim sendo as regras que controlam essas transições devem ser criteriosamente estabelecidas, uma vez que geralmente são diferentes para os vários pares de fonemas. BECHARA (1975) define fonema como sendo "os sons elementares e distintivos que [o homem] produz, quando, pela voz, exprime seus pensamentos e emoções". Fonema é uma realidade acústica.

Nesse estudo tem-se a fonética e a fonêmica. Enquanto a análise fonética se preocupa tão somente com a articulação, a fonêmica atenta apenas para o som que, reunindo um feixe de traços que o distingue de outro som, permite a comunicação. O que distingue primariamente dois fonemas não é a diferença articulatória e acústica, mas sim a possibilidade que eles têm de determinarem significações distintas numa mesma situação fonética. A fonêmica não se opõe pois a fonética: a primeira estuda o "número de oposições utilizadas e suas relações mútuas, enquanto a fonética experimental determina a natureza física e fisiológica das

distinções observadas" (BEGHARA, 1975).

Para entender como são produzidos estes fonemas deve ser acompanhado o percurso da corrente de ar a partir dos pulmões: ela passa pela traquéia e chega a parte superior da laringe, onde se encontram horizontalmente duas membranas mucosas elásticas por cujo estreito intervalo (glote) a corrente de ar passa atingindo a faringe, saindo então totalmente pela boca originando os fonemas orais ou parte pela boca e parte pelas fossas nasais originando os fonemas nasais.

Ao passar pela glote a corrente de ar pode encontrá-la aberta, fechada ou quase fechada. No caso da glote estar aberta o ar passa livremente, não ocorrendo pois a vibração das cordas vocais, produzindo-se os fonemas chamados surdos: /s/, /f/, /x/, /t/, /k/ e outros. No caso da glote estar fechada ou quase fechada, há vibração das cordas vocais, produzindo-se os fonemas sonoros: /z/, /v/, /j/, /d/, /g/ e outros. Na língua portuguesa, os fonemas surdos podem ser:

- oclusivos, isto é, durante sua articulação há uma interrupção momentânea no fluxo expiratório; por exemplo nos fonemas /p/, /t/, /k/.

- fricativos, isto é, caracterizados pela passagem do ar através de um estreita fenda na cavidade bucal, produzindo sons "friccionados", por exemplo dos fonemas /f/, /s/ e /x/.

Na voz humana tem-se tons e ruídos, que o ouvido distingue razoavelmente. Em linhas gerais esta divisão corresponde as vogais e as consoantes, respectivamente. Os

fonemas vocálicos são produzidos com a cavidade bucal completamente livre para a passagem do ar. Já nos consonantais ela está total ou parcialmente fechada, constituindo um obstáculo à saída da corrente expiratória.

As vogais da língua portuguesa podem ser classificadas com base articulatória quanto à região de articulação (palatais, médias ou velares), quanto ao grau de abertura (abertas, semi-abertas, semifechadas ou fechadas) e quanto ao papel das cavidades bucal e nasal (orais e nasais). Com base acústica pode-se classificá-las quanto a intensidade (tônicas ou átonas).

As consoantes, além da divisão já citada quanto ao papel das cordas vocais, podem ser divididas quanto ao modo de articulação (oclusivas ou constrictivas, podendo estas serem fricativas, laterais ou vibrantes), quanto ao ponto de articulação (bilabiais, labiodentais, linguodentais, alveolares, palatais ou velares) e quanto ao papel das cavidades bucal e nasal (orais ou nasais).

Elementos básicos no assim chamado "aparelho fonador", as cordas vocais são formadas por pregas musculares que vibram quando atravessadas pela corrente de ar, produzindo uma onda sonora. Pode-se pois definir a fala como uma forma de transmitir informações utilizando como meio físico uma onda sonora (onda portadora). A variação de uma ou mais características da portadora (modulação) permite que seja transmitida informação. Diferentes características da onda podem ser moduladas interferindo em diferentes características da fala:

- fase; a variação da fase pode ser medida em unidades de medida de tempo ou unidades angulares, por

exemplo graus:

- freqüência (tom), onde é verificado o número de repetições da onda em cada intervalo de tempo. Pode ser medida em Hertz (número de ciclos por segundo) ou em unidades de velocidade angular.

- amplitude, onde a intensidade ou potência da onda é variada.

- forma da onda (timbre ou qualidade da onda), onde a propriedade física variada é o perfil da onda. Pode ser demonstrado que "qualquer onda que tenha um perfil não senoidal pode ser descrita como formada pela composição de uma onda senoidal de mesma freqüência com outras ondas senoidais de outras freqüências" (QUILULA, 1988). Cada uma das ondas senoidais participantes é chamada componente espectral, sendo o processo conhecido como decomposição espectral.

Todos esses tipos de modulação estão presentes na fala, sendo a freqüência utilizada principalmente para transmitir a melodia. A amplitude está relacionada com o ritmo, influenciado também na transmissão dos fonemas. A modulação da forma está essencialmente ligada a transmissão dos fonemas. O ritmo e a melodia funcionam como a "pontuação da fala", permitindo por exemplo definir se uma frase é afirmativa, interrogativa, além de funcionar como delimitador entre as palavras.

Os sons contêm quase sempre elementos semânticos que podem ser de alta complexidade: o tom de uma palavra ou frase pode mudar totalmente seu significado textual.

As cordas vocais vibram periodicamente com uma



forma de onda regular que é similar em todos os falantes. A tarefa de modificar e acrescentar variantes ao espectro é feita pelas cavidades ressonantes naturais da laringe, boca, lábios e fossas nasais. A variação nesses órgãos também determina mudanças nos fonemas, que, isoladamente, tem uma forma, mas ao unir-se com outros sofrem uma forte vibração que os modifica parcialmente chegando em alguns casos até mesmo a torná-los distintos dos fonemas isolados. A função pois dessas cavidades ressonantes é de realçar ou atenuar os componentes espectrais.

Há variação também quanto ao sexo do locutor: a frequência das vibrações depende do tamanho do órgão e da tensão. No homem a frequência de vibração é de 110 a 170 vezes por segundo (Hertz) enquanto que na mulher pode variar de 180 a 280 Hertz e entre 220 e 320 Hertz nas crianças.

O problema de identificação dos fonemas isolados não está totalmente resolvido nem entre os lingüistas, havendo várias correntes de investigação fonética com teorias até mesmo conflitantes.

Para compreender a linguagem falada, além do conhecimento necessário para a linguagem escrita, é preciso tratar ruídos e ambigüidade do sinal em áudio, bem como conhecimentos de fonologia. No capítulo a seguir são tecidas algumas considerações sobre o tratamento computacional da voz.

## CAPÍTULO VII

### PROCESSAMENTO DE VOZ

No processo de comunicação oral estão envolvidos, entre outros, os aspectos:

- a emissão da mensagem por um falante (processo de falar);
- a recepção e entendimento dessa mensagem (processo de ouvir).

Na tentativa de tornar o computador capaz de efetuar esses processos, identifica-se duas grandes áreas no processamento de voz: a síntese e a análise.

#### VII.1 - Síntese de Voz

A síntese de voz corresponde ao processo de falar, ou seja, trata-se de saída de voz a partir do computador. Consiste pois em restabelecer o sinal de voz original de seu conjunto de parâmetros em variação contínua.

Tecnicamente a saída de voz é mais simples que a entrada uma vez que o homem adapta-se muito mais facilmente as variações do que a máquina.

Uma das primeiras tentativas de reproduzir a capacidade humana de falar é a "máquina falante" do húngaro Wolfgang Von Kempelen. Iniciando sua pesquisa em 1769, apresentou em 1791 uma máquina que, segundo ele, era capaz de gerar todas as vogais, a maioria das consoantes e emitir frases curtas em alemão e latim. Funcionava basicamente através de um fole para impulsão do ar através de uma lin-

língua vibrante que, ao mover-se, produzia som equivalente ao das cordas vocais. A operação se fazia através de uma alavanca no fole sobre a qual ficava a mão direita enquanto a esquerda deformava uma câmara ressonante que simulava a cavidade bucal para gerar os fonemas sonoros. Os fonemas fricativos eram gerados movendo-se uma alavanca que acionava a língua abrindo uma passagem para o ar através de pequenos furos onde a turbulência do ar provocava a fricção necessária.

Ainda que o experimento de Kempelen não passe de uma curiosidade (ROCHA, 1987), foi baseado no seu desenho que Sir Wheatstone construiu uma versão melhorada da máquina.

Outro experimento nessa linha é o de Graham Bell, que procurou reproduzir em sua máquina a forma e as dimensões exatas da laringe, da boca e dos lábios. Nessa máquina uma série de alavancas permitia acionar, através de um teclado, todos os elementos da articulação, podendo-se assim reproduzir frases curtas suficientemente inteligíveis para chamar a atenção de outros pesquisadores no campo da fonética experimental.

No início deste século já se conheciam os fundamentos de produção da fala a partir de impulsos regulares produzidos nas cordas vocais ou gerados quando o ar passa por pressão através de pequenas aberturas: a boca, laringe e cavidades nasais funcionam como "ressonadores acústicos" modificando a frequência das bandas de energia acústica situadas próximas de suas frequências de ressonância, atenuando as demais bandas. Assim é que são obtidas as vogais,

as consoantes nasais /n/ e /m/, as labiais /b/, dentais /d/ e as fricativas. Esses fonemas não necessitam necessariamente uma variação para complementar-se, o que ocorre por exemplo com fonemas como /p/, /k/ e /t/ que devem ser "articulados" em tempos bem definidos para que seja garantida sua identidade.

Outros sintetizadores de voz, ou seja, equipamentos que geram voz humana artificialmente a partir de elementos mecânicos foram construídos. Com o surgimento da tecnologia elétrica, a investigação neste campo voltou-se para os sintetizadores elétricos, chegando-se hoje aos sintetizadores a partir de computadores digitais, sendo inclusive possível notáveis eventos como a emissão de um monólogo de Hamlet com entonação do século XVIII nos laboratórios Bell. A pesquisa pois já não se dirige a fazer voz humana artificialmente, mas sim de aprimorar os sintetizadores para que se pareçam cada vez mais com a voz humana. Isso significa reproduzir o ritmo, a cadência e a entoação da fala, aumentando a inteligibilidade.

## VII.2 - Análise de Voz

A análise de voz corresponde ao processo de ouvir, ou seja, trata-se de entrada de voz para o computador. Usualmente consiste em derivar um conjunto de parâmetros digitais que representem o sinal original analógico da voz. É dito "usualmente" pois isto é feito muito em função da arquitetura dos computadores atuais. O reconhecimento propriamente dito está além da análise, uma vez que envolve a

compreensão do conteúdo da fala.

Cada língua tem um sistema fonético próprio que é aprendido "de ouvido" e por imitação: o homem analisa a voz utilizando o som que faz uma pressão acústica em excitação de células nervosas. Ainda que se conheça razoavelmente o aparelho auditivo humano, a forma como se dá o reconhecimento propriamente dito não é muito clara. Na compreensão automática da fala, vários métodos são empregados para analisar os sons da voz. Maiores considerações a esse respeito são feitas no item VII.2.10.

Se se pretende que uma máquina possa entender o ser humano é preciso "ensinar-lhe" as sutilezas de sua linguagem. Ainda que devagar, alguns investigadores estão tentando incorporar o conhecimento lingüístico nos sistemas automáticos de reconhecimento.

A análise propriamente dita está inserida no reconhecimento de padrões que visa tratar das funções humanas relativas aos sentidos, no intuito de incorporá-las na máquina. Assim, por exemplo, no que se refere ao sentido da visão, primeiro é preciso reconhecer as linhas, depois reuni-las para formar objetos e sombras, para finalmente ter-se a reunião deles formando a imagem ou cenário propriamente dito. A análise de voz precisa reconhecer sons individuais, combinar esses sons em palavras e depois palavras em uma estrutura de frase significativa. A compreensão dos sinais de entrada não é absoluta, trata-se de compreensão perceptual, isto é, do tratamento da natureza relativa de muitas das propriedades do sinal de entrada, impedindo a utilização de técnicas absolutas de casamento de padrões.

São exemplo dessa natureza relativa a não existência de duas pessoas que falem de forma idêntica, o fato da mesma pessoa poder falar a mesma palavra de formas diferentes é a possibilidade humana de mudança de voz com o passar do tempo ou com alteração de fatores ambientais. Os espectogramas mostram que a energia do som está distribuída sobre a faixa de frequência auditiva por uma função do tempo. Assim, pode-se observar padrões diferentes para esses casos nos espectogramas. Trata-se pois de um área bastante difícil de ser estudada, devendo o processo orientar-se para a compreensão em pedaços administráveis.

Há uma organização hierárquica (figura VII.1) da análise desses "pedaços administráveis", identificando-se pois diferentes níveis a serem tratados:

Ainda que estes níveis não se apliquem a todos reconhecedores, pelo menos o nível acústico é imprescindível. Os níveis fonético, fonêmico e silábico podem ser tratados como um único. O nível semântico é ainda pouco estudado e o pragmático sequer é citado na literatura que descreve reconhecedores, em função de seu difícil tratamento.

Antes do nível acústico propriamente dito há um pré-tratamento do sinal, visando-se, entre outras coisas:

- a) a eliminação de ruídos, quando possível;
- b) compressão do espectro dinâmico de forma a buscar-se fatores que tenham uma certa constância que permitam reduzir o número de elementos que caracterizem o sinal.

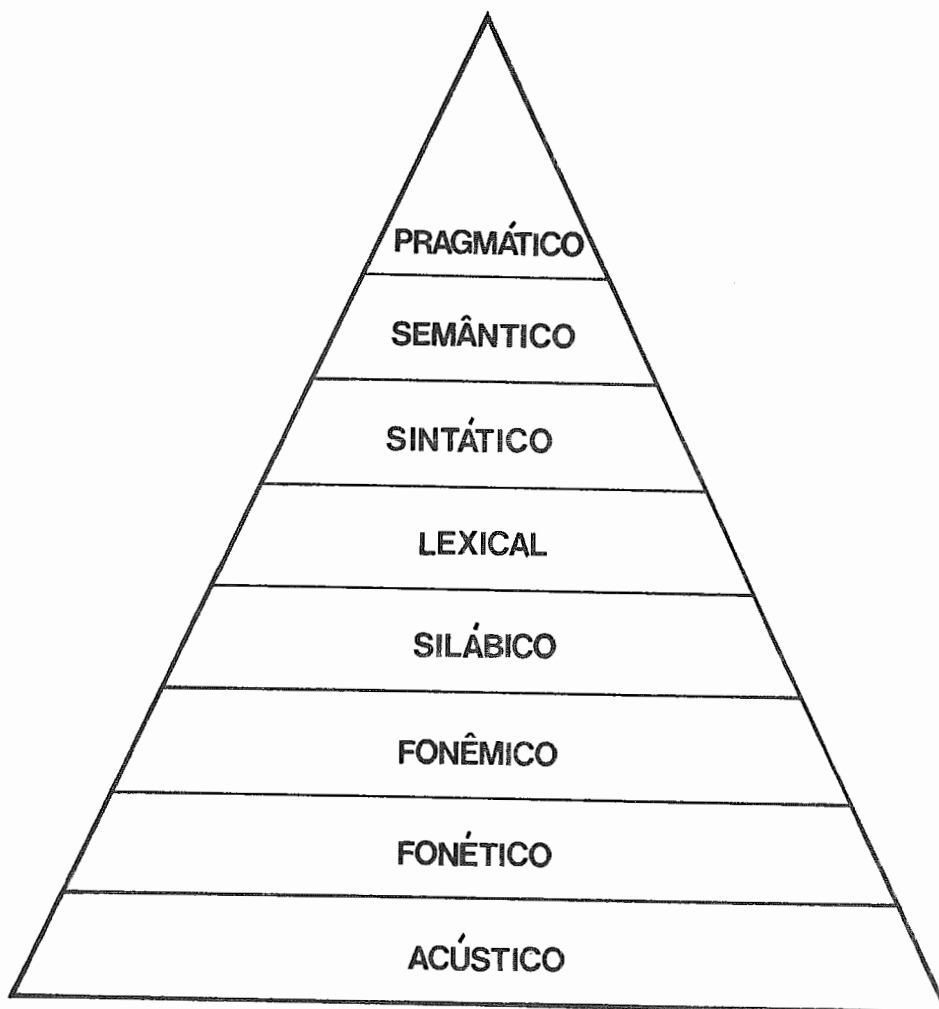


Figura VII.1 - Níveis a Serem Tratados  
na Análise de Voz

### VII.2.1 - Nível Acústico

Neste nível há a representação feita a partir de certos parâmetros do som, podendo estes ser espectrais, de energia, de variação de frequência, duração, intervalos e outros.

Nesse nível se filtra o sinal extraindo-se um conjunto reduzido de informações (parametrização); deve-se ter em conta que a informação da fala está contida essencialmente em uma banda de 100 Hz a 5 KHz. Desejar-se-ia extrair do sinal uma série de parâmetros que com uma quantidade menor de informação o representasse de forma adequada. Existem vários métodos de parametrização, mas todos eles tem em comum a característica de obter parâmetros que variam com o tempo, isto é, eles são obtidos através de uma janela temporal de longitude e tipo adequado ao método que se aplica ao longo do sinal acústico. (Isso é feito no caso do tratamento digital, uma vez que o tratamento analógico pode ser contínuo). Os métodos mais conhecidos são os espectrais, baseados na transformada discreta de Fourier e a partir deste podem ser utilizados outros métodos como o de eliminar a componente periódica do sinal acústico (análise homomórfica). A decomposição através da transformada de Fourier esbarra no fato dela ter sido originalmente concebida para tratamento de composições harmônicas, apresentando problemas quando se apresentam composições dissonantes como na fala. Além disso, seu uso computacional é bastante pesado, exigindo uma grande capacidade de processamento e podendo sofrer erros provocados por truncamento pela necessidade de operações com núme-



ros em ponto flutuante.

Também é conhecido o método baseado na função de auto-correlação, que permite que, através dos coeficientes do polinômio que define os polos da função, tenha-se um sistema matemático do aparato fonador humano. Os polos do polinômio correspondem aos dados de filtros do conjunto de recepção da voz.

Um terceiro grupo refere-se a análise no domínio de tempo, como são a energia, a amplitude média, a densidade do sinal e sua derivada, etc, todos em uma janela temporal.

Como já comentado no caso específico da transformada de Fourier, a maioria desses métodos tem o inconveniente de sua grande complexidade aritmética, o que exige muito cálculo e hardware específico se se quer ter tempo de resposta adequado, motivo este que orienta muitos sistemas de reconhecimento do discurso para arquiteturas paralelas em que cada subsistema realiza em paralelo tarefas de interpretação particulares em conjunto com "conhecimentos" que lhe são próprios. A própria janela temporal também pode ser considerada um problema, uma vez que se a janela for muito curta pode não ser obtido espectro com a acuidade desejada e se a janela for muito longa pode haver perda de fenômenos ocorridos durante o tempo da janela. O estabelecimento de um valor para esse tempo é razoavelmente arbitrário, não havendo propriamente uma definição do tempo ideal.

MORTE (1984) et alii relatam experimento baseado na função de autocorrelação que permite uma descrição adequada dos diversos elementos fonéticos da fala, com um volume de cálculo reduzido e hardware mínimo, com vocabulário de 10 a 50 palavras em microcomputador de uso geral, com taxa de

reconhecimento de 95-98% em ambientes moderadamente ruidosos.

### VII.2.2 - Nível Fonético

O nível fonético implica na segmentação de uma frase em fonemas, o que é bastante variável para cada língua, região, falante e estado emocional do mesmo. Na maioria das línguas o número de fonemas está compreendido entre 20 e 60.

### VII.2.3 - Nível Fonêmico

O nível fonêmico refere-se aquelas regras não muito rígidas de interação de fonemas. Um exemplo de regra possível é a nasalização de algumas consoantes quando seguem a consoante "m", como na palavra ritmo.

### VII.2.4 - Nível Silábico

Nível de formação de unidades com algum sentido que combinadas permitem a formação de palavras.

### VII.2.5 - Nível Lexical

No nível léxico tem-se o agrupamento dentro do léxico admitido, isto é o vocabulário sobre o qual se dá o processo. Quanto menor for este, mais fácil torna-se o estudo dos elementos delimitadores de palavras, mas o tratamento de ambigüidade lexical exige tratamento nos níveis mais altos. Neste nível é que atuam os algoritmos de otimização do reconhecimento baseados em seqüência de palavras, tentando-se encaixar a seqüência provável de letras nas palavras existentes no léxico.

Na busca dessa segmentação buscaram-se inicialmente silêncios ou outros caracteres específicos como diminuição da energia da voz, mudança de freqüência, forma da onda, etc. para identificar as palavras. No entanto trata-se de uma variável contínua subjetivamente dividida em palavras. Parece claro porém que deve haver algo a separar as palavras, provocando sua identificação em separado, apesar de as vezes ocorrer confusão. Até hoje a pesquisa não identificou propriamente que elementos são estes, supondo pois que estes se fazem com base semântica, ou seja, tendo em vista o significado "possível" da sentença.

### VII.2.6 - Nível Sintático

No nível sintático são levadas em conta as regras gramaticais da linguagem relativas a construção de frases, por exemplo as que se referem a ordem dos elementos na frase. Estruturas mais rígidas como o inglês, onde, por

exemplo, o adjetivo sempre precede o substantivo, são menos difíceis de serem tratadas. As pessoas usam muito este nível no reconhecimento, permitindo por exemplo distinguir claramente a fala contínua dos nativos de um idioma da fala de um indígena do tipo "mim querer fazer" e fala de pessoas que não dominam a linguagem.

Este nível não é muito útil, uma vez que, por mais que existam regras a definir o que seja a correção de uma linguagem, a forma como se faz o uso oral dela é razoavelmente livre.

#### VII.2.7 - Nível Semântico

No nível semântico busca-se o significado da frase, partindo-se do princípio de que a sentença contém uma mensagem passível de ser entendida pelos locutores. Torna-se particularmente difícil o reconhecimento de metáforas e linguagem figurada e estruturas rebuscadas como na poesia, onde é comum o que inicialmente parece sem valor semântico converter-se em ricas mensagens.

Neste nível entra em jogo uma representação do mundo a cerca do qual a palavra ou sentença reconhecida corresponde, fazendo com que haja sentido no que foi reconhecido.

Entre as máquinas aplicam-se certos critérios semânticos estabelecendo conexões entre os distintos níveis de reconhecimento por exemplo através do uso de frases curtas tais como as usadas no jogo de xadrez.

### VII.2.8 - Nível Pragmático

Ao emitir-se a sentença, esta se insere em um determinado contexto onde nem todas as variáveis necessárias ao entendimento foram proferidas naquele momento. Estão aqui envolvidas as crenças, a bagagem de conhecimento, a forma de entendimento de cada um dos interlocutores: trata-se do nível pragmático, ou seja, aquele onde a mensagem requer outra previamente emitida para ter valor semântico. Por exemplo, se uma pessoa pergunta para a outra "Onde vais hoje?" e esta responde "Ao cinema", a segunda frase não tem significado senão no mesmo contexto da primeira. Da mesma forma, mesmo que uma sentença tenha um valor semântico mas não é entendida pelo interlocutor não há pois sucesso no nível pragmático. É o que ocorre por exemplo entre alunos quando o professor não consegue transmitir o que está tentando.

### VII.2.9 - Tratamento de Ambigüidades

Uma ambigüidade é alguma coisa que não foi possível tratar num nível, sendo preciso pois apelar para o nível mais alto para ser tomada a decisão. Em princípio pode ser identificado um tipo de ambigüidade correspondente a cada um dos níveis de análise. Assim, por exemplo, identifica-se ambigüidade fonética ao não ser possível decidir qual o fonema entre vários possíveis, o mesmo ocorrendo no nível

silábico e lexical.

Um exemplo de ambigüidade lexical em espanhol pode ser identificado entre as expressões "em broma" e "embroma" e "estoy corriendo" e "estoico riendo" ou ainda entre "es peso" e "espeso". Entre esses, identificada a seqüência de fonemas, não é possível identificar as palavras a nível léxico, sendo necessário auxílio de níveis mais altos para haver o reconhecimento.

RICH (1988) cita um exemplo na língua inglesa, a partir dos seguintes sons:

/k/ /a/ /t/ /s/ /k/ /a/ /r/ /s/

Dividindo-se esses sons em palavras, identifica-se pelo menos duas formas em que isso pode ser feito, originando a expressão "cat scares" ou "cats cares". Montando-se frases com essas expressões, verifica-se que qualquer uma delas é possível:

The cat scares all the birds away.

A cat's cares are few.

Na língua portuguesa a presença de elementos cacó-fatos nas sentenças origina estes problemas. Observe-se, por exemplo, a sentença a seguir:

A vez passada comemos lá.

Esta sentença tanto pode referir-se ao local onde se comeu na vez anterior, como indicar que "vespa assada" faz parte do cardápio .

O tratamento de ambigüidade lexical implica pois que se recorra ao contexto da frase para realizar a separação entre as palavras: apela-se pois para os níveis

semântico e pragmático.

No caso de palavras homônimas homófonas (palavras com o mesmo som e grafia diferente, por exemplo "concerto" e "conserto"), uma vez identificado o elemento a partir de seus fonemas, é preciso apelar para o nível sintático e até mesmo semântico para tomar a decisão. Quando as palavras são de classes gramaticais diferentes (por exemplo "can" que pode ser verbo ou substantivo) a decisão é menos difícil, podendo ser resolvida no nível sintático (mas levando-se em consideração o que já foi colocado sobre a liberdade de uso da linguagem oral). O tratamento de ambigüidades pela máquina ainda não é tratado, a não ser em pequenos vocabulários. No entanto, deve ser colocado que esta tarefa é plena de erros até mesmo com as pessoas, como o faz ROCHA (1987), ao questionar quem poderia ser o juiz de uma frase bivalente determinando qual o sentido correto.

Quando as palavras não são muito usadas e o contexto é inusual, a compreensão torna-se ainda mais difícil. Isso ocorre também no processamento de linguagem natural escrita, limitando por exemplo o uso de tradutores automáticos.

Para facilitar problemas de reconhecimento e escrita, muitos autores sugerem a grafia de acordo com a pronúncia. Como coloca ROCHA (1987), assim "o computador poderia representar todos os símbolos fonéticos (...) Porque não criar um novo alfabeto agora que já não se tem limitações instrumentais?".

## VII.2.10 - Enfoques Abordados pelos Reconhecedores

A seguir são citadas algumas abordagens referentes ao reconhecimento de voz além das citados no nível acústico.

A experiência tem indicado que a construção de vetores com os parâmetros obtidos a partir do sinal sonoro não são suficientes para caracterizar um fonema, pois o mesmo fonema pode variar para um mesmo falante e também porque todos os fonemas de uma cadeia interagem entre si afetando-se mutuamente, principalmente aqueles mais próximos. Parece portanto bastante difícil fazer uma correspondência biunívoca, mas deve ser observado que eles são pelo menos repetitivos (daí a "aprendizagem" do sistema para novos falantes). Tende-se cada vez mais para a utilização de conhecimento lingüístico como ferramenta de auxílio a segmentação e conseqüente reconhecimento de sílabas, palavras ou frases.

Várias estratégias tem sido utilizadas para enfrentar o problema dessas limitações. Em 1962 Denes propôs utilizar a informação estatística sobre a aparição de letras em inglês, e "pesar" o reconhecimento de um fonema alfa pela probabilidade desse fonema aparecer se o fonema beta fosse reconhecido.

Grande impulso no reconhecimento baseado em propriedades estatísticas ocorreu com Jelinek que propôs um sistema trabalhando com unidades lingüísticas inferiores a um fonema que somadas identificam um fonema. Essas unidades menores são analisadas e modificadas nos fonemas como estes em cadeias formando sílabas e palavras. Nesse último caso



emprega o algoritmo de Viterbi que é um método de programação dinâmica otimizando a decisão do reconhecimento.

O método de Jelinek, como coloca Watson, do Speech Group da IBM, citado por ROCHA (1987), aborda o problema utilizando o fato de que há relações não casuais entre os fonemas de uma linguagem e que é possível utilizar a consequente redundância da informação em prol do reconhecimento. Para aumentar o grau deste reconhecimento aplicam-se relações lingüísticas que indicam que as seqüências de fonemas constituem cadeias markovianas. Como as cadeias de Markov são específicas para cada língua, quanto mais ampla for a linguagem maior será o número de fonemas a ser considerado na tomada da decisão.

Para o caso da segmentação de fonemas, uma vez que a forma de articulação de um tende a depender dos anteriores e posteriores, a abordagem como processo Markoviano tem apresentado melhores resultados (enfoque de distribuição de probabilidades). Essa abordagem pode ser usada também em níveis mais altos como o léxico e semântico.

Uma vez tendo-se uma cadeia markoviana (figura VII.2), o problema consiste em achar o caminho mais provável, dada uma seqüência de formantes convertidas logo em fonemas. Vários algoritmos são possíveis para isso, como por exemplo o já citado de Viterbi ou o de Jelinek e grupo, que preferiram utilizar um algoritmo baseado numa pilha de decodificação. Neste algoritmo seqüencial busca-se da esquerda para a direita a frase constituída de palavras pronunciadas. Examina-se uma parte da frase buscando aquelas mais prováveis. Em uma pilha são armazenadas as seqüências par-

ciais, associando-se um valor a cada uma, ficando no topo a de maior valor. Com novas seqüências novos valores são calculados, reordenando-se a pilha, até chegar-se ao final, quando termina o processo. Como o número de caminhos aumenta consideravelmente com o número de palavras, este método pode não ser muito prático, necessitando otimizações através por exemplo da tomada de caminhos parciais.

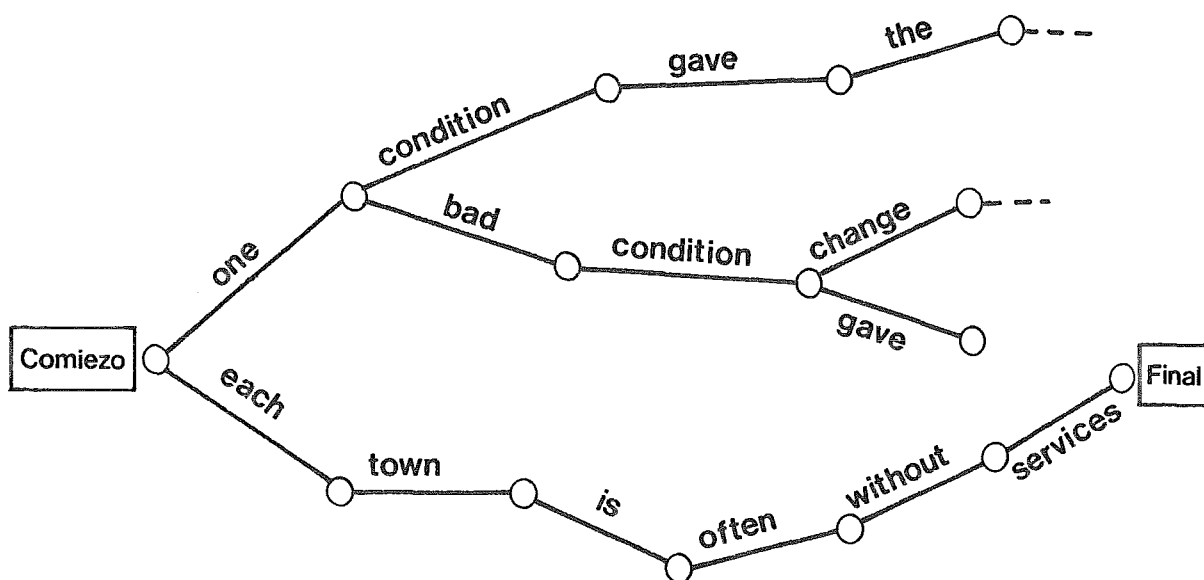


Figura VII.2 - Seqüência Markoviana  
Fonte: ROCHA (1987)

Outro enfoque, bastante diverso, é o de R. de Mori, que propõe o que poderia ser chamado de um sistema especialista, ainda que o autor não se refira assim a ele (ROCHA, 1987). Propõe o uso das técnicas da lógica nebulosa e do conhecimento de especialistas para definir as regras de classificação fonética. A diferença entre os dois enfoques está no fato de que a "teoria da possibilidade por oposição a da probabilidade utiliza axiomas de uma bem desenvolvida teoria lingüística e não graus de semelhança ou freqüência".

O uso da lógica nebulosa e de sistemas especialis-

tas é também proposta por De Fiori: recorre-se ao uso dessa lógica para a tomada da decisão final, primeiro de fonemas e depois de pseudo-sílabas e palavras.

A "teoria da possibilidade" prevê o uso de algoritmos de composição de hipóteses baseadas em teorias bem sustentadas como as da fonética, aplicando-se sobre elas termos imprecisos. Ao contrário do enfoque de Jelinek e outros baseados na probabilidade, a teoria da possibilidade estuda os padrões e faz o reconhecimento ainda que esses tenham pouca probabilidade de ocorrência. Trata-se pois de uma aplicação da técnica de construção de sistemas especialistas, uma vez que a partir de dados imprecisos e regras vagas procura-se estabelecer uma série de hipóteses imprecisas em ordem hierárquica de possibilidades. Para isso é preciso dispor de regras de inferência para associar em um grande número de experimentos certos valores medidos de forma subjetiva, dos quais resultam relações difusas com valores compreendidos entre 0 e 1, os chamados "graus de plausibilidade" da hipótese levantada. As regras são feitas através de proposições nebulosas tais como "maior que", "parecido com" que se convertem em relações nebulosas através de funções, matrizes ou expressões que ligam as variáveis. Ter-se-ia, assim, fonemas "um pouco fricativos", "ligeiramente sonoro", "muito surdo" e assim por diante. A grande vantagem deste método está no fato de que a base de conhecimento é construída sobre axiomas de uma teoria fundamentada e consistente, havendo inclusive a possibilidade de "aprendizagem" em novas medições, modificando-se a base de dados.

Este método permite também trabalhar sobre os ní-

veis mais altos, como o gramatical ou semântico.

Sobre isso comenta QUILULA (1988) que para o uso de sistemas especialistas é necessário estabelecer explicitamente os conhecimentos empregados na identificação das palavras e que estes procedimentos não necessariamente estão a nível do consciente. Ou seja, há grande dificuldade para estabelecer as regras que comporiam o sistema especialista.

Outro método é o que se aplica para solucionar o problema da diferente duração de cada palavra ou frase, procurando aumentar ou diminuir a duração da frase para que esta se "encaixe" melhor com a frase referência (DTW - Dynamic Time Warping). A este método pode-se também acrescentar informações lingüísticas. Nesse método a voz é mostrada, analisada e processada de três formas:

- treinamento, destinado a obter as características que poderiam servir de referência ou padrão para cada palavra do vocabulário;

- agrupamento: diferentes características se agrupam para criar os padrões de comparação;

- prova: comparam-se os padrões de referência com a voz que se pretende reconhecer, tomando-se alguma decisão na definição da palavra ou frase mais provável.

#### VII.2.11 - Orientação das Pesquisas

Retomando alguns comentários já efetuados, a pesquisa para evolução dos sistemas para reconhecimento de voz orientadam-se para:

a) reconhecimento de fala contínua: a maioria dos reconhecedores atuais dependem de um intervalo mínimo de tempo entre a pronúncia das palavras (aproximadamente 200 ms) para determinar os pontos de final destas. São pois sistemas discretos, trabalhando em uma palavra por vez. Os sistemas de fala múltipla (reconhecimento de vários falantes) e contínua devem poder reconhecer palavras sem o conhecimento explícito destes pontos de final, sendo pois muito mais complexos e caros, mas aproximam-se mais do desejado na reprodução da habilidade humana de comunicar-se oralmente, admitindo uma variação de tempo das palavras muito maior. Para que se possa atingir o objetivo de reconhecimento da fala contínua, a pesquisa deve incluir estudo sobre:

a.1) detecção dos limites das palavras, procurando-se segmentar os vocábulos através de seu pronunciamento em separado ou procurando detectá-los através do ritmo e/ou melodia do material falado, método este mais indicado para tratamento de línguas com um conjunto reduzido e bem estabelecido de regras de acentuação (como é o caso da portuguesa, onde a maioria dos vocábulos são paroxítonos). Na linguagem falada há intervalos mais longos que se apresentam no final de uma frase e antes de começar outra, permitindo fixar o ponto inicial e final de reconhecimento. Estes pontos são de suma importância tanto para a máquina quanto para os humanos ouvintes. O som que segue estes intervalos é certamente o início de uma palavra, a partir da qual o computador inicia a tarefa de montar a sentença e concatenar frases de um dado vocabulário.

a.2) detecção dos limites dos fonemas e das sílabas;

a.3) detecção dos fonemas ou sílabas propriamente ditos;

a.4) análise do discurso contínuo a nível léxico, sintático, semântico e pragmático .

b) independência do locutor: normalmente, um reconhecedor de voz simples reage à voz de um número limitado de locutores além daquele para o qual o sistema está sintonizado, mas para aumentar este número teria de conter modelos suficientes para que cada palavra do vocabulário fosse representativa à população de falantes esperada. Ainda que teoricamente superior aos sistemas dependentes do locutor, os sistemas de múltipla fala funcionam aquém daqueles. A eliminação das diferenças entre os diversos falantes implica que, em sistemas nos quais exista a preocupação de treinamento para entender a fala de diversos falantes específicos, deve haver inicialmente uma apresentação do falante através do pronunciamento de um conjunto de frases ou palavras que permita ao sistema em questão extrair "pistas" da forma usual deste falante pronunciar.

c) tamanho do vocabulário: os sistemas atuais trabalham com vocabulário pré-determinado, principalmente em função da velocidade do sistema ao acompanhar o recebimento dos dados de entrada, sendo o tempo do sistema gasto na sua maior parte com a comparação destes dados com os modelos existentes, sendo este tempo linearmente proporcional ao tamanho do vocabulário. Além do tempo para processar a entrada, a taxa de erro cresce como o tamanho do vocabulário. Esta também cresce em função da similaridade entre as palavras.

### VII.3 - Aplicações

De uma forma geral, o processamento de voz tem inúmeras aplicações, podendo ser citadas, entre elas:

- transmissão de voz por canais de redes digitais.
- sistemas de atendimento telefônico automático.
- máquinas de "ditar", isto é, máquinas de escrever sem teclado (entrada do texto falada).

- reconhecimento de locuções discretas para controle de dispositivos, por exemplo militares, sistema de bagagem em aeroportos, identificação de usuários em sistemas computacionais.

- processamento de voz distorcida.
- telefonia astronáutica.
- telefonia subaquática.
- sistemas de telecomunicações utilizando TASI ("Time Assignment Speech Interpolation") nos quais se torna imperiosa a decisão correta sobre a classificação de um segmento de sinal de voz, distinguindo-o principalmente de um mero ruído de fundo.

- criptofonia: consiste na modificação de algum dos parâmetros da voz objetivando o não reconhecimento de uma comunicação. Um dos primeiros usos se deu nos EUA, alguns anos após a introdução do telefone. O sistema era muito simples, consistindo na transmissão de segmentos sequenciais de voz em circuitos diferentes, de forma que quem quisesse interceptar a mensagem era obrigado a monitorar muitas linhas para obter algo. Não se tratava propriamente de um

sistema de criptofonia uma vez que nenhum dos parâmetros da voz era modificado, mas de qualquer forma é um marco inicial nesta área. Com o desenvolvimento dos semicondutores e circuitos integrados, o processo evoluiu e pode ser feito basicamente de duas formas principais: CSI e CBB. Na CSI (criptofonia de segmentos de informação) segmentos de voz digitalizada são armazenados em registradores de deslocamento e então extraídos em uma determinada ordem. Não há destruição das características da voz, apenas distorção. Os sistemas CSI temporais tem sua base na inabilidade parcial do cérebro interpretar segmentos de voz recebidos não seqüencialmente. Na CBB (criptofonia bit a bit) o sinal de voz primitivo é digitalizado e os valores dos dígitos são modificados por uma determinada iteração com uma chave binária. Tem-se neste processo a destruição completa das características da voz.

- auxílio a cegos (vide capítulo V).

- aplicações na educação especial de deficientes auditivos, assunto a ser tratado no próximo capítulo.



## CAPÍTULO VIII

### RECONHECIMENTO DE VOZ x DEFICIENTES AUDITIVOS

#### VIII.1 - Aprendendo a Falar

Nenhum aspecto da surdez representa um obstáculo maior ao desenvolvimento intelectual e social do que suas implicações para a aquisição da linguagem. A não habilidade oral, em particular, afeta drasticamente a criança, dificultando sua aprendizagem face as limitações que ela passa a ter. Ainda que não seja condição sine qua non para seu sucesso, parece ser interessante que o deficiente auditivo possa comunicar-se oralmente integrando-se efetivamente com a comunidade de ouvintes. Essa situação é semelhante a de um brasileiro na China sem saber falar chinês: ainda que encontre pessoas com quem falar português ou inglês, necessariamente seu contato com a comunidade será menor do que se falasse a língua chinesa.

Quando uma criança aprende a falar, ela deve adquirir a habilidade de controlar as posições e movimentos de muitas estruturas que são envolvidas na produção de sons.

A criança com audição normal tem acesso ao som que resulta de seus movimentos articulatorios, bem como o som produzido por outras pessoas. Ela pode usar esses sons modelos como um guia para estabelecer as posições corretas para as estruturas a fim de realizar os vários sons da fala e, o que é mais importante, como um guia na determinação do tom, dos movimentos, coordenação e seqüência de uma estrutura em relação a outra. As posições e formas das estruturas devem ser ajustadas à uma precisão de um milímetro ou menos

e o tom de uma estrutura relativa à uma outra deve ser controlada dentro de uns poucos milésimos de segundos. Junto com o controle inadequado da fonação pelo DA, está a má atividade pulmonar que resulta nas pausas inadequadas e a tendência a manter a pressão pulmonar errada durante a emissão da voz. Isso junto com problemas articulatórios de má coordenação da língua, lábios, etc. acarreta problemas na geração dos sons. Sem uma entrada acústica ou com uma entrada mínima a criança surda é incapaz de determinar os modelos de corrente acústica que ela poderia reproduzir, e não pode estabelecer se a seqüência de som que ela emite tem a forma correta. Além disso, há os outros níveis como lexical, fonológico, etc, que as crianças ouvintes aprendem naturalmente através da exposição constante do material da fala. Todos os níveis (vide capítulo anterior) envolvidos no reconhecimento da fala devem ser de "convertidos" a uma forma entendível para o DA. A minguada entrada acústica da criança surda causa severa inibição no desenvolvimento de diferentes aspectos do comportamento da linguagem.

A "máquina humana" que fala não nasceu sabendo fazê-lo, somente fazendo-o após ser preparada com um série de pré-requisitos, aprendendo primeiramente a reconhecer diferentes sons e usando a memória para tentar reproduzi-los. O recém-nascido tem pouca ou nenhuma experiência sonora, mas após poucos dias já é capaz de associar o tom, a altura, a intensidade e a duração dos sons com sensações agradáveis ou desagradáveis. Essa capacidade de identificação de elementos semânticos no som, ainda que não identifique o significado das palavras, culmina na capacidade adulta

de distinguir nuances muito sutis de ironia, dor, alegria, tristeza e outras sensações, independente do contexto, pela diferenciação da freqüência, amplitude, duração e variação dos impulsos. O acento regional também está associado a freqüência glótica, ao que se acrescenta uma variação na intensidade dos fonemas e sílabas. Por exemplo, a figura VIII.1 mostra a diferença de freqüência do castelhano falado em Córdoba e em Buenos Aires.

Ao aprender a oralizar o deficiente auditivo sofre a ausência de um padrão de linguagem a ser seguido, sendo este padrão definido pelo especialista que o treina. O processo natural da percepção das palavras envolve adaptação para as características individuais de vários falantes. Esta adaptação estende-se para o locutor surdo de forma que o professor aprende a entender sua fala defeituosa e freqüentemente torna-se inconsciente de seus erros. Este é um problema permanente que reduz o incentivo da melhoria da fala. É o que ocorre por exemplo quando se estuda uma língua estrangeira durante muito tempo com o mesmo professor, passando os alunos a entenderem só aquela pessoa falando e também somente sendo entendidos por ela. A dificuldade do surdo aprender a linguagem oral não é a mesma que os ouvintes tem de aprender uma língua estrangeira. É difícil adquirir a entonação, o ritmo, a pronúncia do país onde esta língua seja nativa. Ao aprender-se uma língua convivendo-se com ela o dia todo, por exemplo estando no estrangeiro, ouvindo-se a forma como os outros falam, há a tendência de reproduzir a forma de falar que se ouve. No caso de deficientes auditivos, ainda que eles estejam inseridos em uma comunidade de ouvintes, tendo pois contato com a linguagem oral de forma constante,

este processo não se repete uma vez que esta linguagem ou não lhes é acessível (surdez profunda) ou se lhes apresenta com muita diferença da realidade, exigindo pois esforço para seu entendimento.

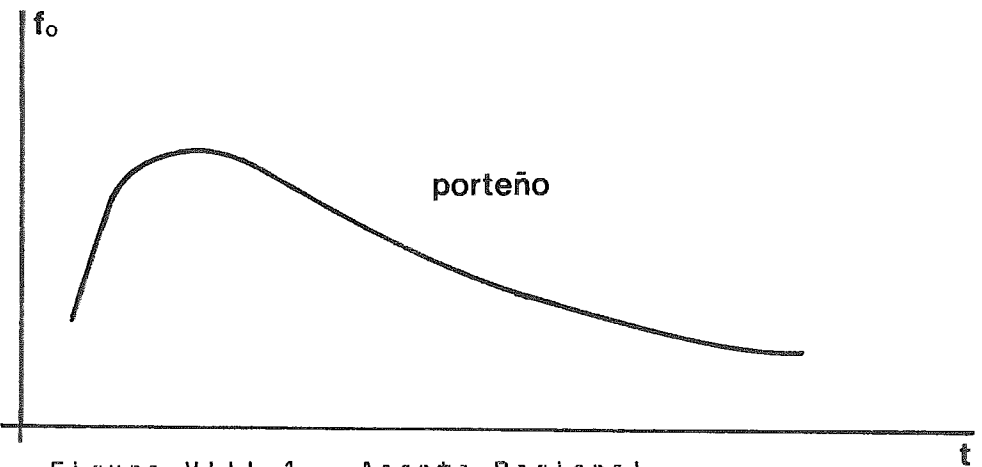
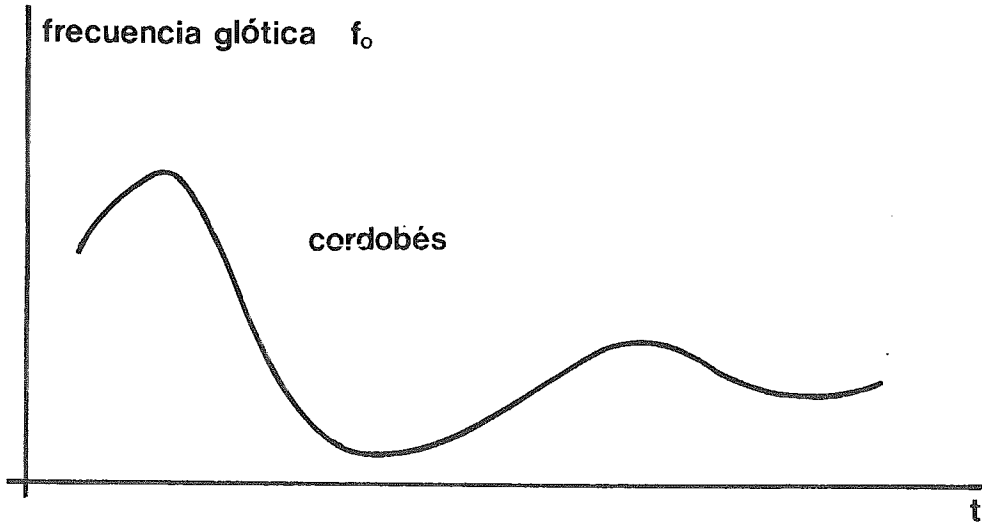


Figura VIII.1 - Acento Regional  
Fonte: ROCHA (1987)

Há tipos diferentes de exercícios para diferentes tipos de dificuldade da fala. Os procedimentos variam de uma escola para outra. Os métodos também variam muito com a idade da criança, sua habilidade intelectual, seu grau de

perda de audição bem como dos tipos de dificuldade que ela apresenta. Muitos projetos tem-se desenvolvido no mundo para ajudar o treinamento de problemas específicos da fala, conforme os tipos a seguir:

- qualidade da fala: a fala individual dos surdos difere da dos ouvintes e tem uma qualidade única. Num estudo de Galvel, citado por NICKERSON e STEVENS, alguns professores escolheram, entre 52 adjetivos para referir-se à qualidade da fala dos surdos os seguintes: "tense", "flat", "breathy", "harsh" e "throaty". Essa deficiência na qualidade de voz é devida a uma posição inadequada das cordas vocais e inabilidade de controlar a musculatura na laringe para produzir a variação adequada no tom e em outros aspectos de saída da voz associados ao ajustamento da laringe.

- controle da respiração: o mau controle da laringe ocasiona uma abertura muito grande entre as cordas vocais, de forma o fluxo de ar aumenta durante os sons, fazendo com que, por exemplo, o número de respirações em uma frase seja diferente do de um ouvinte, provocando outras alterações (ritmo, por exemplo).

- tom: também referente a manipulação da laringe; alguns autores colocam que o controle do tom não é um sério impedimento para a inteligibilidade da fala, mas influi na sua qualidade.

- volume: a fala pode ser suave ou alta demais. Uma criança surda parece ter dificuldade particular em adquirir o controle independente do tom e do volume; a tendência natural na tentativa de obter o tom parece ser aumentar o esforço vocal, aumentando pois o volume e afetando o tom.

- nasalidade: é talvez o mais comum dos aspectos

citados como "divergentes" na fala do surdo. Pode ser considerado como uma inabilidade de manter uma postura adequada do sistema da fala.

- ajustamento e ritmo: a produção de frases envolve pausas em certas fases; oradores surdos falham em inserir estas pausas ou o fazem em lugares inadequados, fazendo com que ao discurso do surdo falte o ritmo normal, através inclusive de agrupamento errado de sílabas e acentuação. Num estudo feito por Hood, citado por NICKERSON e STEVENS, a duração de uma frase emitida por um surdo foi de duas a quatro vezes que a produzida por um ouvinte.

- articulação malar e fonemas: há muita confusão entre os sons das letras e sílaba tônica das palavras.

Qualquer um desses problemas pode afetar a inteligibilidade da fala ou sua qualidade e em combinação seus efeitos podem ser profundos.

## VIII.2 - Auxílio Eletrônico

Busca-se atualmente o auxílio eletrônico com base na suposição de que, aumentada a estimulação, e se essa for dada na idade em que a criança está predisposta à interface de várias modalidades sensoriais, tornaria ela apta a aprender a fazer mais uso efetivo do mínimo da acústica e ajuda visual que recebe.

Nos seus primeiros anos, a criança tem um número limitado de interlocutores. É também a época que recebe as informações de como falar, ainda que esta não se dê de forma metódica e aparente. Ambos estes aspectos favorecem o uso de

um sistema de reconhecimento fonético de um único falante com a possibilidade de adotar os parâmetros de voz de um novo falante através da fase de treinamento, onde o falante pronuncia um pequeno conjunto de sentenças pré-definidas para as quais a transcrição fonética é conhecida, obtendo-se protótipos significativos das características da fala do novo falante.

O treinamento da fala para surdos é para muitos baseado no método no qual a criança é ensinada a gesticular através de observação visual do rosto e lábios do professor, através do resíduo da audição, senso tátil, pescoço e respiração. Alguns protótipos de auxílio eletrônico a este processo são desenvolvidos em alguns países, em especial França, Inglaterra, Alemanha, Estados Unidos e Canadá, já havendo inclusive algumas opções disponíveis no mercado.

Surgem pois pacotes com a intenção de treinar não só os surdos, mas também aqueles que querem comunicar-se com eles, ou seja, tanto treinamento para leitura dos lábios como treinamento na linguagem de sinais, além de outros aspectos auxiliares à audiologia:

- testagem: seria uma pena que o desenvolvimento da instrumentação digital fosse simplesmente voltada a produção de uma versão melhor de equipamentos existentes análogos (audiômetros). É importante reconhecer que a testagem da fala envolve mais dimensões do que a testagem simples preliminar, residindo aqui a grande vantagem com a testagem com auxílio de computador, diminuindo-se a carga de cálculos (diminuem os erros humanos), flexibilizando a programação do nível da intensidade, aumento ou diminuição do ruído de

fundo, redução da largura da banda, etc.

- síntese: a fala gerada por computador provê os pesquisadores com uma ferramenta útil para investigar o processo da fala, investigando-se o relacionamento entre a forma de trato vocal e as características acústicas dos sons da fala. Na fala sintética, a precisão e a exatidão de certas variáveis como frequência fundamental (por exemplo taxa de vibração das cordas vocais) e as frequências de formação (regiões com alta concentração de energia resultantes das ressonâncias no trato vocal) permitem o estudo de procedimentos de avaliação desses parâmetros em processos de reconhecimento, automático ou não; a síntese também pode ser usada de forma a processar o sinal da fala de forma a aumentar a inteligibilidade para a audição danificada - tal processamento poderá incluir o abaixamento da frequência, a extração do formato, o processamento do sinal para reduzir o ruído de fundo e muitas outras variações destas técnicas de processamento de sinal. Ainda através da síntese é possível uma análise causal real entre a qualidade da fala e seus problemas específicos: uma boa aproximação para a fala de uma certa criança poderá ser obtida usando-se procedimentos convencionais de síntese de fala. Os problemas específicos poderiam então ser eliminados da fala sintética sistematicamente e seus efeitos sobre a inteligibilidade determinado diretamente de uma maneira causal. Por exemplo, Osberger e Levit, citados por LEVITT (1984), em 1979 concluíram que os ajustes da proporção das durações das vogais entre as sílabas de maneira a compatibilizar a proporção da duração típica da fala normal produziram uma pequena melhora na inteligibilidade. Em contraste, a redução da duração da



vogal em compatibilizar as durações absolutas mostradas pelas crianças ouvintes levaram a uma redução.

- reconhecimento automático da fala, permite ao professor receber indicativos objetivos de características importantes da fonética no falar de um deficiente. As fonéticas acústicas não são assunto que seja bem entendido pela maioria dos professores de surdos, e os professores que tem usado esses sistemas tem todo um entendimento relatado melhorando esta dificuldade e questão e suas aplicações no treinamento da fala. Os sistemas com ajuda de computador abrem a possibilidade de se obter rotineiramente e com relativo pequeno esforço subjetivo os dados analíticos sobre as habilidades de produção da fala de cada criança. As informações deste tipo são extremamente valiosas no planejamento dos currículos de treinamento da fala e para a medição objetiva sobre o progresso de cada criança. O sistema deve também permite a auto-tutoragem, usando-se exibições que sejam inovadoras e simples, o que do contrário poderia ser chato, com tarefas repetitivas.

É possível pensar no sistema como um conjunto de quatro componentes: um conjunto de sensores, um processador, o computador e um conjunto de displays. Em alguns desses projetos o computador pode adquirir informação da fala de três formas diferentes: de um sensor ligado à garganta, outro ligado ao nariz e do microfone. Cada sinal desses sensores é enviado a uma unidade processadora e de lá ao computador. Os sensores do nariz e garganta foram projetados para medir vibrações mínimas.

A seguir citam-se alguns projetos e produtos já exis-

tentes.

A firma alemã Siemens Técnica de Medicina lançou no final do ano passado o "Rechnergesteuerter Sprach-Trainer" (treinador de fala dirigido por computador), destinado a auxiliar deficientes auditivos ou para quem quer pronunciar com perfeição uma língua estrangeira. O aparelho consta de dois monitores, um microfone e teclado. No momento em que é pronunciado o nome de algum objeto, a palavra escrita aparece na tela, pouco nítida e distorcida se foi pronunciada errada. O aparelho pode ser programado para mostrar o desenho do objeto ao invés da palavra escrita. Para os deficientes auditivos significa a possibilidade de ver concretamente se a pronúncia estava ou não correta. O vocabulário a ser treinado é armazenado em disquetes, sendo possível o treinamento individual de todo o vocabulário mais usado de uma língua. Enquanto o aluno treina sozinho ao microfone, procurando aperfeiçoar a pronúncia de acordo com a imagem no vídeo, o professor pode depois avaliar a articulação ao ouvir a gravação. O aparelho já foi testado por cinco centros de reabilitação e escolas de crianças deficientes, estando também sendo utilizado pelo Instituto de Fonética da Universidade de Colônia. Na própria Siemens está sendo utilizada em cursos de línguas estrangeiras para seus próprios funcionários, do russo ao francês.

O jornal Zero Hora de 03 de Janeiro do corrente ano registra a pesquisa de cientistas da universidade americana de Stanford, que desenvolveram uma "luva falante", através da qual um surdo que conheça a linguagem gestual poderá traduzir simultaneamente suas palavras através de um sintetizador de voz, que as passará por um alto-falante preso a

seu corpo. Isto é feito através de uma rede de sensores eletrônicos que traduz os movimentos das articulações dos dedos, do dorso da mão e do pulso, enviando-os imediatamente a um microcomputador, que os analisa, procura cada palavra em sua memória e as pronuncia. Para que seja possível a um deficiente auditivo "escutar" o que foi dito, foi projetada uma pequena tela de cristal líquido, no pulso da luva, que revela cada palavra.

O IBM Scientific Center em Paris projetou e construiu um sistema usando microprocessadores, cujo protótipo foi usado em 1979 no Institut National de Jeunes Sourds de Paris. Entre as inovações do projeto estão:

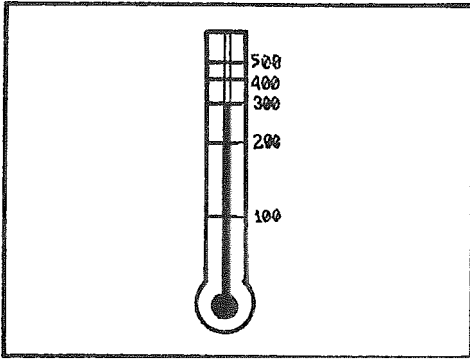
- a capacidade gráfica e de coloração da linha PC renovam os interesses das crianças pelas sessões de treinamento da fala. Por exemplo, durante um jogo, a criança deve modular a voz para guiar um golfinho a comer peixe enquanto evita polvos;

- as funções do sistema não são congeladas, uma vez que a onda da fala é capturada através do microfone e convertida em uma representação digital de forma a preservar os aspectos essenciais da fala e processadas em um microprocessador. Todo o processamento é feito pelo IBM-PC, cujas funções podem ser livremente desenvolvidas.

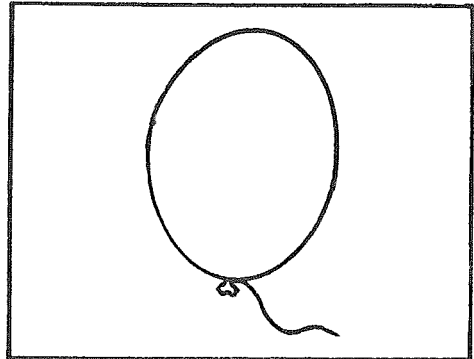
- uma vez que os programas de exibição são feitos em linguagens de programação simples, pode-se esperar que os professores possam desenvolver seus próprios programas, baseados em suas próprias estratégias de ensino. Com sistemas abertos cujas funções os usuários possam melhorar, criatividade e inovação podem ser estimuladas. Além do treina-

mento individual e do aspecto motivador, o feedback visual da fala provavelmente oferece outras possibilidades que a informática poderá ajudar a explorar mais profundamente pela multiplicação de situações experimentadoras e oferecendo aos especialistas da fala um rico instrumento.

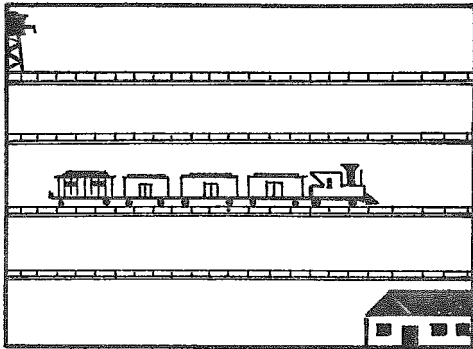
Nesse contexto, o IBM Scientific Center tem pesquisado algoritmos para a aprendizagem automática e reconhecimento fonético. O método usado tenta segmentar os sinais da fala em unidades correspondente a fonemas para reconhecer então os segmentos comparando-os com modelos previamente armazenados em memória durante a fase de treinamento automático. Os primeiros testes já indicavam taxa de reconhecimento de fonemas na ordem de 70%, considerada animadora em comparação com a taxa de reconhecimento através de leitura labial que é menor que 30%. Após as pesquisas indicarem um nível satisfatório do uso em laboratório, pode-se pensar em transmitir essas informações para crianças surdas através de um aparelho ótico portátil. No entanto, essa miniaturização é uma meta desejável mais a longo prazo, mas não são inicialmente indispensáveis, uma vez que o microfone e o aparelho ótico podem ser ligados com o sistema processador da fala via rádio ou transmissão infravermelha. Coloca a IBM que os pais de crianças surdas não devem esperar uma solução técnica para um futuro próximo, mas que no entanto a aproximação dessas pesquisas com o estágio atual da indústria de componentes microeletrônicos é promissora, havendo inclusive já alguns instrumentos auxiliares que intervêm no âmago dos problemas da surdez que é a comunicação falada. É o caso do Speech Viewer (figura VIII.2), evolução de toda essa pesquisa, existente inclusive para a língua portuguesa.



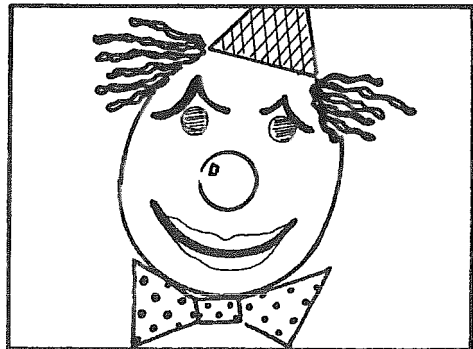
Pitch



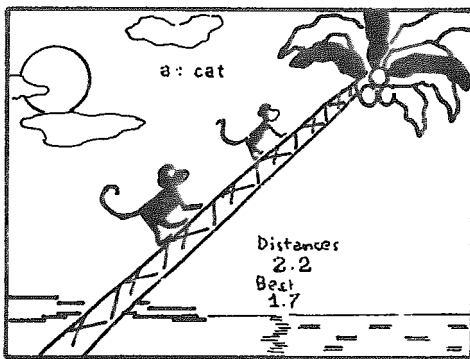
Loudness



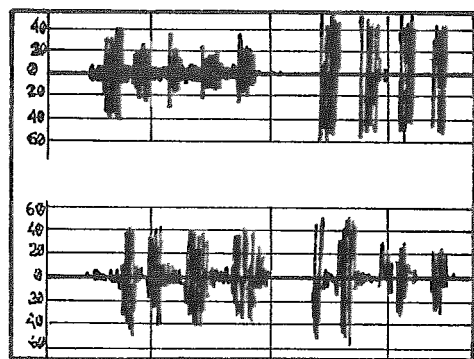
Voicing Onset



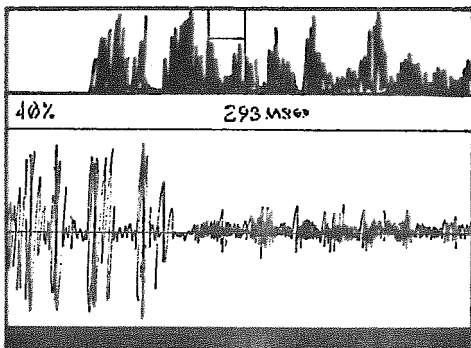
Loudness & Voicing



Vowel Accuracy



Pitch & Loudness



Waveform

Figura VIII.2 - Speech Viewer

Trata-se de um instrumento clínico usado na terapia da fala, permitindo feedback visual para todo o processo. Este instrumento opera em equipamento PS/2, sistema operacional DOS versão 4.00. Uma série de displays fornecem o já citado feedback para treinamento de tom, volume e outras características da fala: a voz da criança é capturada imediatamente através de um microfone conectado ao micro, o qual imediatamente exibe na tela um gráfico mostrando a variação de parâmetros. Por comparação com gráficos similares produzidos durante o processamento da voz do professor, a criança pode gradualmente aprender como melhorar sua fala. Permite ainda que os usuários programem novos displays e aplicações conforme a necessidade e características desejadas.

Outro projeto é o Visible Speech Aid do Centre for Speech Technology Research, na Universidade de Victoria, Canadá. O objetivo do projeto foi projetar um sistema barato e flexível para mostrar parâmetros da fala usando um Apple II. A escolha desta máquina deveu-se a sua disponibilidade em escolas públicas e a facilidade de uso.

O auxílio eletrônico para a leitura labial ou reconhecimento fonético da fala é uma forma de abordar-se outro aspecto da comunicação surdo/ouvinte, ou seja, o reconhecimento da mensagem pelo surdo. Algumas pessoas surdas são habituadas a "ler lábios" mas isso é uma façanha formidável, pois muitos sons da fala não podem ser separados a partir de seu aspecto nos lábios sem levar em conta outros elementos do chamado aparelho fonador. Por exemplo, confusões entre /p/, /b/ e /m/, e entre /t/, /d/ e /n/ não permitem diferenciar "pet" a partir de "bet", "met", "bed", "pen", "Ben" ou

"men".

Para reduzir ou eliminar ambigüidades da leitura labial, informações suplementares podem ser codificadas através de movimentos das mãos do falante, como por exemplo com o auxílio de "cued speech". Questiona a IBM se o computador pode produzir a mesma espécie de informação de forma que o deficiente auditivo não precisasse aprender a linguagem de sinais. Assim, iniciou-se projeto de pesquisa envolvendo o Gallaudet e o RTI (Research Triangle Institute, Raleigh) para desenvolver "autocuer" para o inglês que proveriam o deficiente com informações fonéticas através de óculos especiais. A dificuldade reside nos problemas técnicos já citados de reconhecimento de múltiplos falantes com amplo vocabulário. O Gallaudet Research Institute mantém dois centros de pesquisa nesta linha: Center for Auditory and Speech Sciences e Technology Assesment Program.

Testes de observação de display e leitura de lábios ao mesmo tempo em laboratório demonstraram que podem ser conduzidas para avaliar o reconhecimento de palavras isoladas ou de palavras no contexto, mostrando os resultados significativa melhora sobre a leitura labial.

Estas pesquisas são de suma importância para a viabilização do processo de oralização para os DAs de forma menos monótona e cansativa.

## CAPÍTULO IX

### CONSIDERAÇÕES FINAIS

O uso das novas tecnologias, em especial a informática aliada às telecomunicações (telemática), afeta direta ou indiretamente todos os setores da sociedade. Ao mesmo tempo em que a revolução tecnológica é a razão de uma crise, pode também ser a forma de se sair dela.

No que se refere à educação, as diversas formas (válidas ou não) de introdução de novas tecnologias atuam como elemento de provocação no processo de repensar e reconstruir a escola e os processos educativos atuais. Independente dos resultados que venham a ser obtidos, elas tornam-se elemento catalisador de mudanças nas quais, em sua versão final, podem nem sequer estar incluídas, mas detêm o mérito de mexer na inércia generalizada na qual mergulhou o sistema educativo.

No que se refere a Educação Especial, até meados da década de 70 acreditava-se que esta destinava-se tão somente a pessoas com deficiências mentais e/ou físicas. Atualmente, este conceito é mais abrangente, referindo-se a todas as situações nas quais é preciso um atendimento diferenciado, podendo ele ser permanente ou temporário até ser sanada a condição que exigiu atendimento especial. É o caso de haver uma dificuldade de aprendizagem específica, como por exemplo dificuldade de leitura e/ou escrita, diferença de ritmo (além ou aquém) em relação a maioria e outros.

Nota-se que, assim como na educação normal, a in-



clusão de novas tecnologias e instrumentos no sistema educativo é prejudicada por fatores sócio-econômicos e psicossociais. Observa-se que a maior incidência em classes especiais é de alunos oriundos de classes menos favorecidas, as quais não dispõem de recursos para propor uma educação adequada. Além disso, torna-se difícil a integração de um aluno especial na sociedade, uma vez que tal tentativa é feita no sentido de "normalizar" o indivíduo, tornando-o compatível com uma série de padrões pré-estabelecidos que geralmente não estão de acordo com as potencialidades do indivíduo, contrapondo-se ao princípio de que somente se deve exigir de cada um o que cada um pode dar, orientando-se todo o processo educativo neste sentido. Nem sempre a homogeneidade favorece o crescimento: o atendimento pela média sempre prejudica aqueles que se situam aquém ou além dela. Atualmente a Educação Especial deve opor-se à segregação através da integração da criança às classes comuns tanto quanto possível, recebendo este atendimento individualizado com instrumentos adequados, muitos dos quais têm sido desenvolvidos nos últimos anos com o advento de tecnologias cada vez mais sofisticadas. Deve-se, portanto, tentar o equilíbrio entre o indivíduo e o grupo, "libertando a Educação Especial da mística protetora de que só professores especiais podem atender às necessidades de alunos excepcionais" (LOFREDI, 1983). No entanto, não deve ser esquecido que as instituições especializadas tem um papel a cumprir, principalmente no que se refere a socialização de indivíduos com necessidades especiais, e sua integração em uma sociedade extremamente preconceituosa, ainda que esta não o admita. A existência de instituições especializadas implica em esfor-

ços dirigidos e concentrados a um (ou mais) determinado tipo de necessidade especial. Poderia se comparar a existência dessas instituições com as sociedades relativas a outros povos existentes no país: estas nunca objetivaram o segregacionismo.

O objetivo do processo educativo, segundo a própria legislação brasileira, é o "desenvolvimento no aluno, das capacidades de observação, reflexão, criação, discriminação de valores, julgamento, convívio, cooperação, decisão e ação" (Resolução no. 8/71, artigo 3o, parágrafo 1o). Porém, observa-se muitas vezes que a educação escolar é "concebida como aquela destinada a <<domar>>, <<domesticar>> ou <<amestrear>> o comportamento infantil de acordo com padrões adultos.". Desta forma, o educando torna-se mais um objeto de controle do que um elemento ativo do processo educativo. Esta concepção facilita o educador, porém, "equivale a negar a capacidade ativa e auto-reguladora, inerente ao homem, e substituí-la por uma passividade e uma receptividade". Esquece-se que a atividade do sujeito, "manifestando-se espontaneamente, possa exercitar-se e desenvolver-se com (e, às vezes, apesar de) instrumentos educativos adequados ao seu nível" (CHAKUR, 1985).

O uso do computador na Educação Especial e na educação de uma forma geral deve, pois, ser objeto de constante estudo, para que possam ser avaliados seus benefícios e prejuízos, tendo-se sempre em vista um melhor desenvolvimento do educando como indivíduo integrado na sociedade, respeitadas suas potencialidades e dificuldades.

No que se refere a educação de surdos em especial,

o processamento de voz exerce papel fundamental. A pesquisa voltada para questões cognitivas tais como até que ponto a aquisição da fala auxilia na compreensão de outras idéias abstratas implica em tentar-se entender a natureza da linguagem, e, dentro desta, a natureza da linguagem e do processo de comunicação do surdo. Se isto não é uma pesquisa para a área de informática, pelo menos que a informática seja um instrumento para que esta pesquisa se torne possível.

BOOTHROYD (1973) comenta que poucos engenheiros têm conhecimento suficiente da surdez e de seu tratamento educacional para prosseguir e levar até o fim a aplicação de suas invenções. Da mesma forma, poucos educadores tem conhecimento suficiente da fonética acústica ou da moderna tecnologia. Surge aí a tão velha e falada necessidade de interdisciplinaridade. Uma vez que o progresso ético exige o conhecimento da comunidade a que se destina a tecnologia (usando novamente o conceito de Wiener), é preciso prosseguir neste estudo, buscar soluções próprias, por exemplo, aplicadas a linguagem de sinais do Brasil. Não se trata de querer reinventar a roda, mas de procurar uma roda que se adapte ao carro nacional, se é que este existe.

Uma vez que os primeiros protótipos de sistemas de feedback visual para a aquisição da fala geraram perguntas quanto a seleção de material de fala, procedimentos e complexidade de displays quanto a idade e capacidade das crianças, que o comprimento e a freqüência das sessões de treinamento parecem ter sido incidentais ao projeto de dispositivos de treinamento e que, por fim, nenhum dispositivo nem procedimento que foi desenvolvido pode ser considerado um

acesso geral ao problema do ensino da fala (ajudas diferentes foram desenvolvidas com aspectos diferentes), o que é necessário é um sistema integrado de treinamento que facilite um ataque ao problema melhor do que a aspectos isolados dele.

O aspecto motivador inerente a esses sistemas, ainda que pareça pouco para alguns, deve ser essencial para o prosseguimento dessas pesquisas a nível nacional. BARRELLA (1989) coloca que sua experiência como fonoaudióloga de crianças surdas de 2 a 4 anos mostrou-lhe que a aplicação de técnicas para a correta colocação de fonemas e posterior treino dos mesmos isoladamente e em pequenos vocábulos é insuficiente para o estabelecimento de uma comunicação eficiente, quer em termos de forma (produção) ou de conteúdo (idéias).

Ainda segundo BARRELLA, como o profissional da fala decide o que a criança vai aprender, muitas vezes baseado em problema técnicos, como por exemplo escolher entre este ou aquele vocabulário por dispor do material concreto, que lhe possibilita "apontar" a palavra enquanto a produz, não se pode esperar que este tipo de trabalho resulte num real desenvolvimento da fala: o que se pode atingir é um mera produção de sons, sem nenhum conteúdo "inteligente". O computador pode e deve viabilizar inúmeras situações através da manipulação de inúmeros materiais "concretos" através da computação gráfica.

O índice de crianças que não chegam a falar é alto e é necessário analisar o que realmente é a dificuldade da criança e o que realmente os técnicos não são capazes de

facilitar no desenrolar desse processo.

A estratégia é deixar abertas tantas opções quanto possível, utilizando-se para isso todo o potencial das novas tecnologias: aplica-se o progresso ético a uma comunidade específica, geralmente esquecida pela maioria. Nesses casos é que as novas tecnologias passam a ter sentido e a pesquisa a justificar-se: para que essas tecnologias sejam efetivamente "novas", é preciso que tragam consigo toda uma nova filosofia de trabalho. Afinal, o homem acabou descobrindo que fazer cinema era muito, muito mais do que simplesmente filmar o teatro.

#### IX.1 - Contribuições deste Trabalho e Sugestões para Pesquisa

Este trabalho visou principalmente a sistematização de uma área de conhecimento, estabelecendo metas e conceitos para a aplicação da informática na Educação Especial, em particular no que se refere ao uso de processamento de voz para deficientes auditivos. Assim, enumeram-se a seguir algumas conclusões a que se chegou com este estudo, enumerando-se também algumas sugestões para futuras pesquisas.

Como contribuições deste trabalho, coloca-se:

a) Fonte de referência para orientar os profissionais que queiram trabalhar pelo uso da informática como instrumento de melhoria da qualidade do ensino.

b) Comprovação da viabilidade da interação entre elementos de áreas diferentes na busca de como usar a tecnologia. É este o papel do que se convencionou chamar de

"engenheiro do conhecimento", diminuindo-se as barreiras de comunicação hoje existentes entre áreas de ciências humanas e exatas.

c) Despertar do espírito crítico do uso de novas tecnologias em diferentes áreas. Defende-se a necessidade do progresso ético.

d) Conscientização da possibilidade do uso da tecnologia na Educação Especial, identificando as bases filosóficas e pedagógicas a serem consideradas.

e) Delimitação da área de aplicação do processamento de voz na aprendizagem da fala por DAs.

A partir dos estudos feitos, sugere-se a continuidade deste trabalho através de em diversas áreas:

a) Educação de DAs:

- análise do computador como instrumento na pesquisa da cognição desta comunidade;

- análise do processamento de voz como reforço as pesquisas de Conrad no que se refere a memória de curto prazo dos DAs. Uma vez que suas pesquisas fornecem elementos para sustentar a tese de que a memória de curto prazo dos surdos procede mediante dados estruturadores de natureza visual, poderia ser verificada a possibilidade de fornecer estes elementos visuais pela representatividade gráfica dos sons.

b) Engenharia de Software: utilização da linguagem de sinais como instrumento de estudo para o estabelecimento de ícones.

c) Arquitetura de computadores: busca de arquiteturas específicas e/ou mais adequadas para o reconhecimento de voz.

d) Matemática Computacional: pesquisa de algoritmos para o tratamento de voz.

e) Lingüística: busca de uma ferramenta para análise estrutura da linguagem de sinais do Brasil, como já feito para a ASL.

Em todas essas possibilidades, talvez a mais essencial seja a busca de um sistema, conjunto de hardware e software, que aborde os aspectos problemáticos da linguagem oral para os DAs de forma integrada: qualidade da fala, respiração e articulação.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- APPLE, M. O computador na educação: parte da solução ou parte do problema? *Educação e Sociedade*, 8(23):25-49, 1985.
- BAGDIKIAN, B. H. *Sociologia da comunicação: máquinas de Informar*. Rio de Janeiro, Civilização Brasileira, 1987.
- BARDANACHVILI, E. Meta educacional de 1934 não se cumprirá nem em 2050. *Jornal do Brasil*, Rio de Janeiro, 02/07/89.
- BARRELLA, F.M.F. Um, dois, três: buscando significados através do LOGO. In: 1. Encontro Nacional de Educação Especial, Campinas, 1989.
- BARROS, L. A informatização do ensino e o problema da atualização de professores. In: CONGRESSO NACIONAL DE INFORMÁTICA, 17., São Paulo, 1984. *Anais*. p.8-11
- BARROS, L. O Micro na Sala de Aula. In: 7. SEMICRO, NCE/UFRJ, Rio de Janeiro, 1987.
- BARROS, L. & ALVES, O. Por que não utilizar o SuperPilot nos cursos introdutórios de Informática na educação. Rio de Janeiro, NCE/UFRJ, 1989.
- BARROS, L. et alii. LABOR - ambiente integrado de ferramentas de software para laboratórios de ciências. In: Congresso da SBC, 9. *Anais*, Uberlândia, 1989. p.498-509
- BARTON, R. *Manual de simulação e Jogo*. Petrópolis, Vozes, 1973.
- BATTRO, A. M. *Computacion y aprendizaje especial*. Buenos Aires, El Ateneo, 1986.



- BATTRO, A.M. & DENHAM, P.J. **Discomunicaciones: computacion y niños sordos.** Buenos Aires, Fundación Navarro Viola, 1989.
- BEGHARA, E. **Moderna gramática portuguesa.** São Paulo, Companhia Editora Nacional, 1975.
- BEHARES, L. E. (a) **Comunicacion, lenguaje y socializacion del sordo: una vision de conjunto.** Montevideo, Universidad de la Republica, 1987.
- BEHARES, L. E. (b) **Que és una seña? In: Encuentro de Educadores de Sordos, 1.** Caracas, Ministerio de Educacion, 1987.
- BELLEFLEUR, K. & BELLEFLEUR, P. **Radio-TTY: a community mass media system for the deaf.** *Volta Review*, 81(1):35-39, 1979.
- BELLUGI, U. & KLIMA, E. **The signs of language** Cambridge, University Press, 1979.
- BENAKOUCHE, R. (org) **A informática e o Brasil.** Rio de Janeiro, Vozes, 1985.
- BENAKOUCHE, R. & BARBOZA, C. **Informática social.** Rio de Janeiro, Vozes, 1987.
- DI BENEDETTO, M. D. et alii. **Recognition to assist lip-reading for deaf children.** Paris, IBM France Scientific Center, 1982.
- BOSSUET, G. **O computador na escola: o sistema LOGO.** Porto Alegre, Artes Médicas, 1985.
- BOOTHROYD, A. **Technology and deafness.** *Volta Review*, 77(1):27-34, 1975.
- BULHÕES, M. G. P. **Problemas da educação regular de 1o. e 2o. graus no Brasil. Relatório da Comissão de Educação do CPERS.** Porto Alegre, CPERS, s.d.

- CABRAL JUNIOR, E. F. *Uma análise geral dos modelos, problemas, técnicas e aplicações avançadas do reconhecimento automático de locuções.* Rio de Janeiro, PUC, 1985.
- CABRAL JÚNIOR, E. *Uma incursão pelos domínios da criptofonia.* *Revista Militar de Ciência e Tecnologia*, 4(2):26-51, abril/junho 1987.
- GARNEIRO LEÃO, E. et alii. *A máquina e seu avesso.* Rio de Janeiro, F. Alves, 1987.
- CASTLE, D. *Telephone training for the deaf.* *Volta Review*, 79(6):373-378, 1977.
- GASTRO, G.M. *O computador na escola.* Rio de Janeiro, Campus, 1980.
- GHAKUR, G. *Desenvolvimento e aprendizagem: a perspectiva piagetiana.* *Arquivos Brasileiros de Psicologia*, Rio de Janeiro, 37, 1985.
- CHAVES, E. *Informática na educação.* In: SEMINÁRIO DA SUCESU, São Paulo, 1985.
- GHOMSKY, N. *A propósito das estruturas cognitivas e de seu desenvolvimento: uma resposta a Piaget.* In: PIATELLI-PALMERINI (Ed.) *Teorias da linguagem, teorias da aprendizagem: o debate entre Jean Piaget e Noam Chomsky.* São Paulo, Cultrix/EDUSP, 1983.
- COMPUTER-Assisted instruction. *Educational Technology*, New Jersey, v. 18, n. 4, Apr. 1978 (Special Issue).
- COMPUTERS in education. *Educational Technology*, New Jersey, v. 27, n. 10, Oct. 1979 (Special Issue).
- CORNETT, R.O. *Automatic cued speech.* In: RESEARCH CONFERENCE ON SPEECH PROCESSING AIDS FOR THE DEAF, Washington, Gallaudet Research Institut, Washington, 1977.

- COTE, A.J. Speech images in the IBM PC. *Byte*, 8(11):402-407, 1983.
- CRUICKSHANK, W. & JOHNSON, G. O. Educação de excepcionais: a educação da criança e do jovem excepcionais. Porto Alegre, Editora Globo, Porto Alegre, 1982. 3v.
- CULTRERA, R. Sistemi intelligenti di supporto all'insegnamento delle lingue: stato dell'arte Roma, CATTID - Centro per le Applicazioni della Televisione e delle Tecniche di Istruzione a Distanza - Università degli Studi di Roma "La Sapienza", 1988.
- DEAF children project - assistance to speech training and lip reading. Paris, IBM France Scientific Centre, 1984.
- DENOIX, B. Speech input and processing board for a personal computer Paris, IBM France Scientific Center. 1984.
- DEVELOPMENT of school computer science instruction in Sweden - The Swedish way of introducing computers into education. In: EDUCATION AND INFORMATICS: STRENGTHENING INTERNATIONAL COOPERATION, Paris, UNESCO, Apr. 1989.
- DREWS, O. M. Informatica educativa: tendencias y vision prospectiva. *Boletín de Informatica Educativa*, Bogotá, 1(1):11-32, 1988.
- EDUCAÇÃO Especial no Brasil. Brasília, GENESP/SEEC, 1984.
- ESQUIVEL, A. Um sistema de síntese de voz: integração de serviços em uma rede local. In: CONGRESSO NACIONAL DE INFORMÁTICA, 18. Anais. São Paulo, 1985. v.2,p.776-782
- FAGUNDES, L. & MOSCA, P. Interação com computador de crianças com dificuldade de aprendizagem: uma abordagem piagetiana, *Arquivos Brasileiros de Psicologia*, Rio de Janeiro, FGV, vol. 37, 1985.

- FAGUNDES, L. Informática e educação. In: JORNADA DE ATUALIZAÇÃO EM INFORMÁTICA, 7. Rio de Janeiro, UFRJ/NCE, 1988.
- FERREIRO, E. & TEBEROSKY, A. Psicogênese da língua escrita. Porto Alegre, Artes Médicas, 1986.
- FRAGOMENI, A. H. Dicionário enciclopédico de informática. Rio de Janeiro, Campus, 1986.
- FRANGIOSI, B. R. T. Projeto de interfaces gráficas para o ensino de deficientes auditivos. Porto Alegre, CPGCC/UFRGS, 1988.
- FREIRE, F. O ambiente LOGO como catalisador da comunicação entre crianças deficientes auditivas. In: ENCONTRO NACIONAL DE INFORMÁTICA NA EDUCAÇÃO ESPECIAL, 1., Campinas, 1989.
- FUCHS, V.E. Software publication considerations and the hearing impaired. *American Annals of the Deaf*, 128(5):600-604, 1983.
- GAGLIARDI, G. A educação do deficiente auditivo no ambiente LOGO. In: ENCONTRO NACIONAL DE INFORMÁTICA NA EDUCAÇÃO ESPECIAL, 1., Campinas, 1989.
- GESUELI, Z. M. A criança não ouvinte e a aquisição da escrita, Campinas, UNICAMP, 1988.
- GIBBS, L.K. & NASH, K. SpecialNet: instant information/communication. *American Annals of the Deaf*, 128(5):631-635, 1983.
- GOLDENBER, E. P. *Special technology for special children*. Baltimore, University Park Press, 1970.
- GOLDBERG, L.M. Communications technology for the hearing impaired. *Bulletin of the American Society for Information Science*, 5(4):12-13, 1979.

GOLDSTEIN, M.H. & PROCTOR, A. Tactile aids for profoundly deaf children. *The Journal of Acoustical Society of America*, 77(1):258-265, 1985.

GOMES, G. M. P. *Processamento digital do sinal de voz aplicado à identificação e verificação do locutor*. Rio de Janeiro, IME, 1985.

GUARINO, S. Um método muito especial de alfabetização. *Mulher de Hoje*, Rio de Janeiro, n.112, 1989.

HARKINS, J. & JENSEMA, G. *Focus-group discussions with deaf and severely hard of hearing people on needs for sensory devices*, Washington, Gallaudet Research Institute, 1987.

HARKINS, J. *State-of-the-art: visual devices for deaf and hard of hearing people* Washington, Gallaudet Research Institute, 1989.

HOEMANN, H. *Communicating with deaf people: a resources manual for teachers and students of american sign language* Baltimore, University Park Press, 1978.

HOLANDA FERREIRA, A. B. *Novo dicionário da língua portuguesa*. Rio de Janeiro, Nova Fronteira, 1986.

HUNTER, B. *Mis alumnos usan ordenador: integración de la informática en el curriculum escolar*. Barcelona, Ediciones Martínez Roca, 1984.

The ITEC project: an international longitudinal study of the impact of information technology in education on children's cognitive development. In: *EDUCATION AND INFORMATICS: STRENGTHENING INTERNATIONAL COOPERATION*, Paris, UNESCO, Apr. 1989.

- JENSEMA, C. Telecommunications for the hearing impaired: from Baudot to ASCII. In: ANNUAL CONFERENCE, 12., New Orleans, Louisiana, 1989.
- KOFFMAN, E. & BLOUNT, S. F. Artificial intelligence and automatic programming in CAI. *Artificial Intelligence and International Journal*, Amsterdam, 6(3)
- LABRA, N. M. La computacion como herramienta de integracion del discapacitado mental. In: CONGRESSO FEDERAL DE INFORMÁTICA EM EDUCAÇÃO, 2. *Anais*. Córdoba, 1987.
- LARGE, P. A microrevolução: o microchip mudará sua vida. Rio de Janeiro, Reverté, 1980.
- LEVITT, H. Computer applications in audiology and rehabilitation of the hearing impaired. *Journal of Communication Disorders*, 13:471-481, 1980.
- LOBO, F. J. S. Tecnologia educacional. Em *Aberto*. Brasília, 1(7):3-7, 1982.
- LOFFREDI, O. Educação Especial. Em *Aberto*, Brasília, 2(13), 1983.
- LURIA, A. & YUDOVICH F. *Speech and the development of mental process in the child*. Penguin Books, Harmondsworth, 1971.
- LUZ, M. Psicologia da aprendizagem. In: *Educação para o Futuro*. São Paulo, SENAC - Informática, sd.
- MAGGIOLINI, P. As negociações trabalhistas e a introdução de inovações tecnológicas na Europa. Rio de Janeiro, Vozes/IBASE, 1988.
- MARQUES, C. Japão diz não aos EUA em livro explosivo. *Jornal do Brasil*, Rio de Janeiro, 01/4/90, p.22, 1980.
- MARTIN, G. F. & GOMES, J. C. A. Informática educativa: un proyecto para sua aplicacion. *Boletín de Informatica - Oficina Regional de Ciencia y Tecnologia de la Unesco para*

- América Latina y el Caribe - ROSTLAC, 6(1):4-9, 1988.**
- MASSARINI, L. & SOARES, L.F.G Interface de voz para integração de serviços em uma rede local. In: CONGRESSO NACIONAL DE INFORMÁTICA, 18. Anais. São Paulo, 1985. v.2, p.749-755
- MILLER, R. Simulation and graphics on microcomputers. *Byte*, 9(3):194-200, march 1984.
- MISGOW FILHO, R. Levantamento de características da língua portuguesa utilizáveis no processamento digital dos sinais de voz Rio de Janeiro, IME, 1977.
- MISGOW FILHO, R. Características de fonemas não-vozeados no domínio da frequência. *Revista Militar de Ciência e Tecnologia*, 5(4):53-76, out/dez 1988.
- MORTE, F. et alii. Parametrización simple de la voz mediante micro: función de autocorrelación. *Mundo Eletrônico*, 141:81-85, 1984.
- MUSIO, P. Introdução à Informática. Rio de Janeiro, Vozes/IBASE, 1987.
- NOGUEIRA, I. Cognição e personalidade. *Arquivos Brasileiros de Psicologia*, Rio de Janeiro, v.39, 1987.
- NOVAES, M. H. O real, o possível e o necessário em Educação Especial. *Em Aberto*, Brasília, 2(13), fev. 1983.
- NEWSLETTER. Washington, Gallaudet Research Institute, winter 1985.
- NICKERSON, R. & STEVENS, K. Teaching speech to the deaf: can a computer help? *IEEE Transactions on Audio and Electroacoustics*, AU-21(5), October 1973.
- NICOLAGI-DA-COSTA, A. M. & LAMPREIA, G. O papel da linguagem no desenvolvimento cognitivo. *Psicologia, Teoria e Pes-*

- quisa, Brasília, 2(2):101-115, 1986.
- NORA, S. & MINC, A. Informatização da sociedade. Rio de Janeiro, FGV, 1980. 170p.
- OLIVEIRA, L. E. A idade da informação. In: Educação para o futuro. São Paulo, SENAC - Informática, sd.
- OLIVEIRA, A. M. B. & SOARES, L. F. G. Um sistema de computação interredes para aplicação em um ambiente educacional. In: SEMICRO - Seminário de Microcomputadores, 7. Anais. Rio de Janeiro, NGE/UFRJ, 1987. p.37-42
- PAPERT, S. Microworlds: transforming education. In: ITT KEY ISSUES CONFERENCE HELD AT THE ANNENBERG SCHOOL OF COMMUNICATIONS OF THE UNIVERSITY OF SOUTHERN CALIFORNIA, California, march 1984.
- PAPERT, S. LOGO: computadores e educação. São Paulo, Brasiliense, 1985.
- PEREIRA, O. Princípios de normalização e de integração na educação dos excepcionais, Em Aberto, Brasília, 2(13), fev. 1983.
- PERELLO, J. & TORTOSA, F. Sordomudez. Barcelona, Editorial Científico-Médica, 1978.
- PROGRAMA de introdução da Informática na Educação Especial. Brasília, SESPE/SEINF, MEC, 1988.
- OSBORNE, A. A nova revolução industrial na era dos computadores São Paulo, McGraw-Hill, 1984.
- PLOMP, T. & KEURSTEN, P. Implementation of computers in education: an angle for Research. In: EDUCATION AND INFORMATICS: STRENGTHENING INTERNATIONAL COOPERATION, Paris, UNESCO, Apr. 1989.
- RAPKIEWICZ, C. et alii. Informática e Educação Especial. Rio de Janeiro, COPPE/UFRJ, 1988.



- QUILULA, N. **Compreensão automática da fala.** Rio de Janeiro, COPPE/Sistemas, 1988. (mimeo)
- RATTNER, H. **Impactos sociais da automação: o caso do Japão.** São Paulo, Nobel, 1987.
- RAYMANN, B. **Comunicação total.** Porto Alegre, Escola Especial Concórdia, 1986.
- REGGINI, H. C. **Computadoras: creatividad o automatismo?** Buenos Aires, Ediciones Falápagó, 1988.
- REHFELDT, G. **Fundamentos lingüísticos para a descrição da Linguagem de sinais do Brasil.** In: HOEMANN, H. & OATES, E. & HOEMANN, S. (Ed.) **Linguagem de Sinais do Brasil** Porto Alegre, Centro Educacional para Deficientes Auditivos/Mill Neck Foundation, 1983.
- RICH, E. **Inteligência Artificial.** São Paulo, McGraw-Hill, 1988.
- ROCHA, L. F. **Introdução ao processamento de voz.** Buenos Aires, Editorial, 1987.
- ROMISZOWSKI, A. J. **Artificial intelligence and expert systems: potential impact on world education.** In: WORLD CONGRESS OF COMPARATIVE EDUCATION, 6., Rio de Janeiro, 1987.
- ROSZAK, T. **O culto da informação.** São Paulo, Brasiliense, 1980.
- SABBATINI, R. M. E. **Microcomputadores e simulação no ensino.** *Tecnologia Educacional*, 32:21-27, 1980.
- SADER, E. **Os barões da aldeia global.** *Idéia/Ensaio, Jornal do Brasil*, Rio de Janeiro, 01/04/90, p. 10-11
- SAENZ, N. & SAENZ, M. **La metodología Paraiso para la enseñanza/aprendizaje de Informatica.** *Boletín de Informati-*

- ca - Oficina Regional de Ciencia y Tecnologia de la Unesco para América Latina y el Caribe - ROSTLAC, 6(1):1-3, 1988.
- SALGADO, E. N. Formação de professores para uma nova educação. In: Educação para o Futuro. São Paulo, SENAC - Informática, sd.
- SANTAROSA, L. M. G. Microcomputadores para o desenvolvimento de habilidades do aluno através de sistemas dinâmicos de ensino. In: PAINEL INFORMÁTICA E EDUCAÇÃO - SUCESU/RS, s.d.
- SANTAROSA, L. M. G. Informática e educação. GPGCC/UFRGS, palestra proferida em 27/10/89.
- SANTOS, L. A educação pode mudar a sociedade, e a informática pode, e deve, mudar a educação. Rio de Janeiro, DATAMEC, s.d.
- SEARLE, J.V. Mente, cérebro e ciência Lisboa, Edições 70, 1984.
- SETZER, W. Manifesto contra o uso de computadores no ensino de 1. grau Rio de Janeiro, Antroposófica, 1984.
- SIERRA, J. P. Analisis del sistema de aprendizaje LOGO. Boletín de Informática - Oficina Regional de Ciencia y Tecnologia de la Unesco para América Latina y el Caribe - ROSTLAC, 6(1):105-121, 1988.
- SILVA, L. A quarta onda. Rio de Janeiro, Record, 1989.
- SLESNICK, T. & FRIEDMAN, B. Discovery learning with computers: the simulation games. Curriculum Review, Inglaterra, 22(3):4-11, 1983.
- SNELL, R.C. et alii. Visible speech for the hearing impaired. Computing Education, 8(4):441-444, 1984.
- SPITZER, D. Why educational technology has failed. Educational Technology, New Jersey, 27(9), Sep. 1987.

- SYSTEMS in education: the Swedish way of introducing computers into education. In: EDUCATION AND INFORMATICS: STRENGTHENING INTERNATIONAL COOPERATION, Paris, UNESCO, Apr. 1989.
- TAILLE, Y. J. J. M. *Ensaio sobre o lugar do computador na educação: relato do projeto ciranda/São Paulo e o tema análise de resposta* São Paulo, IP-USP, 1988. 2v.
- TAYLOR, R. *The computer in the school: tutor, tool, tutee.* New York, Teachers College Press, 1980.
- THE TEACHING aid of the future: the Swedish way of introducing computers into education. In: EDUCATION AND INFORMATICS: STRENGTHENING INTERNATIONAL COOPERATION, Paris, UNESCO, Apr. 1989.
- TECHNOLOGY: changing the face of communication and research. *Gallaudet Today*, v. 18, n. 4, 1988 (Special Issue).
- TECHNOLOGY for persons with disabilities: an introduction. IBM - National Support Center for Persons with Disabilities, Atlanta, 1989.
- THIOLLENT, M. J. *Informática e processos cognitivos.* In: BENAKOUCHE, R. (org). *A questão da informática no Brasil.* São Paulo, Brasiliense/CNPq, 1985.
- TOFFLER, A. *A terceira onda.* Rio de Janeiro, Record, 1980.
- ULLRICH, R. *Robótica: uma introdução.* Rio de Janeiro, Campos, 1987.
- UTILITY software and utility courseware. In: EDUCATION AND INFORMATICS: STRENGTHENING INTERNATIONAL COOPERATION, Paris, UNESCO, Apr. 1989.
- VALENTE, J. A. *Creating a computer based learning environment for physically handicapped children.* Massachusetts, 1983.

- VALENTE, J. A. Microcomputers in special education: LOGO as an educational tool. In: MICROCOMPUTERS APPLICATIONS IN EDUCATIONAL TRAINING FOR DEVELOPING COUNTRIES, West-View, USA, 1987.
- VELLINHO, P. Século XXI. Isto é - Senhor, n. 1024, 03/05/90.
- VIGGARI, R. M. Sistema para instrução assistida por computador em inteligência artificial. Porto Alegre, CPGCC/UFRGS, 1985.
- VYGOTSKY, L. S. A formação social da mente São Paulo, Martins Fontes, Paulo, 1984.
- WIENER, N. Cibernética e sociedade: o uso humano de seres humanos. São Paulo, Cultrix, 1954.
- WITTEN, I.H. Principles of computer speech Toronto, Academic Press, 1982.
- WOLF, J. J. Speech recognition and understanding. In: FU, K. S. Digital Pattern Recognition New York, Springer-Verlag, 1980.
- ZAMBUJO, M.C. Matematica e vita attiva. L'Educazione Matematica, Centro di Ricerca e Sperimentazione dell'Educazione Matematica di Cagliari, 1(3):175-182, 1988.
- ZUCCHI, W. L. & RUGGIERO, W. V. Caracterização de uma estação de voz para redes locais de computadores. Boletim Técnico SCOPUS, 7(80), fev. 1985.
- ZUCCHI, W. L. & RUGGIERO, W. V. Redes locais com integração de serviços de voz e de dados. Boletim Técnico SCOPUS, 7(76), out. 1984.
- ZUCCHI, W. L. & RUGGIERO, W. V. Redes locais com integração de serviços de voz e de dados. Boletim Técnico SCOPUS, 8(97), jul. 1986.