

UNIVERSIDADE FEDERAL DO RIO GRANDE DO SUL
INSTITUTO DE INFORMÁTICA
CURSO DE PÓS-GRADUAÇÃO EM CIÊNCIA DA COMPUTAÇÃO

**Aplicações de Técnicas de
Inteligência Artificial
à Comunicação Alternativa e Aumentativa**

por

MILENE SELBACH SILVEIRA

Dissertação submetida como requisito parcial para
a obtenção do grau de Mestre em
Ciência da Computação

Prof. Luis Otávio Campos Alvares
Orientador

Profa. Lucila Maria Costi Santarosa
Co-Orientadora

Porto Alegre, janeiro de 1996.



UFRGS
INSTITUTO DE INFORMÁTICA
BIBLIOTECA

CIP - CATALOGAÇÃO NA PUBLICAÇÃO

Silveira, Milene Selbach

Aplicações de Técnicas de Inteligência Artificial à Comunicação Alternativa e Aumentativa / Milene Selbach Silveira. - Porto Alegre: CPGCC da UFRGS, 1996.

115p.: il.

Dissertação (mestrado) - Universidade Federal do Rio Grande do Sul. Curso de Pós-Graduação em Ciência da Computação, Porto Alegre, BR-RS, 1996. Orientador: Alvares, Luis Otávio Campos. Co-orientadora: Santarosa, Lucila Maria Costi.

I. Inteligência artificial. 2. Interfaces inteligentes. 3. Modelagem de usuário. 4. Comunicação alternativa e aumentativa. 5. Educação especial. I. Alvares, Luis Otávio Campos. II. Santarosa, Lucila Maria Costi. III. Título.

Informática - SBU
Educação - SBU
Informática: Educação
Inteligência artificial
Comunicação alternativa: Aumentativa
Educação especial
Informática: Deficientes auditivos

UFRGS INSTITUTO DE INFORMÁTICA BIBLIOTECA		
N.º CHAMADA	N.º REG:	
37:681.32(043)	32817	
5587A	19.03.94	
ORIGEM: D	DATA: 06/03/97	PREÇO: R\$ 25,00
FUNDO: II	FORN.: II	

UNIVERSIDADE FEDERAL DO RIO GRANDE DO SUL

Reitor: Prof. Hélgio Trindade

Pró-Reitor de Pesquisa e Pós-Graduação: Prof. Cláudio Scherer

Diretor do Instituto de Informática: Prof. Roberto Tom Price

Coordenador do CPGCC: Prof. José Palazzo Moreira de Oliveira

Bibliotecária-Chefe do Instituto de Informática: Zita Prates de Oliveira

ENPq 1.03.04.00-2

AGRADECIMENTOS

Agradeço ao CNPq, pelo apoio financeiro durante o Mestrado e, anteriormente, em bolsas de Iniciação Científica, bem como ao programa RHAE e ao CYTED pelos diversos incentivos que me levaram a continuar pesquisando nesta área e chegar ao desenvolvimento deste trabalho.

Agradeço a meu orientador, Prof. Luis Otávio Alvares, pela abertura para que eu trabalhasse em uma área que não era a dele e à Profª. Rosa Viccari, pelo apoio, "ouvido incansável" e sugestões diversas a este trabalho.

Agradeço a minha co-orientadora, Prof. Lucila Santarosa, que sempre me incentivou e me levou a conhecer mais a fundo a área da Informática na Educação Especial. Aqui deixo também meus agradecimentos e meu carinho a todo o pessoal do CIES-Educom (incluem-se todos que por lá passaram de 1988 até hoje), que sempre estiveram dispostos a ajudar, nas mais distintas áreas.

Agradeço ao Eng. Luís Azevedo (CAPS-UTL) e Profª. Margarida Nunes da Ponte (CRPCCG), de Lisboa-Portugal, pelo apoio técnico, incentivo e, principalmente, por seu trabalho em Comunicação Alternativa, o qual me motivou a pesquisar nesta área.

Agradeço aos colegas do grupo de I.A., pelo apoio em todos os momentos, em especial aos meus queridos e indispensáveis Aline, Neila e Jomi, que foram os colegas-amigos mais agradáveis, constantes e carinhosos que alguém pode querer encontrar para trilhar um caminho como este. E, também, em especial, a Márcia, aos Fábios (da Ali), Magda, Ciça, Karin, Fabião, Sérgio, Elói, Félix, Paulo, Tiarajú, Rafa ... (os não citados não são menos queridos).

Agradeço aos professores e funcionários do Instituto de Informática da UFRGS, pela presteza e gentileza sempre que necessário (Lurdinha, Luis Otávio, Canal, Jorge, Maurício, etc. etc. etc.).

Agradeço a todo pessoal do Instituto de Informática da PUCRS, em destaque a Bea, pela força de sempre, e ao Flávio, pelos apoios constantes e idéias no decorrer deste trabalho.

E, principalmente, agradeço a minha amada família - *Eurico, Sandra, Fá, Eti, Zé e Tarso* - que, além do fato de me "suportar" a vida toda, me deu a alegria e o prazer de sua companhia e todo amor, apoio e carinho nas horas mais difíceis. A *Fá*, um agradecimento especial pelas incansáveis correções do texto da dissertação. Adoro vocês!

SUMÁRIO

LISTA DE ABREVIATURAS	8
LISTA DE FIGURAS	9
LISTA DE TABELAS	10
RESUMO	11
ABSTRACT	13
1 INTRODUÇÃO	15
1.1 Contextualização do Trabalho	18
1.2 Organização do Trabalho	19
2 COMUNICAÇÃO ALTERNATIVA E AUMENTATIVA	20
2.1 Conceitos Básicos de AAC	21
2.1.1 O que é Comunicação?	21
2.1.2 Sistemas de Comunicação	22
2.1.3 Comunicação "Alternativa"? "Aumentativa"?	23
2.1.4 Sistemas Gráficos para AAC	24
2.1.4.1 Tipos de Símbolos Gráficos	25
2.1.4.1.1 <i>Blissymbolics</i> - Símbolos Bliss	26
2.1.4.1.2 <i>PIC - Pictogram Ideogram Communication</i>	27
2.1.4.1.3 <i>SPC - Símbolos Pictográficos para a Comunicação</i>	28
2.1.5 Exemplos de Sistemas	28
2.1.5.1 Comunicadores	29
2.1.5.2 Criação de Tabuleiros	32
2.1.5.3 Emuladores	32
2.1.5.4 Sistemas para Treino de Habilidades	34
2.1.5.5 Sistemas de Predição de Palavras e Reutilização de Textos	34
2.1.5.6 Outros Sistemas	36
2.2 Caracterização do Tipo de Usuário	37
2.2.1 Paralisia Cerebral	38
3 TÉCNICAS DE INTELIGÊNCIA ARTIFICIAL	40

3.1 Modelagem de Usuário	40
3.1.1 Motivação para Construção de um Modelo	41
3.1.2 Conteúdo do Modelo	41
3.1.3 Classificação em Modelos de Usuário	43
3.2 Tutores Inteligentes	43
3.2.1 Arquitetura de um Tutor Inteligente	44
3.2.2 O que é e o que faz um Tutor Inteligente?	46
3.3 Interfaces Inteligentes	46
3.4 Interfaces Colaborativas	49
3.5 Planejamento	50
3.6 Diagnóstico Inteligente	52
3.6.1 Diagnóstico baseado em Sintomas	52
3.6.2 Diagnóstico Cognitivo	52
3.6.2.1 Diagnóstico Cognitivo em Tutores Inteligentes	53
3.6.2.2 Diagnóstico Cognitivo em Interfaces Inteligentes	53
3.7 Ajudas Inteligentes	54
3.8 Outros Aspectos Considerados	56
4 UM SISTEMA INTELIGENTE DE AAC	57
4.1 Arquitetura Funcional.....	58
4.1.1 Modelo do Usuário	59
4.1.1.1 Histórico Pessoal	59
4.1.1.2 Histórico de Símbolos	60
4.1.1.3 Histórico de Exemplos	61
4.1.2 Banco de Símbolos	62
4.1.3 Banco de Informações sobre AAC	63
4.1.4 Controle	66
4.1.5 Conselheiro	66
4.1.5.1 Requisição de Ajuda	66
4.1.5.2 Oferta de Ajuda	67
4.1.6 Interface	67
4.2 Funcionamento do Sistema	68
4.2.1 Níveis de Conhecimento dos Usuários	68
4.2.2 Intenções x Propósitos Finais	69
4.2.3 Interação com o Modelo	70
4.2.3.1 Escolha do Usuário	71
4.2.3.2 Escolha do Modo de Interação e Símbolos	72

4.2.3.3 Comunicando-se	73
4.2.3.4 Ações do Usuário	75
4.2.4 Recursos Utilizados x Limitações	77
4.2.4.1 Requisitos para Utilização do Protótipo	78
5 CONSIDERAÇÕES TEÓRICAS	79
5.1 Comunicação Alternativa e Aumentativa.....	79
5.1.1 Escolha do Sistema Simbólico a ser Utilizado no Protótipo	82
5.2 Inteligência Artificial	84
6 CONSIDERAÇÕES FINAIS	92
6.1 Contribuições para outras Áreas	93
6.2 Sugestões para Trabalhos Futuros	95
ANEXO - Exemplos de Interação com o Protótipo	97
BIBLIOGRAFIA	104

LISTA DE ABREVIATURAS

AAC - *Alternative and Augmentative Communication*
Comunicação Alternativa e Aumentativa

PIC - *Pictogram Ideogram Communication*

SPC - Símbolos Pictográficos para a Comunicação

LISTA DE FIGURAS

Figura 2.1 - Exemplos de Símbolos Pictográficos: PIC e SPC	25
Figura 2.2 - Exemplos de Símbolos Não-Pictográficos: Escrita	26
Figura 2.3 - Exemplo de Símbolo Semi-Pictográficos: Bliss	26
Figura 2.4 - Símbolos Bliss: feliz e triste	27
Figura 2.5 - Símbolos PIC: contente e triste	28
Figura 2.6 - Símbolos SPC: contente e triste	28
Figura 2.7 - Exemplo de Tabuleiro	30
Figura 3.1 - Arquitetura de um Tutor Inteligente	44
Figura 3.2 - Arquitetura Mínima de uma Interface Inteligente.....	48
Figura 4.1 - Arquitetura	58
Figura 4.2 - <i>Frame</i> Usuário	59
Figura 4.3 - <i>Frame</i> Símbolos	60
Figura 4.4 - <i>Frame</i> Frases.....	61
Figura 4.5 - Integração dos Módulos do Modelo do Usuário	62
Figura 4.6 - Exemplo do Símbolo EU para um Usuário Hipotético.....	63
Figura 4.7 - Banco de Informações sobre AAC	64
Figura 4.8 - Escolha do Usuário.....	71
Figura 4.9 - Escolha do Modo de Interação: autônomo ou auxiliado	72
Figura 4.10 - Escolha de Símbolos pelo Interlocutor	72
Figura 4.11 - Interface de Comunicação.....	74
Figura 4.12 - Regiões Básicas da Interface de Comunicação	74
Figura 5.1 - Exemplo de Animação e Símbolos SPC	83

LISTA DE TABELAS

Tabela 2.1- Exemplos de Comunicadores.....	30
Tabela 2.2- Exemplos de Sistemas para Criação de Tabuleiros de Comunicação	32
Tabela 2.3- Exemplos de Emuladores	33
Tabela 2.4- Exemplo de Sistema para Treino de Habilidades.....	34
Tabela 2.5- Exemplos de Sistemas de Predição de Palavras.....	35
Tabela 2.6- Exemplos de Sistemas de Armazenamento e Reutilização de Textos.....	36
Tabela 2.7- Exemplos de Outros Tipos de Sistema.....	37
Tabela 5.1- Considerações para Seleção x Modelo.....	79
Tabela 5.2- Considerações para Ensino/Aprendizado x Modelo	81
Tabela 5.3- Considerações em Relação à Modelagem de Usuário.....	84
Tabela 5.4- Considerações em Relação a Tutores Inteligentes	86
Tabela 5.5- Considerações em Relação a Interfaces Inteligentes.....	87
Tabela 5.6- Considerações em Relação a Interfaces Colaborativas	88
Tabela 5.7- Considerações em Relação ao Planejamento	89
Tabela 5.8- Considerações em Relação ao Diagnóstico, segundo [VIC93]	89
Tabela 5.9- Considerações em Relação a Ajudas Inteligentes	91
Tabela 5.10- Considerações em Relação a Utilização de Exemplos	91

RESUMO

A maior parte da população mundial se comunica de forma multimodal (fala, gestos, expressões faciais, etc.). Na medida em que algum destes modos falta, a pessoa afetada encontra dificuldades para manifestar suas idéias e pensamentos.

Este trabalho é destinado a pessoas com dificuldades severas de fala e graves danos, também, na parte motora, o que as impede de se comunicarem por outras formas usuais, como a linguagem de sinais dos surdos, por exemplo, restando-lhes buscar alternativas de comunicação.

Estas alternativas são pesquisadas em uma área denominada Comunicação Alternativa e Aumentativa (comumente chamada de AAC, do inglês: *Augmentative and Alternative Communication*), dentro da qual há uma linha que estuda a utilização de sistemas simbólicos para comunicação, que é abordada neste trabalho.

A fim de auxiliar estas pessoas que apresentam distúrbios motores e de fala, na sua busca por autonomia pessoal, estudou-se maneiras de facilitar a utilização destes sistemas simbólicos de comunicação, com o emprego de recursos de Multimídia e técnicas de Inteligência Artificial. O intuito foi o de auxiliá-las no aprendizado da forma de comunicação a ser utilizada e de proporcionar-lhes uma interação mais amigável e eficaz com o sistema.

Para estes fins, foram estudados os conceitos básicos de Comunicação Alternativa e Aumentativa, bem como diversas técnicas de Inteligência Artificial (Modelagem de Usuário, Interfaces Inteligentes, Ajudas Inteligentes, etc.), a fim de verificar quais se adequavam mais aos propósitos do trabalho.

Como resultado destes estudos, foi proposto um modelo de sistema inteligente que objetiva empregar estas técnicas e conceitos abordados. Este modelo tem como objetivo aprimorar os sistemas de AAC existentes, principalmente, nos seguintes aspectos:

- adaptação às preferências do usuário (como sua velocidade de varredura, símbolos mais utilizados) e seu nível de conhecimento do sistema simbólico em questão e do próprio sistema computadorizado que está sendo utilizado;
- prestação de auxílio individualizado no aprendizado dos símbolos utilizados, através do acesso ao significado viso-auditivo real ou aproximado dos mesmos, possibilitando o uso de tabuleiros de comunicação "normais" (não computadorizados) de forma mais eficaz.

A partir deste modelo, foi construído um protótipo, denominado **FALAS** (Ferramenta **AL**ternativa de Aquisição Simbólica), com o intuito de validar as idéias do trabalho.

Além dos objetivos principais do modelo, o protótipo pode ser utilizado, não só pelo usuário padrão AAC, mas também pelas pessoas que irão comunicar-se com ele e ajudá-lo na interação com os símbolos.

Por fim, levantou-se uma série de sugestões, as quais, utilizando as pesquisas realizadas para este trabalho, poderiam auxiliar na construção de sistemas para outras áreas, em especial para a Reabilitação, onde a redução de esforços por parte do usuário e sua maior compreensão do que está se passando, lhes proporciona uma maior **autonomia**, o que a maioria dos estudos, nesta linha, buscam. Além disto, foram sugeridas várias idéias a fim de dar seguimento a este trabalho e incentivar pesquisas nesta linha.

PALAVRAS-CHAVE: Comunicação Alternativa e Aumentativa, Sistemas Simbólicos, Inteligência Artificial, Interfaces Inteligentes, Modelagem de Usuário

Title: "Application of Artificial Intelligence Techniques to Augmentative and Alternative Communication"

ABSTRACT

Most of the population of the world use to communicate in a multi-modal way (by using speech, gestures, facial expression, etc.). If there is a lack of any of these abilities, this person will have difficulties to express his ideas or thoughts.

This work is directed to people with major speech difficulties and severe motor impairments. These difficulties prevent them to communicate by the usual means, as the signal language for deafs, for example, so they need to use alternative means of communication.

These alternative means of communication are studied in an area called Augmentative and Alternative Communication (AAC). In this area there is an approach which studies the usage of symbolic systems to communicate, and it will be addressed in this work.

In order to help this kind of people in his search for personal autonomy, we studied some ways to make the symbolic systems easier for them to use, by applying Multimedia and Artificial Intelligence techniques.

The goal was to help them to learn how to use this new mean of communication and to provide a more friendly and efficient interaction with the system.

To achieve these goals we studied the basic AAC concepts, as well as some Artificial Intelligence techniques (User Modeling, Intelligent Interfaces, Intelligent Helps, etc.), in order to verify which of them are better suited to the goals of this work.

As a result of these studies, we proposed an intelligent system model, which uses these concepts and techniques studied, to improve the existent AAC systems, in some aspects as:

- automatic adaptation to the needs of the users (like its scanning speed or the most used symbols) and to their knowledge about this symbolic system;
- personal help to learn the used symbols, through the access to the real or approximate multi-sensorial meaning, allowing the more efficient use of common communication boards.

From this model, a prototype called FALAS (Symbolic Acquisition Alternative Tool), was built to prove the proposed ideas.

Besides these main goals, the prototype can be used, not only by the usual AAC users, but also by the ones who will communicate with them and help them with the interaction with the symbols.

Finally, we are suggesting many aspects that can direct the designs and implementation of systems to other areas, namely the Rehabilitation, where a reduction in the effort needed from the users and their better understanding this activities result in a greater autonomy. This greater autonomy is searched by most of the works in this area. Besides, many ideas are suggested in order to continue this work and to help the research in this area.

KEYWORDS: Augmentative and Alternative Communication, Symbolic Systems, Artificial Intelligence, Intelligent Interfaces, User Modeling

1 INTRODUÇÃO

Comunicação... A própria palavra **comunicação** faz lembrar duas ou mais pessoas conversando, trocando idéias, ou seja, **falando e gesticulando** a fim de expressar suas opiniões, desejos e sentimentos.

O impedimento desta forma tão simples de comunicação, que é a fala acompanhada de gestos, pode levar a maioria das pessoas a pensar ser impossível efetua-la de outra forma qualquer.

Sendo, para a maior parte das pessoas, impossível imaginar a comunicação sem a fala ou algum gesto, como fariam aquelas pessoas que não conseguem, de forma alguma, realizar estes feitos: falar e gesticular?

Quando se discute a respeito de pessoas portadoras de necessidades especiais, pensa-se rapidamente em pessoas com alguma dificuldade de locomoção **ou** perda da fala/audição **ou** algum distúrbio mental. Contudo, sabe-se que algumas pessoas podem apresentar dificuldades em mais de uma área.

Este trabalho aborda a fatia da população que não fala e não tem capacidade motora suficiente para movimentar suas mãos/corpo a fim de gesticular e expressar-se. Esta situação é decorrente, muitas vezes, de casos de pessoas com paralisia cerebral onde, segundo pesquisas relatadas em [SAN94], acusa-se um índice de 75% de incidência de distúrbio da fala.

Para estas pessoas que não podem realizar a comunicação dentro dos parâmetros normais (fala + gestos), há uma área de estudos denominada Comunicação Alternativa e Aumentativa (comumente chamada de AAC, do inglês: *Augmentative and Alternative Communication*), na qual são pesquisadas formas distintas à comunicação normal e que possam levar a um resultado aceitável de comunicação efetiva.

Uma destas formas alternativas de comunicação é a utilização de sistemas simbólicos, onde, com o uso de símbolos representativos do vocabulário (nomes, verbos, etc.) dispostos em cartões, cartazes ou cadernos de comunicação, as pessoas comunicam-se através da criação de frases.

Contudo, a estas formas alternativas podem ser incorporadas as tecnologias da informação que, segundo [ROS94], podem ser usadas para aumentar a qualidade de vida das pessoas, principalmente daquelas com dificuldades graves, que são isoladas da sociedade.

A vários destes sistemas já vem sendo incorporados recursos de informática, que facilitam o armazenamento dos símbolos (sempre em uma enorme quantidade) e a forma de acesso a eles pelas pessoas (uso de sistemas de varredura, telas sensíveis ao toque, acionadores, síntese de voz, etc.).

O intuito deste trabalho é incorporar, a estes sistemas informatizados, técnicas de Inteligência Artificial e recursos de Multimídia, no sentido de facilitar, ainda mais, esta comunicação e, também, possibilitar uma maior **autonomia** a estas pessoas.

Se, além de autonomia, for possibilitado a estes indivíduos adquirirem uma maneira mais fácil de comunicação, provavelmente eles comunicar-se-ão melhor com a sociedade, pois, de acordo com [ALM93], o usuário AAC apresenta grande dificuldade para manter comunicação social.

Nas aplicações usuais de Inteligência Artificial, como modelagem de usuário e interfaces inteligentes e auto-adaptativas, o intuito é conhecer o usuário do sistema, individualmente, na tentativa de detectar suas necessidades e desejos. Com isso, pode-se auxiliar melhor o usuário, tornando estes sistemas mais amigáveis e eficazes.

Sendo assim, por que não estender o uso destas técnicas a sistemas de AAC, onde, mais que uma nova facilidade ao sistema, estas características são uma necessidade premente?

A utilização destas técnicas ajudaria muito na busca pela **autonomia**, característica procurada por todos que possuem alguma necessidade especial e pelas pesquisas nesta área. Na medida em que um sistema pode se adaptar ao comportamento de seu usuário, mais fácil será para este utilizá-lo sozinho, sem necessidade de ter sempre, durante todo o processo de comunicação, uma pessoa a seu lado que lhe ofereça os símbolos, lhe sane alguma dúvida a respeito dos mesmos, faça troca de opções, etc.

Esta individualização também é ressaltada por [ALM92b], que defende que um sistema de computação deve operar de múltiplas formas distintas, dependendo da situação atual de comunicação do usuário.

Além da utilização de técnicas de Inteligência Artificial, este estudo inclui a incorporação da Multimídia¹. Em sistemas de comunicação alternativa e aumentativa, estes recursos podem ser utilizados visando uma melhor interação com o computador, na medida que os sistemas, podem, de forma animada, por exemplo, melhor demonstrar seu próprio funcionamento.

Estes sistemas também explicitam suas mensagens de forma audível, não sendo necessário saber ler para compreender o que o sistema deseja em determinada situação. Além disso, há a possibilidade dos significados de um símbolo que são, muitas vezes, abstratos demais para serem compreendidos apenas por sua representação, poderem ser demonstrados através de várias formas, como a utilização de imagens estáticas (desenhos, fotos), dinâmicas (animações, vídeos) e sons (não só a fala como os sons representativos/reais do símbolo em questão), levando a seu melhor entendimento.

Segundo o projeto HEART [AZE95], uma pessoa com necessidade especial "*tem alguma restrição na sua habilidade de executar tarefas, atividades, ...*" e seu maior problema está "*entre o que o ambiente lhe demanda e suas próprias*

¹ a Multimídia é a união de várias mídias, tais como: texto, som, imagem, animações, etc. Esta diversidade de recursos traz uma nova gama de possibilidades de criação de sistemas mais amigáveis e agradáveis, não só em termos de estética, mas de compreensão.

habilidades". Como tentativa de redução deste problema, existe a busca pelo "*aumento das capacidades do usuário e diminuição das barreiras/demandas do ambiente*".

As idéias descritas neste trabalho visam contemplar estes dois fatores: *aumentar a capacidade do usuário* em entender o que ele está fazendo, como funciona o sistema e os símbolos utilizados e *diminuir as barreiras do ambiente*, a partir da adaptação do sistema a ele, o que diminui seu esforço na comunicação.

1.1 Contextualização do Trabalho

Nos últimos anos, cresce o interesse, dentro do grupo de Inteligência Artificial do Instituto de Informática da Universidade Federal do Rio Grande do Sul, sobre o estudo de Interfaces Inteligentes e Modelagem de Usuário. Dentro desta linha encontram-se os trabalhos de Frainer e Strogulsky ([FRA91], [FRA92], [FRA93], [STR90], [STR92]).

Outros trabalhos do grupo, que serviram de base para este trabalho, foram as pesquisas na área de Tutores Inteligentes [VIC92] e Diagnóstico Inteligente [VIC93].

Este trabalho segue esta linha, englobando todos os anteriores e dando um destaque maior às ajudas inteligentes (aconselhamento) e modelagem de usuário. O intuito maior nesta linha foi o de colocar em prática, de forma conjunta, todos estes fatores, a fim de validá-los em uma área ainda não abordada pelo grupo: Educação Especial.

Em relação à Multimídia, já havia sido elaborado um projeto de pesquisa [CAM93] que abordava as ajudas animadas, o que vem a ser validado aqui também.

1.2 Organização do Trabalho

O texto da dissertação está organizado em seis capítulos e um anexo.

O primeiro capítulo é este que apresenta a introdução; no segundo capítulo, são abordados os temas pesquisados na área da AAC, em termos de descrição de suas idéias básicas e, especificamente, daqueles conceitos que foram explorados na implementação do trabalho. Também é feita uma breve descrição do estado da arte desta área, em termos de sistemas disponíveis e em desenvolvimento.

No terceiro capítulo, são descritas as técnicas de Inteligência Artificial estudadas. Para o desenvolvimento deste trabalho, foram pesquisadas linhas como: Modelagem de Usuário, Tutores Inteligentes, Ajudas Inteligentes, etc., a fim de sustentar algumas das idéias propostas.

No quarto capítulo, há a descrição do modelo desenvolvido, a partir destes estudos, com o detalhamento de todas suas características e validação através da construção de um protótipo.

A partir da descrição do modelo, no quinto capítulo são levantados alguns dos fatores teóricos pesquisados - tanto em termos de AAC quanto de Inteligência Artificial - e os mesmos são comparados com sua utilização neste trabalho.

Por fim, no sexto capítulo, são feitas as considerações finais sobre o estudo realizado, bem como as contribuições desta pesquisa para outras áreas e sugestões para trabalhos futuros.

Além da disposição do texto em capítulos, há, em anexo, exemplos de interação com o protótipo desenvolvido, a fim de mostrar as variações que ocorrem no sistema em termos de modelagem de usuário, oferecimento de ajuda, etc.

2 COMUNICAÇÃO ALTERNATIVA E AUMENTATIVA

A necessidade de comunicação é vital. É por meio dela que as pessoas manifestam seus pensamentos, idéias e opiniões.

Segundo [ALM92b], a comunicação humana é multi-modal, incluindo a comunicação verbal, gestos, expressões faciais, postura e características métricas.

A expressão verbal é a mais usual destas formas de comunicação. Desde bebês, os desejos e intenções das pessoas são expressos através de sons e palavras que, de uma forma ou de outra, conseguem transmitir a mensagem desejada. Para a maior parte da população mundial, esta é a forma mais simples de comunicação.

Pensando-se desta forma, a comunicação é algo muito fácil. Contudo, o que fazer se não for possível a expressão verbal (a **fala**)? Pode-se tentar uma comunicação por gestos, como a Linguagem de Sinais dos Surdos, por exemplo, onde a comunicação é feita em termos de gestos e sinais. Mas, e se além de não ser possível falar, não houver capacidade motora suficiente para poder elaborar sinais e gestos com as mãos, restando, na pessoa, apenas um pouco de movimento que lhe permita um simples levantar de mão, bater de pé ou um leve movimento na cabeça?

Para este tipo de necessidade, que são problemas de comunicação, existem pesquisas e aplicações na área da AAC, na qual, como já diz o próprio nome, buscam-se formas alternativas de possibilitar a comunicação.

Neste capítulo, serão vistas algumas noções básicas deste tipo de comunicação e a caracterização de seus usuários, segundo o enfoque deste trabalho.

2.1 Conceitos Básicos de AAC

Dentro da área da AAC, existem diversos conceitos e classificações, em termos de sinais, símbolos, sistemas de comunicação, etc., que, de acordo com o que será abordado neste trabalho, serão descritos a seguir.

2.1.1 O que é Comunicação?

Desde o início deste trabalho, fala-se em comunicação (usual, alternativa, por gestos, por fala, etc.). Antes de aprofundar o tema da AAC, serão vistas algumas definições/caracterizações de comunicação:

- **Comunicação** (comunicação), *s. f.* Participação; informação; aviso; transmissão; ligação; passagem; convivência; *comunhão* (de bens). [FER69]
- ... quando uma pessoa se dirige a outra por meio de palavras, sons musicais, desenhos, gestos ou sinais convencionais, está transmitindo uma informação e tentando, assim, comunicar-se. Uma comunicação compõe-se basicamente de três elementos: a informação (mensagem) a ser transmitida, alguém que a transmita (emissor) e alguém que a receba (receptor). Para construir a mensagem é preciso haver uma forma (linguagem) que o emissor e o receptor conheçam. A comunicação realiza-se quando o receptor decifra a mensagem. ... [ENC80]
- a comunicação humana envolve a passagem de uma idéia ou mensagem de uma pessoa a outra. [LLO90]
- qualquer comportamento verbal/não-verbal na presença de outro indivíduo é comunicação. Watzlawick e Beavin (67), Birdwhistell (59) e Scheflen (74) citados em [LLO90]

- é o veículo através do qual um indivíduo pode controlar e adaptar-se ao ambiente. [LLO90]

Destacam-se também, os propósitos sociais da comunicação que, de acordo com Light (88) citado em [ALM93], são quatro: o uso da fala para comunicação de necessidades, com a solicitação de ação da parte do parceiro de comunicação; uso da fala para transportar informações; uso da fala para manter relacionamentos humanos (sociabilidade) e, por fim, uso da fala para realização de rotinas de etiqueta social e os objetivos na comunicação, que Hobbs e Evans (80) citados em [TOD94], descrevem como três: objetivo social, de comunicação interpessoal; objetivo de efetuar uma comunicação efetiva das informações desejadas e objetivo de estruturação da conversa, a fim de facilitar a compreensão da mesma por seu parceiro de comunicação.

2.1.2 Sistemas de Comunicação

Em [AZE93], um sistema de comunicação é descrito como um conjunto de técnicas, ajudas, estratégias e capacidades que uma pessoa usa para comunicar-se, como, por exemplo, gestos, expressões, fala, escrita, etc.

Como é possível verificar, existem diversos tipos de sistemas de comunicação e muita discussão sobre sua classificação. A mais usual seria a de sistemas **com ajuda** e sistemas **sem ajuda**, conforme é visto em [AZE93] e [LLO92]:

- **Sistemas com Ajuda** - necessitam de algum tipo de ajuda do meio exterior (algum tipo de dispositivo, símbolo, etc.). Exemplos: objetos, figuras, símbolos (como o PIC, SPC e Bliss, que serão vistos em detalhe no item 2.1.4), representação gráfica de símbolos manuais, ortografia tradicional, Braille, sintetizadores de fala, etc.

- **Sistemas sem Ajuda** - não necessitam de nada que já não "faça parte da pessoa". Exemplos: uso de gestos, mímica, linguagem de sinais natural, inglês codificado manualmente, alfabetos manuais, código morse, fala natural, piscar de olhos, etc.

Outra classificação bastante utilizada, segundo [LLO86], é a de estática/dinâmica, que é baseada nas características de transmissão, ou seja, se o movimento é um fator crítico na compreensão do símbolo. Assim, temos:

- **Símbolos Estáticos** (e sistemas simbólicos estáticos) - são símbolos gráficos e objetos que são permanentes e constantes. Não requerem movimento ou troca para ter sentido. Exemplos: ortografia tradicional, símbolos em quadros de comunicação, objetos, figuras;
- **Símbolos Dinâmicos** (e sistemas simbólicos dinâmicos) - seu significado depende de troca, transição e/ou movimento; não podem ser considerados permanentes e constantes. Exemplos: linguagem de sinais, gestos (apontamentos), fala sintetizada, fala natural.

Além desta classificação, existem diversas outras: gráfica/dinâmica; visual/motora; símbolos/sinais; simbólica/com gestos; visual/manual. As mesmas não serão vistas com maiores detalhes por não tratarem da tônica deste trabalho.

2.1.3 Comunicação "Alternativa"? "Aumentativa"?

Quando, anteriormente, referiu-se a AAC, foram ressaltados os casos de pessoas que não podem falar nem utilizar gestos. Mas as formas alternativas de comunicação englobam muitos outros casos. Segundo [AZE93], as funções dos sistemas alternativos de comunicação são:

- meio de comunicação **TEMPORÁRIO** até restabelecer a fala ou esta se tornar funcional e inteligível. Motivos de utilização: doença, impedimento, etc.
- meio para facilitar (**AUMENTAR**) o desenvolvimento da fala e/ou capacidade cognitiva e comunicação necessária para aquisição da linguagem. Motivos de utilização: síndrome de Down; estimulação da linguagem, etc.
- meio de comunicação a **LONGO PRAZO** quando a aquisição e reestruturação da fala resultar totalmente impossível => **SISTEMA ALTERNATIVO À FALA.**

Lloyd [LLO92] ressalta que este termo (AAC) é usado tanto para definir formas verbais quanto não verbais de comunicação.

Além disso, este autor diz que AAC se refere ao processo de interação social que envolve:

- a transmissão de "significado" de um parceiro comunicativo a outro;
- mais de uma pessoa, sendo que ao menos um dos parceiros é um usuário de um sistema visual, tátil ou auditivo que ou adiciona ou substitui a fala e/ou impressão/escrita;
- uma interação que é proposital, governada por regras e que ocorre no contexto de outros comportamentos.

2.1.4 Sistemas Gráficos para AAC

Dentre os sistemas de comunicação descritos, foram citados os símbolos PIC, SPC e Bliss.

Antes da descrição dos mesmos, a nível de padronização de conceitos, é feita a distinção entre símbolo e sinal.

Segundo [LLO86], a palavra **sinal** é usada como referência à comunicação manual (linguagem/sistemas de sinais) e **símbolo** é usado para referir uma representação visual estática de um elemento em comunicação, ou seja, objetos, ações, relacionamentos, etc., que podem ser *falados* (utilizados através da fala/audição), *gráficos ou manuais* (utilizados através da visão).

Neste trabalho, serão tratados apenas os **símbolos gráficos**.

2.1.4.1 Tipos de Símbolos Gráficos

Os símbolos gráficos podem ser separados em três tipos, segundo a classificação exposta em [AZE92]:

- **PICTOGRÁFICOS**, onde sua representação é muito próxima da realidade, com o uso de desenhos mais ou menos realistas e fotos. Este seu alto grau de iconicidade (representação bem perto da realidade) torna fácil seu aprendizado e memorização. Sua desvantagem é a pouca flexibilidade na criação de novos significados, a partir da combinação de seus símbolos.

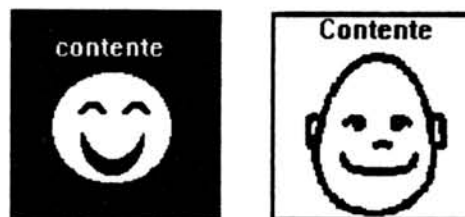


Figura 2.1 - Exemplos de Símbolos Pictográficos: PIC e SPC

- **NÃO-PICTOGRÁFICOS**, sua representação não tem a ver com a realidade. Esta abstração total pode ser problemática quando estes símbolos forem utilizados com crianças com problemas cognitivos, mas sua combinação pode gerar novos significados.

F E L I Z

T R I S T E

Figura 2.2 - Exemplos de Símbolos Não-Pictográficos: Escrita

- **SEMI-PICTOGRÁFICOS**, sua representação é muito esquemática. São mais difíceis de identificar que os pictográficos, mas são de fácil recordação.



Figura 2.3 - Exemplo de Símbolo Semi-Pictográfico: Bliss

Denominam-se **Sistemas Gráficos para AAC** os conjuntos destes símbolos e, dentre estes sistemas, os mais conhecidos e utilizados mundialmente são: Bliss, PIC e SPC.

2.1.4.1.1 *Blissymbolics* - Símbolos Bliss

Segundo [AZE92] e [AZE93], este sistema é formado por quatro classes básicas de símbolos: pictográficos, ideográficos, mistos (pictográficos + ideográficos) e arbitrários (inventados pelo criador do sistema).

Estes símbolos podem ser simples (somente um símbolo) ou compostos (construídos por mais de um símbolo que representam coisas diferentes). A combinação destes símbolos possibilita a criação de centenas de outros. A partir de um pequeno número de formas geométricas básicas, são criados, aproximadamente, 2400 símbolos do sistema. Isto possibilita, também, que um pequeno número de símbolos, dispostos em um tabuleiro de comunicação, gere um grande potencial comunicativo.

A desvantagem é que, como em um sistema Semi-Pictográfico, seus símbolos são mais difíceis de compreender e de explicar para a criança. Contudo, apresentam a vantagem de trabalhar muito a parte cognitiva.

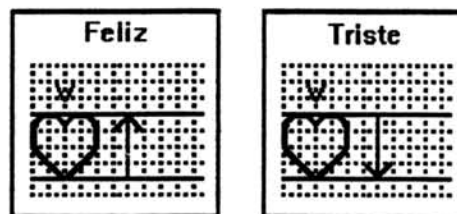


Figura 2.4 - Símbolos Bliss: feliz e triste

2.1.4.1.2 PIC - *Pictogram Ideogram Communication*

Este sistema é descrito em [AZE92]. Ele consta de 400 símbolos, a maior parte pictográficos e alguns ideográficos, com um alto grau de iconicidade e pouca flexibilidade para criação de novos significados. Apresenta características do tipo Pictográfico.

Suas imagens são figuras estilizadas, desenhadas em branco sobre fundo preto, para uma melhor percepção da figura em questão.



Figura 2.5 - Símbolos PIC: contente e triste

2.1.4.1.3 SPC - Símbolos Pictográficos para a Comunicação

Em [AZE92] e [AZE93], é descrito este sistema que é composto por, aproximadamente, 3200 símbolos pictográficos, com possibilidade de criação de novos e de combiná-lo com outros sistemas gráficos, desenhos, fotografias, etc.

Suas imagens são iconográficas, representadas em negro sobre fundo branco.

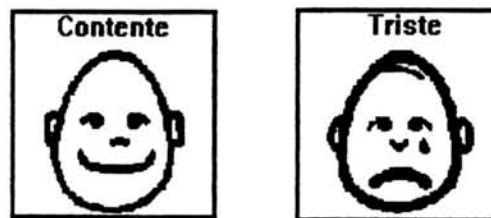


Figura 2.6 - Símbolos SPC: contente e triste

2.1.5 Exemplos de Sistemas

A pesquisa sobre a Informática na Educação Especial, especialmente em países de baixa renda, é pouco incentivada. Muitas são as necessidades que poderiam ser supridas com o uso de sistemas informatizados, mas poucos são os recursos destinados a este propósito.

A seguir, serão brevemente descritos alguns sistemas desenvolvidos para esta área, com enfoque nos sistemas utilizados na linha da AAC.

2.1.5.1 Comunicadores

Os comunicadores, como o próprio nome já indica, são utilizados com o fim específico da comunicação, oferecendo símbolos (de acordo com o sistema simbólico utilizado), através dos quais o usuário forma suas frases.

Os comunicadores, em forma de tabuleiros, são os mais encontrados. Esses tabuleiros, em sua grande maioria, não utilizam recursos de informática. São implementados sob forma de cartazes ou cadernos, onde os símbolos estão dispostos segundo sua maior utilização. Neste tipo de comunicador, o interlocutor do usuário AAC faz uma varredura manual nos símbolos, perguntando qual o símbolo desejado, e o usuário os acede por meio de algum sinal (piscada, apontamento, etc.). Esta "pergunta" é feita símbolo a símbolo ou em forma de linhas/colunas onde varrem-se as linhas e, após a escolha de uma destas, varrem-se as colunas da mesma.

Alguns exemplos de disposição dos símbolos, neste tipo de tabuleiro, podem ser vistos em [MUS93a].

Nos tabuleiros informatizados - em sua maioria - os símbolos são dispostos em forma quadrangular (Figura 2.7), sendo feita uma varredura seqüencial das mesmas no mesmo sentido do tabuleiro manual (símbolo a símbolo ou linhas/colunas), mas com a vantagem de não precisar de alguém para ficar perguntando qual a linha, coluna ou símbolo desejado.

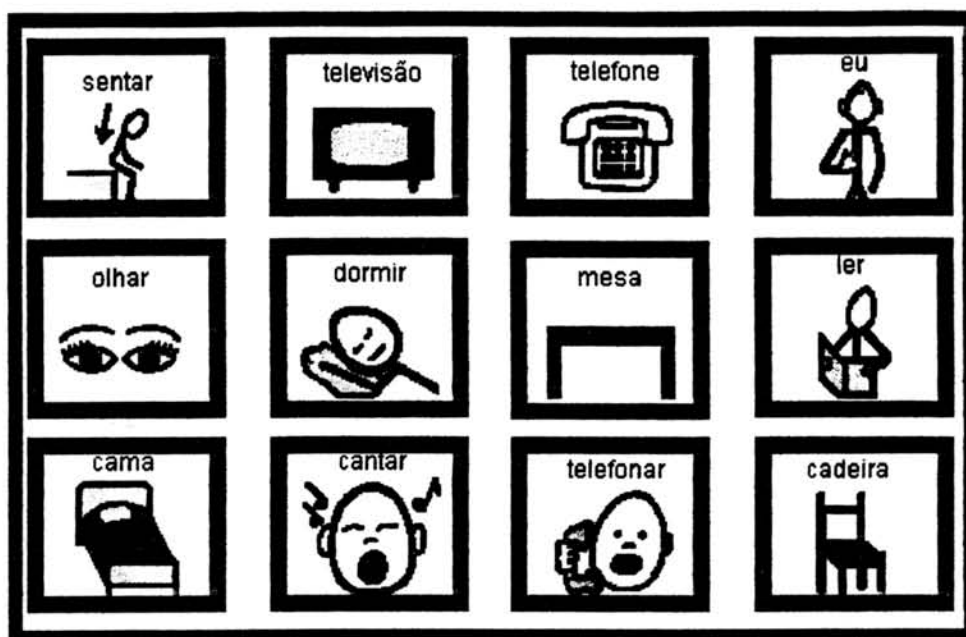


Figura 2.7 - Exemplo de Tabuleiro

Na tabela 2.1, serão descritos alguns sistemas desenvolvidos para comunicação.

Tabela 2.1 - Exemplos de Comunicadores

Nome do Software	Principais Características
Painel Silábico [GOM92],[VIL92]	Uso de painéis com sílabas de onde são formadas as frases para a comunicação.
FOCA [AZE92a]	Utilizado com o sistema SPC. Permite 15 símbolos, no máximo, por tela. A seleção é feita através de um processo de varredura seqüencial e a escolha do símbolo desejado é feita através do uso de um acionador, acoplado ao indivíduo, onde ainda existir algum resto de movimento. Cada vez que a varredura passa pelo símbolo, seu nome é pronunciado e, ao final, a frase também é pronunciada.

Tabela 2.1 - Exemplos de Comunicadores

BlissComp [CAP93]	<p>Utilizado com o sistema Bliss (comporta 1600 símbolos).</p> <p>Permite 11 a 12 símbolos, no máximo, por tela.</p> <p>A seleção é feita através de um processo de varredura por iluminação sucessiva e seleção do símbolo desejado através do uso do mouse ou de tela sensível ao toque.</p> <p>Pode-se soar uma frase inteira ou uma célula.</p> <p>Permite o acesso pelo mouse ou tela sensível ao toque.</p>
PicComp [CAP93]	<p>A seleção é feita através de um processo de varredura automática.</p> <p>Permite o acesso pelo mouse ou tela sensível ao toque.</p>
ImagoVOX [CAP93]	<p>Capacidade de expansão e adaptação às características clínicas, culturais e à personalidade do paciente.</p> <p>Uso de fotografias, filmes, vozes e sons coletados no ambiente do paciente e digitalizados.</p> <p>Utilização de Recursos de Multimídia (texto, voz digitalizada em cinco línguas, fotos coloridas independentes e em movimento).</p> <p>Permite transparência e personalização.</p> <p>Permite o acesso pelo mouse ou tela sensível ao toque.</p>
ImagoBlissVOX [CAP93]	<p>Combinação do BlissComp (capacidade combinativa dos símbolos) e do ImagoVOX (transparência e personalização).</p> <p>Apresenta vocábulos digitalizados.</p> <p>Utilização de fotos ou filmes naturais digitalizados e mostra de imagens/sons para o usuário formar frases.</p> <p>Permite o acesso pelo mouse ou tela sensível ao toque.</p>

2.1.5.2 Criação de Tabuleiros

Conforme descrito no item anterior, normalmente são utilizados, para AAC, tabuleiros em forma de cartazes ou cadernos. Para a criação destes tabuleiros, foram desenvolvidos sistemas que permitem sua criação e posterior impressão, de acordo com os símbolos e disposição desejada por quem os organiza. Assim facilita-se, não só a criação destes tabuleiros em termos de impressão dos símbolos que os compõem, mas, principalmente, a individualização de sua utilização. Os símbolos serão escolhidos e dispostos no tabuleiro segundo sua frequência de utilização pelo usuário ou segundo a necessidade do professor/interlocutor.

Na tabela 2.2, serão descritos alguns sistemas desenvolvidos para criação de tabuleiros de comunicação.

Tabela 2.2 - Exemplos de Sistemas para Criação de Tabuleiros de Comunicação

Nome do Software	Principais Características
BoardMaker [MAY94]	Possibilita a criação de tabuleiros - com o sistema simbólico SPC - de diversas formas e tamanhos e em diversas línguas.
CUCO [CAR94]	Possibilita a construção de tabuleiros - com o sistema simbólico PIC - a serem impressos para utilização.

2.1.5.3 Emuladores

Além dos comunicadores e sistemas afins, existem os emuladores. Eles emulam alguma parte do computador (teclado, mouse) que teria seu uso impossibilitado por pessoas com dificuldades motoras graves.

Estes sistemas colocam, na tela do computador, o dispositivo em questão, permitindo, através da varredura de suas opções, que o usuário possa

selecionar o que deseja fazer com o simples pressionar de alguma tecla ou toque em um acionador. Na tabela 2.3, serão descritos alguns tipos de emuladores.

Tabela 2.3 - Exemplos de Emuladores

Nome do Software	Principais Características
SASE [APA92]	Faz a varredura de softwares padrões, através da criação de máscaras e varreduras sobre o mesmo, também sob controle de um acionador.
Handikeys, StickeyKeys, Access-DOS, Filch, Help-U-Type [BRO92]	Permitem acesso/controle do teclado convencional.
MouseKeys [BRO92]	Permitem acesso/controle do mouse.
Simulador de Teclado [ZAT92]	Faz, na tela do computador, emulação do teclado, permitindo a conexão de um acionador para controlar a varredura ¹ das opções disponíveis.
ERA - Emulador de Ratón [GOM93]	Faz, na tela do computador, emulação do mouse, permitindo a conexão de um acionador para controlar a varredura ² das opções disponíveis.

¹ O acionador é conectado ao computador e acoplado ao usuário onde ainda houver algum resto de movimento (pé, mão, cabeça, etc.). Ao acionar o acionador, este envia um sinal ao computador e, assim, pode-se controlar a escolha de opções desejadas.

Tabela 2.3 - Exemplos de Emuladores

KENIX [AZE93]	Faz a emulação do teclado e mouse, permitindo a conexão com todo tipo de acionador, teclado de conceitos, etc., para o controle do sistema de varredura. Permite, também, a criação de novos emuladores, de acordo com o desejo do usuário.
---------------	---

2.1.5.4 Sistemas para Treino de Habilidades

Este tipo de software é destinado ao treino de habilidades (por exemplo, controle de varredura, ação-reação), o que se faz de extrema necessidade antes da utilização de algum sistema de comunicação que necessite um entendimento prévio, como, por exemplo, o que é um sistema de varredura; o que é necessário que seja feito para que algo aconteça no sistema; etc. Na tabela 2.4, descreve-se um exemplo destes sistemas.

Tabela 2.4 - Exemplo de Sistema para Treino de Habilidades

Nome do Software	Principais Características
Switch-Intro [BRO92]	Jogo através do qual trabalha-se com o treinamento de causa-efeito e sistemas de varredura através de desenhos, jogos, som, etc.

2.1.5.5 Sistemas de Predição de Palavras e Reutilização de Textos

Um detalhe ressaltado em [ALM94], é a baixa quantidade de palavras por minuto faladas por uma pessoa não-vocal em relação a uma vocal, o que dificulta uma comunicação efetiva. Este problema começou a ser abordado através da

utilização de sistemas de predição de palavras, onde tenta-se prever qual a próxima palavra a ser dita pelo usuário, geralmente, através de um controle quantitativo de sua frequência de utilização pelo mesmo.

Alguns exemplos destes sistemas são os dispostos na tabela a seguir (Tabela 2.5).

Tabela 2.5 - Exemplos de Sistemas de Predição de Palavras

Nome do Software	Principais Características
Handiwords, KeyWiz, MagicTypist [BRO92]	Além de permitir a emulação do teclado, oferecem predição de palavras.
Teclado Virtual [DEM92]	Interface física, através de um acionador ou <i>joystick</i> , que permite acesso a elementos de um conjunto da linguagem (letras, palavras, frases) - através de um processo de varredura. Dicionário com 2000 palavras, predição de palavras, abreviação de palavras. Útil como ferramenta de escrita e ajuda conversacional.
PAL [ALM92b]	Faz a predição de palavras através de sua frequência de utilização pelo usuário.
STWLOGO [SAN95]	Simulador de teclado para o ambiente WinLOGO, que além de fazer a simulação, permite criar arquivos para predição de palavras.

Em [ALM92a], [ALM93], [ALM94] e [TOD94] ressalta-se, também, a dificuldade dos usuários de AAC fazerem narrativas extensas, exporem seus pontos de vista ou experiências de forma detalhada. Se isto fosse possível, teriam maior autonomia, tanto em termos de impacto pessoal, pois muitas destas pessoas são

consideradas não-inteligentes, por não conseguirem expressar seus pensamentos, como de controle da conversa.

Nos artigos dos autores citados acima, descreve-se que, os parceiros de comunicação de um usuário AAC, tendem a dominar a conversa, fazendo perguntas diretas de resposta sim-não. Assim, limitam a participação e iniciativa do usuário AAC.

A partir disto, estes autores desenvolveram uma série de protótipos que, além de fazerem predição de palavras, armazenam textos para sua posterior reutilização. Estes sistemas estão descritos na tabela abaixo (Tabela 2.6).

Tabela 2.6 - Exemplos de Sistemas de Armazenamento e Reutilização de Textos

Nome do Software	Principais Características
Floorgrabber [ALM92b]	Armazenamento de texto e busca do mesmo através de sistema de hipertexto.
Prose [ALM92b]	Armazenamento e recuperação de anedotas, histórias, etc.
CHAT (Conversation Helped by Automatic Talk) [ALM92]; [ALM92b]	Predição de sentenças e seu armazenamento para uso futuro

2.1.5.6 Outros Sistemas

Neste item, serão descritos na tabela 2.7, alguns outros tipos de sistemas que, de uma maneira ou de outra, auxiliam na AAC.

Tabela 2.7 - Exemplos de Outros Tipos de Sistema

Nome do Software	Principais Características
IntroTalker, Macaw, Parrot, MegaWolf, MessageMate, MessageMike, SpeakEasy, SwitchMate, VoiceMate [BRO92]	Sistemas para produção/reprodução de fala (por digitalização, sintetização, gravação) e uso de acionadores para emissão de pequenas mensagens do dia a dia.
HYPERBliss [GLI92]	O usuário aplica seu conhecimento da estrutura dos símbolos ideográficos para sintetizar ou aproximar (em sua cabeça) a representação gráfica do objeto do qual ele deseja falar. Ele faz isto pela seleção de suas partes componentes do teclado.
Tutor Especialista [CAP93]	Junção do ImagoBlissVOX com o BlissComp. Utilização de princípios de Inteligência Artificial e do poder generativo do Bliss. Emulação do comportamento e um professor de educação especial.
TalksBack [ALM93]	Armazenamento e utilização de características pessoais do usuário e de seu parceiro para uso na comunicação.

2.2 Caracterização do Tipo de Usuário

Como citado anteriormente, um usuário AAC não usa a fala e, segundo [ALM93], a causa disto é um problema geral, que o impede também de usar características não-lingüísticas, como o uso de gestos e expressões faciais. Este problema poderia ser causado por um acidente ou pela Paralisia Cerebral, que atinge a pessoa ao nascer.

Este trabalho é destinado a crianças não alfabetizadas que utilizarão símbolos gráficos para se comunicarem, por isso focalizar-se-á a Paralisia Cerebral.

2.2.1 Paralisia Cerebral

Alguns conceitos de Paralisia Cerebral podem ser vistos em [SAN94]:

- *"grupo de distúrbios caracterizado por reduzida habilidade para fazer uso voluntário dos músculos, causada por um distúrbio cerebral, não progressivo e não hereditário, que se inicia antes, no momento do parto ou após o parto" (Christensen e Melchior citados em Lefèvre, 1980);*
- *"seqüela de uma afecção encefálica que se caracteriza, primordialmente, por um transtorno persistente, porém não invariável, do tono, postura e movimento, que aparece na primeira infância..." (Basil, 1990).*

Em [SAN94], ressalta-se também que, ao contrário do que o nome sugere, a Paralisia Cerebral não consiste exatamente da paralisção do corpo ou do cérebro, e sim, um transtorno muscular complexo, que pode incluir aumento ou diminuição do tono em determinados grupos musculares, alterações na postura de equilíbrio e na coordenação e precisão dos movimentos. É destacado, também, que, mesmo que tudo isto esteja presente, muitas outras funções regidas pelo cérebro, inclusive a capacidade mental, podem se encontrar intactas.

Os tipos clínicos da paralisia cerebral são os seguintes (destacando-se, principalmente, as questões relativas à fala):

- **tetraplegia**, com alterações psicomotoras nos membros superiores e inferiores, sendo o tipo mais freqüentemente encontrado. Neste

caso, a linguagem é muito afetada, sendo que, na maior parte, a fala é rudimentar ou ausente;

- **hemiplegia**, paralisia referente a um só lado do corpo. A fala é menos afetada, todavia, em cerca de 2/3 dos casos se encontram distúrbios da articulação e do ritmo da fala;
- **diplegia**, paralisia bilateral, afetando ambos os membros do corpo. A fala é normal em 50% dos casos.

Neste trabalho, preocupa-se com o afetamento da fala, pois, segundo pesquisa relatada pela autora [SAN94], acusa-se um índice de 75% de incidência de distúrbio da fala em casos de paralisia cerebral.

3 TÉCNICAS DE INTELIGÊNCIA ARTIFICIAL

Um dos objetivos principais deste trabalho é o de facilitar o aprendizado e utilização de sistemas simbólicos, através da aplicação de técnicas de Inteligência Artificial em sistemas de AAC. A aplicação destas técnicas visa, primordialmente, a adaptação do sistema a seus usuários, a fim de facilitar-lhes a interação e o oferecimento de conselhos e ajudas (animadas ou não), para tentar auxiliá-los a entender melhor o sistema e os símbolos que estão utilizando.

Com o intuito de selecionar técnicas que mais se aproximassem do objetivo do trabalho, foram estudadas algumas abordagens de Inteligência Artificial - Tutores Inteligentes, Modelagem de Aluno/Usuário, Diagnóstico, Interfaces Inteligentes, Ajudas Inteligentes e alguns outros itens - que serviram de base para a fundamentação e desenvolvimento do mesmo.

A partir de cada uma destas abordagens, foram capturados os elementos que, de acordo com as idéias aqui discutidas, serviriam ao propósito deste trabalho. Neste capítulo, os mesmos serão descritos.

3.1 Modelagem de Usuário

Como foi visto nos itens anteriores, um dos intuítos deste trabalho é possibilitar a adaptação do sistema a seu usuário. Para esta adaptação poder ser efetuada, o sistema deve **conhecer** seu usuário¹.

Para ter este conhecimento, são construídos modelos² do usuário, a partir de seu comportamento no decorrer das interações com o sistema.

¹ Neste trabalho, **usuário** (de um sistema) e **aluno** (usuário de um tutor inteligente) são tratados da mesma maneira - como **USUÁRIOS** de um sistema que se adapte a eles.

3.1.1 Motivação para Construção de um Modelo

Em [MCC92], a ênfase é dada à **individualização** do usuário para que ele possa controlar o sistema e este possa se modificar conforme suas necessidades individuais/específicas e, assim:

- saber o que realmente ocorre na interação;
- comunicar o que é relevante ao atual estado de conhecimento do usuário;
- ajudá-lo em seus problemas (a partir de seu comportamento);
- ajudá-lo a aprender o que é importante e relevante no momento.

3.1.2 Conteúdo do Modelo

Foi visto que é necessário um modelo do usuário, para que o sistema possa adaptar-se a ele, de acordo com suas dificuldades e necessidades.

Para que o sistema possa fazer isto, o modelo deve apresentar alguns requisitos.

Existem várias pesquisas a este respeito e, segundo [HAR88], este modelo deve conter o conhecimento do usuário em relação ao domínio de aplicação do sistema, seus objetivos³ e seus planos⁴ para atingi-los. Em [VIC92], ressalta-se,

² Este termo é utilizado em áreas como Sistemas Adaptativos, Interfaces Inteligentes e Tutores Inteligentes (que os tratam como Modelo de Aluno).

³ O objetivo, segundo [STR92], é o que o usuário busca na interação com o sistema.

ainda, a necessidade de saber as intenções⁵ do usuário na utilização do sistema e suas atitudes. Em [FRA93], acrescenta-se a estes itens, as crenças⁶ do usuário.

Além destes itens, [HAR88] cita as características individuais do usuário: sua experiência na utilização do sistema, suas preferências, seu estilo de trabalho e sua frequência de utilização do sistema.

Em [BOY92], ressalta-se, também, que deve haver conhecimento da identidade do usuário, suas aspirações, ansiedades e expectativas, além da averiguação dos seus erros.

Em termos de erros, [CIA92] salienta que devem ser descobertas as razões destes erros, justificadas as crenças do usuário quando suas respostas estão corretas e o que foi por ele esquecido, quando suas respostas estiverem incorretas.

Um elemento - ressaltado em todos os autores consultados - e importantíssimo na questão da adaptação, é a **dinamicidade** do modelo, ou seja, a atualização dos itens que compõem o modelo durante a interação e a cada nova utilização do sistema. Esta atualização é necessária para que o modelo realmente reflita o comportamento e nível atual de conhecimento do usuário.

⁴ Os planos, segundo [STR92], são seqüências de ações observadas do comportamento do usuário (o planejamento, em si, será mais detalhado no item 3.5).

⁵ As intenções, segundo [STR92], são o estado consciente de fazer ou não algo (atingir objetivos, executar ações, obter informações, etc.)

⁶ Uma crença, segundo [FRA93], é o que o usuário acredita ou não e o que ele conhece ou desconhece a respeito do sistema e do assunto tratado por ele.

3.1.3 Classificação em Modelos de Usuário

Em [STR92] e [FRA93], são vistas algumas classificações para os modelos de usuário, em relação a suas características: modelo canônico x modelo individual; modelo explícito x modelo implícito e características estáticas x características dinâmicas.

No modelo canônico, aborda-se o usuário típico, ou seja, para este tipo de modelo todos os usuários são iguais, enquanto que, para o modelo individual, como o próprio nome indica, enfatiza-se a individualização do usuário, de acordo com suas características e necessidades.

Há, também, a diferença entre modelo explícito, onde o usuário fornece as informações ao sistema, e o modelo implícito, onde as mesmas são observadas/supostas pelo sistema a partir do comportamento do usuário. Cabe ressaltar que, para uma interação mais natural, o ideal seria inferir estas informações (implicitamente) em vez de perguntá-las ao usuário (explicitamente).

Por fim, em relação às características individuais do usuário, há uma distinção entre as características estáticas, que são aquelas que não mudam no decorrer da interação, como, por exemplo, os dados cadastrais do usuário, e as características dinâmicas, que são as que sofrem influências através do uso do sistema, como as crenças e planos do usuário.

3.2 Tutores Inteligentes

Ao iniciar-se a utilização de computadores na educação, os softwares educativos existentes eram meros "viradores de página", sendo, simplesmente, a transcrição de livros didáticos para o computador, com a diferença de que, em um livro comum, uma página era virada manualmente, e, com o computador, esta ação

era trocada por um pressionar de alguma tecla (seguindo no mesmo estilo de interação). Nem é correto usar o tempo passado para tratar deste assunto, pois, ainda hoje, os softwares, com raras exceções, continuam nesta linha, com inovações, em sua grande maioria, apenas em termos de apresentação das informações, como, agora, a era da Multimídia, com muitas imagens, sons, movimentos, etc.

Com o passar do tempo, novas pesquisas foram iniciadas com a intenção de melhorar estes sistemas educativos para que eles passassem a agir de forma diferenciada, de acordo com as necessidades/dificuldades individuais de cada usuário (aluno). Estes estudos levaram a idealização de sistemas centralizados no usuário e não no assunto, como era feito anteriormente, passando, assim, de simples "viradores de página" para tutores propriamente ditos, sendo denominados Tutores Inteligentes.

3.2.1 Arquitetura de um Tutor Inteligente

Segundo [VIC92], são vistos como componentes básicos de um Tutor Inteligente (Figura 3.1): a **Base do Domínio**, o **Controle**, o **Modelo do Aluno** (Usuário), as **Estratégias de Ensino**, a **Interface** e o **Usuário** (Aluno).

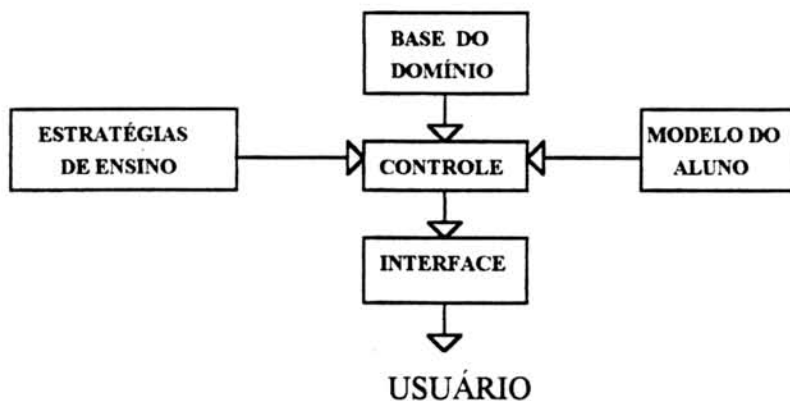


Figura 3.1 - Arquitetura de um Tutor Inteligente

Destes itens, são destacados, de acordo com os propósitos deste trabalho:

- a **Base do Domínio**, da qual ressalta-se o conhecimento sobre o assunto a ser tratado, de forma a possibilitar raciocínio sobre o mesmo;
- o **Controle**, que contém a forma de gerenciar as ações do tutor (o que fazer/de que maneira; diagnóstico de problemas);
- o **Modelo do Aluno**, que contém a representação de seu conhecimento sobre o Domínio (que foi explicitado em maior detalhe no item 3.1);
- a **Interface**, que contém a forma de conduzir a interação de maneira mais agradável e eficaz possível.

Outro enfoque é dado por [WIN92], que descreve sistemas tutores inteligentes em termos de especialistas:

- **especialista do domínio** - conhece o assunto abordado;
- **especialista em estudante** - tenta modelar o conhecimento e problemas do estudante;
- **especialista em ensino** (ou **em didática**) - sabe como o conhecimento deve ser transferido (comunicado) no processo educacional; e,
- **especialista em interação** - pode ser visto como uma extensão dos anteriores, em particular do didático, sendo especialista no campo da comunicação efetiva.

Estes autores [WIN92], ressaltam que todos os especialistas utilizam o mesmo conhecimento, mas o interpretam de maneira diferente.

3.2.2 O que é e o que faz um Tutor Inteligente?

Tanto [MIT93] quanto [BOY92], falam do tutor em termos de conversação. Segundo [MIT93], esta conversação é efetuada entre a base de conhecimento e o tutor e o aluno, que têm o mesmo entendimento, sob diferentes perspectivas. Para [BOY92], realiza-se entre o aluno, a máquina-professor e o educador-desenvolvedor, com o objetivo de proporcionar o compartilhamento de objetivos, acordos, dúvidas, questionamentos e explicações.

Ainda em [MIT93], são vistas algumas das características básicas de um Tutor Inteligente. Para este autor, um Tutor Inteligente deve:

- apresentar informações ao aluno;
- propor-lhe problemas;
- responder as suas questões;
- guiar-lhe na interação com o sistema;
- discutir com ele;
- dar-lhe sugestões de aprendizado;
- inferir seu estado de entendimento;
- possibilitar que ele construa seus próprios modelos do assunto em questão, integrando-os ao que já conhece.

3.3 Interfaces Inteligentes

Segundo [HAY84], geralmente as pessoas necessitam de interfaces que acomodem seus conhecimentos, habilidades e propósitos. Neste sentido, a fim de

tornar as interfaces mais amigáveis e eficazes, surgem propostas de interfaces que se adaptam as características pessoais de cada usuário e cooperam com os mesmos. Isto é ressaltado por [COO88], [FRA93], [HAY84], [STR92] e [ZWI90].

Neste âmbito, estão as interfaces inteligentes. Segundo [ZWI90], existem várias definições para interfaces inteligentes, dentre elas:

- interface que entenda os objetivos e metas do usuário e saiba atingi-los;
- interface que facilite uma interação mais natural, com uma maior tolerância a erros e com formatos mais agradáveis;
- interface que se ajuste ao nível de conhecimento do usuário; ou,
- interface que empregue recursos de Inteligência Artificial para tornar mais fácil sua utilização.

Em [STR92], descreve-se uma interface inteligente como aquela que:

- possui comportamento cooperativo;
- atende aos requisitos para uma boa interface;
- promove inferência de objetivos e planos do usuário a fim de auto-adaptar-se e fornecer-lhe aconselhamento;
- mantém conhecimento sobre o usuário em um modelo.

Em [FRA93], descreve-se a interface inteligente como qualquer interface (não só de Inteligência Artificial) que se comporte de maneira adequada, suportando convenientemente as tarefas do usuário.

Em todos estes autores ([COO88], [FRA93], [HAY84], [STR92] e [ZWI90]), esta inteligência da interface vem do conhecimento que o sistema tem do usuário (modelo do usuário), do domínio de aplicação do sistema e da forma de interação em si.

Para dar uma visão geral do funcionamento de uma interface inteligente, segue, segundo [FRA92], uma arquitetura mínima para este tipo de interface (Figura 3.2).

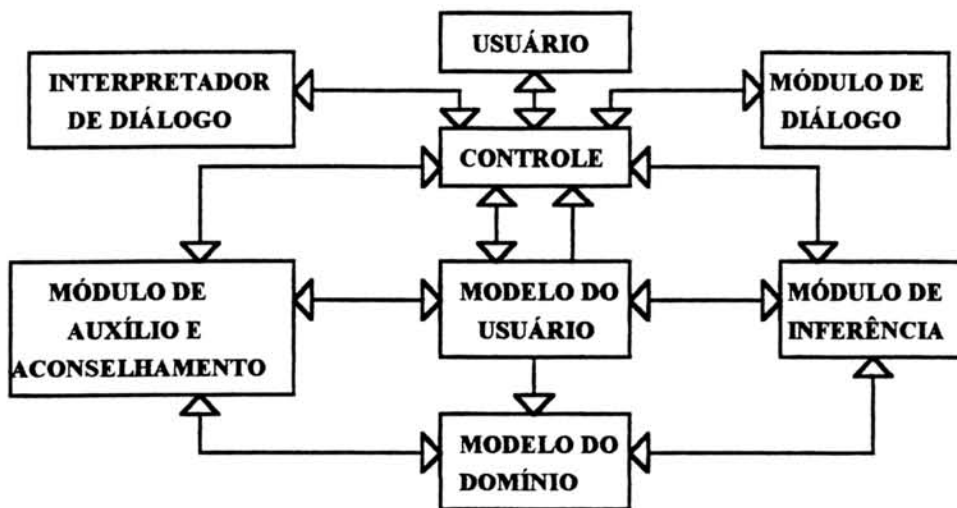


Figura 3.2 - Arquitetura Mínima de uma Interface Inteligente

Nesta arquitetura, tem-se os seguintes elementos:

- o **Módulo de Diálogo**, que contém os estilos de diálogo e estratégias de como este diálogo deve ser efetuado;
- o **Interpretador de Diálogo**, para interpretar, registrar e detectar erros;
- o **Módulo de Controle**, que faz o gerenciamento do funcionamento de toda interface (seleção do modo e estratégia de diálogo; monitoramento dos atos do usuário; inferência e ativação

do aconselhamento quando necessário; gerenciamento dos modelos do usuário e do domínio);

- o **Módulo de Inferência**, que utiliza os atos do usuário para descobrir seus objetivos e construir o plano que ele possa ter em mente;
- o **Módulo de Auxílio e Aconselhamento**, que faz o suporte às tarefas do usuário, baseando-se em seus atos, planos e objetivos;
- o **Modelo do Domínio**, que contém a base de conhecimento com informações sobre as ações e objetivos destas ações. Em alguns casos, pode conter, também, biblioteca de erros e planos corretos;
- o **Modelo do Usuário**, que contém informações obtidas durante a interação, como o perfil do usuário, seus objetivos, crenças, intenções e planos.

Um item muito importante, destacado por [ZWI90], é que sistemas com estas características podem, por exemplo, inferir modelos do usuário e ajustar seu diálogo de acordo com estes. Contudo, **não devem** colocar o usuário em posição passiva para não desestimulá-lo.

3.4 Interfaces Colaborativas

Em [TER90], uma interface colaborativa é vista como aquela que segue um conjunto de princípios para compartilhar tarefas entre sistema e usuário. Este compartilhamento é baseado nas capacidades de cada um (usuário e sistema). Alguns dos princípios descritos são:

- prover recursos que ajudem os usuários nas tomadas de decisões;

- não forçar o usuário a tomar decisões em uma ordem rígida;
- deixar que os usuários construam suas soluções a partir da modificação de soluções anteriores para problemas similares;
- mostrar as ações relevantes quando o conjunto de ações possíveis for muito grande.

No caso de tutores inteligentes, segundo Gilmore & Self citados em [AİM95], o computador pode cooperar com o estudante no processo de aprendizado e facilitar a aquisição do conhecimento em interações controladas pelo aprendiz.

Em [AİM95], ressalta-se, também, o uso do computador como um parceiro que troca idéias com o usuário e não como um tutor que dirige o trabalho.

Para [LEM90], em sistemas onde ocorre esta colaboração, a apresentação e comunicação externa são mais importantes que a representação interna e os mecanismos de raciocínio.

3.5 Planejamento

Em [WOO88], o planejamento é visto como uma atividade humana usada frequentemente e que resulta na geração de planos que, quando executados, levarão a um objetivo particular, de acordo com o conhecimento de quem o planejou.

Segundo [FER94], este planejamento consiste em, dada uma descrição do estado atual do mundo e um conjunto de objetivos a serem atingidos, achar a seqüência ideal de ações que, ao serem executadas, transformem o mundo de tal forma que todos os objetivos sejam atingidos. Ele é baseado na habilidade de prever

o resultado de agir sobre um ambiente externo, dado um conjunto de ações que um agente (homem ou máquina) pode executar.

Estas ações, segundo [FER94], são descritas por operadores, os quais contém conhecimento de como agir sobre o mundo e quais as condições que permitem sua execução. A descrição destes operadores é composta de atributos que seriam:

- condições: condições que devem ser verdadeiras para que o operador seja aplicado;
- condições marginais: definição de contextos diferentes de aplicação do operador (não precisam, necessariamente, ser verdadeiras para que o operador possa ser aplicado);
- pós-condições: o que ocorrerá quando um operador for aplicado. Serão resultados das ações do operador;
- efeitos marginais: resultam da averiguação das condições marginais, ou seja, ocorrerão quando as mesmas forem verdadeiras.

Em [MAL94], fala-se da constituição de planos em termos de estratégias, as quais são descritas por:

- pré-condições: condições necessárias para que a mesma seja executada;
- ação: ação a ser executada;
- padrão de comunicação: forma (texto, gráfico, som, etc) de comunicação da ação/resultado da ação.

3.6 Diagnóstico Inteligente

Um sistema que pretenda auxiliar seu usuário necessita conhecer (diagnosticar) os problemas do mesmo. Segundo [CIA92], no diagnóstico, o sistema deve formular hipóteses sobre as razões das respostas do usuário, de suas crenças, ignorância, etc. Em [VIC93], ressalta-se que não só deve ser diagnosticado um problema, como também deve ser possibilitado um tratamento adequado através de mensagens, conselhos e formas de recuperação ou correção automática do mesmo.

Ainda em [VIC93], há descrição de vários tipos de diagnóstico, dentre os quais serão aqui destacados o diagnóstico baseado em sintomas e, em maior profundidade, o diagnóstico cognitivo.

3.6.1 Diagnóstico baseado em Sintomas

Neste caso, segundo [VIC93], os sintomas são inferidos ou informados ao sistema, salientando-se, na inferência, a fase de localização da falha, quando são procurados os pontos que levaram ao problema e a fase de correção da mesma, onde o motivo que a gerou é tratado.

3.6.2 Diagnóstico Cognitivo

Este diagnóstico, conforme visto em [VIC93], é utilizado no caso de tratamento de erros cometidos pelo usuário, baseando-se na modelagem das habilidades do usuário, seu comportamento, conhecimento e objetivos.

Existem variações para este tipo de diagnóstico. Ele pode ser feito através de medida do desempenho, modelos de *overlay*, descrição de erros e simulação do estado cognitivo.

Salienta-se a medida de desempenho que é um método simples de ser utilizado, por tratar de medidas **quantitativas**, contabilizando estatisticamente as respostas do usuário a fim de fazer o diagnóstico de quanto ele sabe.

É um método bom para determinar os níveis do auxílio a ser prestado, de exercícios a serem oferecidos e da velocidade de apresentação das informações, ou seja, melhorar seu desempenho e não detectar o que ele precisa aprender ou não.

3.6.2.1 Diagnóstico Cognitivo em Tutores Inteligentes

Em Tutores Inteligentes, são utilizadas as mesmas variações de um diagnóstico cognitivo normal, enfatizando-se a relação com o aluno, como, no caso da medida de desempenho, o uso de testes e exames para efetuar esta medição.

Um aperfeiçoamento para este tipo de diagnóstico seria a capacidade do tutor de demonstrar soluções corretas, dar explicações, dicas e fazer perguntas para auxiliar o aluno na escolha da próxima ação.

3.6.2.2 Diagnóstico Cognitivo em Interfaces Inteligentes

O sistema - no que se refere a erros (que levam a um estado inválido ou indesejado) ou comportamento anômalo (que foge do padrão estabelecido) - deve

verificar o contexto de sua utilização, o modelo do usuário, seus objetivos e intenções.

Neste caso, os erros diagnosticados podem ter sido efetuados por acidente e o usuário deve ser avisado do seu acontecimento. Devem, também, ser oferecidas ações para a recuperação do erro ou então ser incluída a possibilidade de recuperação automática do mesmo no sistema.

Além de ser causado por acidente, o erro pode decorrer de ignorância ou de uma expectativa incorreta da consequência de uma ação, quando, em ambos os casos, devem ser oferecidos auxílio ou aconselhamento ao usuário.

3.7 Ajudas Inteligentes

Em todo sistema de computação de bom nível, sempre há um módulo de ajuda (*help*) ao usuário, que tem por objetivo sanar suas dúvidas e temores, no decorrer de uma sessão com o sistema.

Na maioria dos casos, são ajudas padronizadas que podem ser solicitadas pelo usuário, quando o mesmo sentir necessidade, e que mostram explicações (quase sempre textuais e de forma genérica), não ao seu problema específico, mas de maneira que, se vários usuários precisarem de subsídios a respeito do tema, terão a mesma resposta.

Este problema de **não-individualização** da ajuda fornecida pelos sistemas, vem sendo abordado em vários estudos ([HAR88], [JON88], [LEM90], [MAL94], [PRA90], [WIN92], [ZWI90]).

A maioria destes estudos centra o fornecimento de ajuda no monitoramento das ações do usuário. De acordo com o estado atual do usuário

(planos, ações, objetivos, etc.) na interação com o sistema, é prestado algum tipo de ajuda, em diferentes níveis de abstração e detalhe.

Esta ajuda, de acordo com a iniciativa do usuário ou do sistema, é dividida, segundo vários autores ([HAR88], [LEM90], [MAL94], [PRA90], [WIN92]), em dois tipos básicos:

- ajuda **ativa**, onde a ajuda é proposta pelo sistema, a partir da inferência do estado de conhecimento do usuário (verificação de sua performance no uso do sistema, observação de suas ações, etc.). Um grande problema, nesta abordagem, é o momento apropriado de fazer uma intervenção para prestar algum tipo de ajuda;
- ajuda **passiva**, onde a ajuda é requisitada pelo usuário, quando este julgar necessário, a fim de obter alguma justificativa do comportamento do sistema ou a fim de sanar alguma dúvida do usuário.

Grande parte destes autores aborda a inabilidade do usuário em saber o que necessita saber e o que deve perguntar ao sistema. O ideal é alguma forma **mista** de iniciativa, onde o usuário pode perguntar ao sistema o que necessita, enquanto o sistema monitora suas ações e comportamento e lhe fornece ajuda quando julga que vá precisar.

Segundo [PRA90], esta ajuda prestada não deve ser só em termos de sugestões para atingir o objetivo desejado mas sim explicitar a forma como estas sugestões podem ser implementadas e de que maneira o sistema chegou a tal conclusão.

3.8 Outros Aspectos Considerados

Além dos itens anteriores, que proporcionaram a base teórica de fundamentação deste trabalho, foram estudados alguns outros tópicos, como:

- **Modelagem do Mundo:** assim como o usuário é modelado, também o mundo (realidade), onde o sistema está inserido, deve ser modelado. Segundo [MIT93], para a conversação entre o usuário e o tutor, é necessário o modelo de algum aspecto do mundo real, o que também é enfatizado por [BOY92] que sustenta que um sistema que não está inserido em um mundo coerente ao estudante, provavelmente não será utilizado por ele durante muito tempo.
- **Exemplos:** [VAN92] ressalta a importância de ter exemplos e informações em situações críticas. Estes exemplos, em [COS92], podem vir do professor, aprendiz ou do ambiente externo, podendo ser exemplos corretos ou contra-exemplos.
- **Banco de Conhecimento x Mecanismo de Inferência:** assim como sempre é indicado em descrições de sistemas especialistas, [ZWI90] ressalta que seja evitada a incorporação do conhecimento no código do programa. Esta separação entre banco de conhecimento e mecanismo de inferência, também é destacada por [PRA90]. Segundo ele, assim obtem-se uma melhor forma de depuração do sistema e uma maior portabilidade do mesmo para outros domínios.

4 UM SISTEMA INTELIGENTE DE AAC

Atualmente, vem crescendo o número de aplicações práticas de técnicas/conceitos de Inteligência Artificial, nos mais diversos domínios do conhecimento e áreas de trabalho.

Este trabalho pretende seguir esta linha, a fim de, cada vez mais, difundir estes conceitos que muitas vezes ficam só na teoria sem que se consiga vê-los em uso, realmente, na prática.

Como já foi discutido e descrito anteriormente (Capítulo 3), o uso de técnicas como aplicação de interfaces inteligentes/auto-adaptativas e modelagem de usuário em sistemas usuais, apresenta um crescimento na sua utilização, sempre com o propósito de tornar os sistemas de computação mais eficazes e amigáveis.

Visando o emprego destas técnicas à área da Comunicação Alternativa (Capítulo 2), este trabalho tem o objetivo de aprimorar os sistemas existentes, principalmente, nos seguintes aspectos:

- adaptação do sistema às preferências do usuário (como sua velocidade de varredura, símbolos mais utilizados) e seu nível de conhecimento do sistema simbólico em questão e do próprio sistema computadorizado sendo utilizado;
- prestação de auxílio individualizado no aprendizado dos símbolos utilizados, através do acesso ao significado viso-auditivo real ou aproximado dos mesmos, possibilitando o uso de tabuleiros de comunicação "normais" (não computadorizados) de forma mais eficaz.

Foi criado um modelo de sistema inteligente de AAC, a fim de alcançar os objetivos acima, verificando se o emprego destas técnicas levaria a um melhor rendimento na utilização destes sistemas simbólicos, proporcionando uma maior autonomia a seus usuários.

4.1 Arquitetura Funcional

No capítulo referente à Inteligência Artificial (capítulo 3), foram vistas algumas arquiteturas (representadas graficamente nas figuras 3.1 e 3.2), das quais buscaram-se elementos básicos que viessem ao encontro dos propósitos deste trabalho e que serviram de base para a arquitetura esquematizada na Figura 4.1.

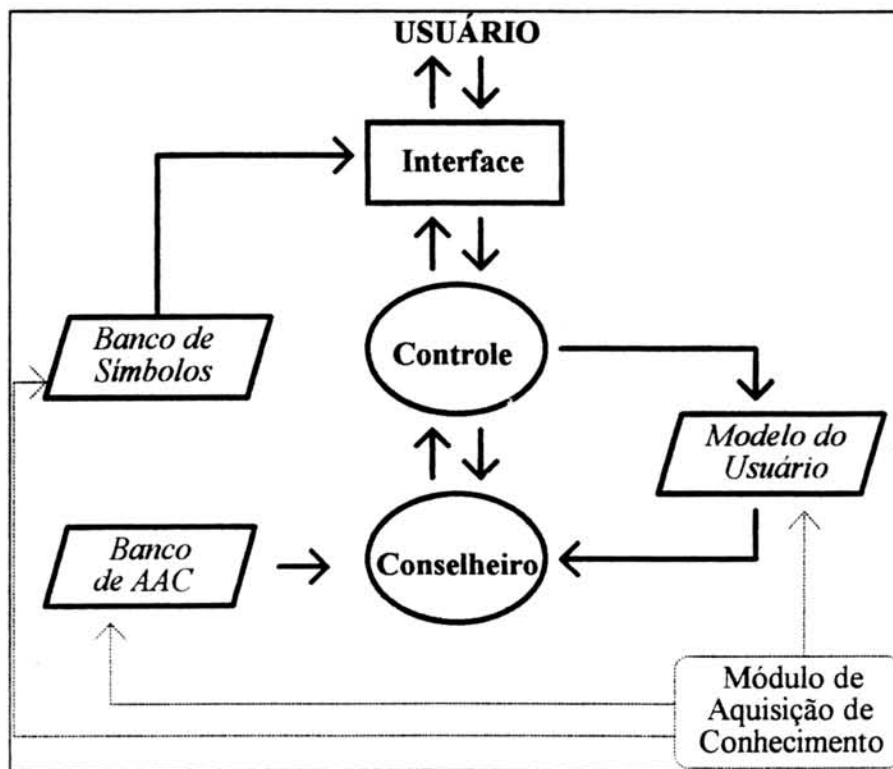


Figura 4.1 - Arquitetura

Nesta arquitetura, encontram-se os seguintes elementos: Interface, Controle, Conselheiro, Banco de Símbolos, Banco de AAC e Modelo do Usuário, que serão descritos, detalhadamente, a seguir. O Módulo de Aquisição de Conhecimento é uma proposta e não foi implementado nesta versão.

4.1.1 Modelo do Usuário

Este componente é dividido em três módulos distintos: Histórico Pessoal, Histórico de Símbolos e Histórico de Exemplos. As informações contidas nestes módulos servirão de base para a verificação do comportamento do usuário, possibilitando, assim, o provimento, pelo sistema, de ajudas e conselhos, inferência de suas intenções e interpretação de seus atos.

4.1.1.1 Histórico Pessoal

Este módulo do Modelo do Usuário é composto por seus dados pessoais (nome, idade) e informações relativas ao uso do sistema (velocidade atual de varredura e número de interações já efetuadas com o sistema).

Este conhecimento, relativo às características pessoais do usuário, pode ser visto conforme a representação da Figura 4.2.

Frame:	<i>Usuário</i>
Nome:	
Idade:	
Número de Interações:	
Velocidade de Varredura:	

Figura 4.2 - *Frame* Usuário

Neste módulo, há uma mescla entre características estáticas e características dinâmicas. O nome do usuário é uma característica estática que não vai ser modificada no decorrer das interações; já os demais itens são características

dinâmicas: a idade é alterada a cada ano; o número de interações é incrementado de um a cada nova sessão com o sistema e a velocidade de varredura vai sendo alterada (aumentada ou diminuída) de acordo com o comportamento do usuário em relação ao sistema.

4.1.1.2 Histórico de Símbolos

Neste módulo, estão armazenados os símbolos utilizados pelo usuário e o comportamento deste em relação a eles.

Este conhecimento, relativo ao que o usuário sabe em relação aos símbolos, pode ser visto conforme a representação da Figura 4.3.

Frame:	<i>Símbolos</i>
Tem_um:	<i>Usuário</i>
Usou_Símbolo:	
Descartou_Símbolo:	
Viu_Animação_Símbolo	

Figura 4.3 - *Frame* Símbolos

O conhecimento deste módulo é dinâmico, sendo atualizado a cada nova interação, se o símbolo em questão tiver sido utilizado. De acordo com a utilização do símbolo, serão incrementados os itens de uso do símbolo, descarte do símbolo e visão de animação do símbolo. Estes itens são quantitativos, representando a quantidade de vezes que o usuário efetuou tal ação em relação a cada símbolo.

4.1.1.3 Histórico de Exemplos

Cada nova frase, criada pelo usuário, é aprendida pelo sistema e armazenada neste módulo, para posterior utilização como exemplo. As frases em si não são alteradas, permanecendo estáticas durante as interações. Contudo, realiza-se a inclusão de novas frases no histórico.

Estas frases, criadas pelo usuário, são armazenadas como visto na representação da Figura 4.4.

Frame:	<i>Frase</i>
Tem_um:	<i>Usuário</i>
Símbolo1:	
Símbolo2:	
Símbolo3:	
Símbolo4:	
Símbolo5:	

Figura 4.4 - *Frame* Frases

Estes módulos do sistema estão em **constante atualização**, de acordo com as ações do usuário e seu comportamento no decorrer da interação. A figura abaixo (Figura 4.5) pretende dar uma melhor visualização da integração entre estes três módulos.

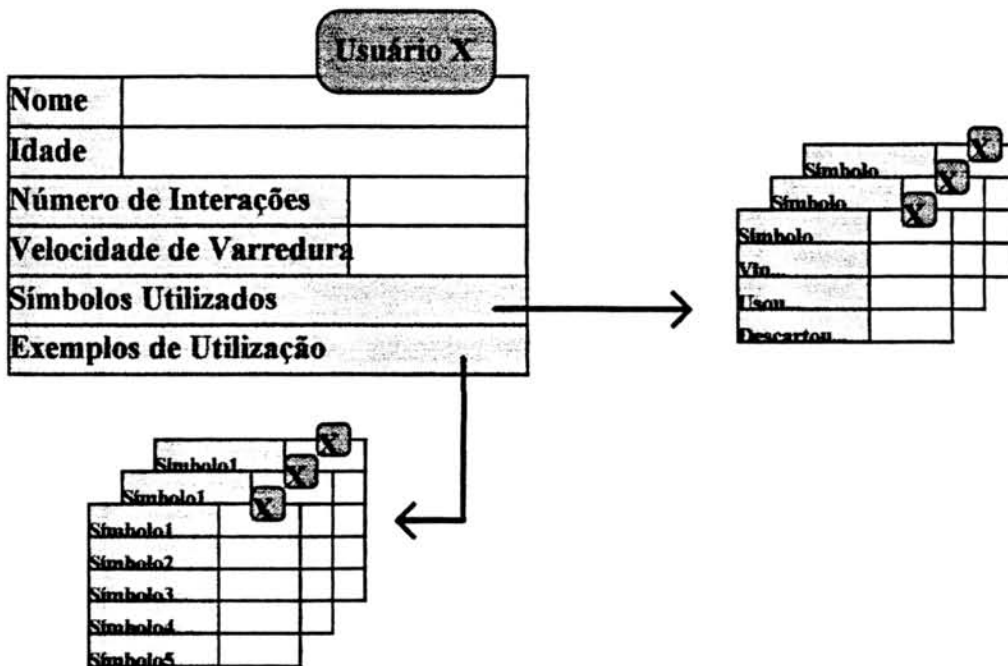


Figura 4.5 - Integração dos Módulos do Modelo do Usuário

4.1.2 Banco de Símbolos

Este componente contém os símbolos da linguagem a ser trabalhada (podendo variar de acordo com a linguagem escolhida para comunicação, sem alterar o mecanismo de controle e aconselhamento) e seus devidos *acessórios*. Estes *acessórios*, associados a cada símbolo, são: nome do símbolo (escrito e falado); seu som característico (se existente) e uma representação visual do mesmo (real ou abstrata), com animação, quando possível (no caso de uma ação, por exemplo, que é difícil de representar pictoricamente).

Assim como no Modelo do Usuário há o Histórico de Exemplos do Usuário, este componente também tem acesso a um Banco de Exemplos. Estes são gerados pelo sistema e não pelo usuário.

A figura abaixo (Figura 4.6) dá uma idéia de todos os *acessórios* disponíveis a cada símbolo.

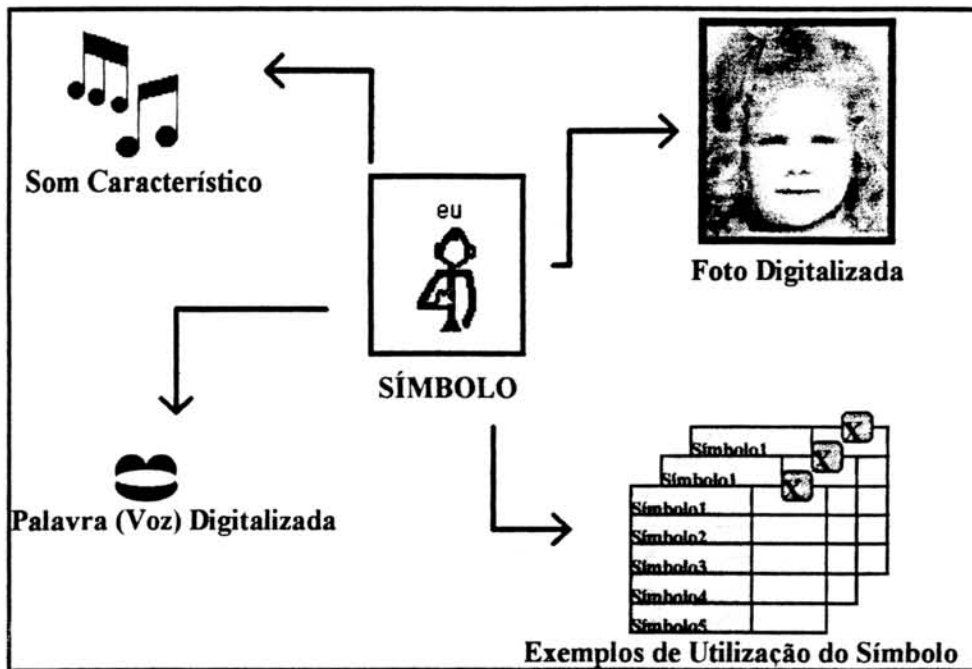


Figura 4.6- Exemplo do Símbolo EU para um Usuário Hipotético

4.1.3 Banco de Informações sobre AAC

Este componente contém informações relativas a AAC, que serão buscadas pelo Conselheiro para que possa aconselhar o usuário de forma ideal.

Os itens dispostos neste banco - separado dos demais com o intuito de poder ser reformulado de acordo com a convicção do especialista que irá utilizá-lo, sem causar danos ao resto do sistema - são os fatos (Figura 4.7) e as estratégias que serão utilizadas pelo Conselheiro.

Número de interações para aumentar a varredura:	
Número de interações para diminuir a varredura:	
Número de varreduras sem ação para diminuir a varredura:	
Número de descartes para trocar a varredura:	
Número de visualizações para treinar varredura:	
Número de descartes de símbolos para mostrar animação:	
Número de descartes de símbolos para mostrar frase:	

Figura 4.7 - Banco de Informações sobre AAC

Os fatos citados acima serão considerados na aplicação das estratégias, descritas abaixo, que foram definidas (com base em [FER94] e [MAL94]) em termos de Pré-condições (que são as condições que devem ser satisfeitas para que as ações sejam realizadas); Ações; o Padrão de Comunicação destas ações (quando disponível); e as Pós-condições (resultados das ações realizadas).

Estratégia: *mostrar explicação do funcionamento do sistema*

Pré-condições: foram efetuadas poucas interações e
usuário não viu nenhuma explicação a este respeito

Ações: mostrar funcionamento do sistema
explicar funcionamento do processo de varredura
explicar ação e reação

Padrão de Comunicação: animações e som

Pós-condições: o sistema sabe que o usuário já viu explicação

Estratégia: *treinar uso da varredura*

Pré-condições: usuário descartou o símbolo muitas vezes e
usuário já viu animações para os símbolos

Ações: treinar o uso do processo de varredura

Padrão de Comunicação: ____

Pós-condições: o sistema sabe que o usuário já treinou a varredura

Estratégia: *reduzir velocidade de varredura*

Pré-condições: usuário está há muito tempo sem escolher nada ou usuário mais descartou do que escolheu símbolos

Ações: reduzir a velocidade de varredura

Padrão de Comunicação: ____

Pós-condições: a velocidade de varredura é reduzida

Estratégia: *aumentar velocidade de varredura*

Pré-condições: usuário experiente e usuário sem problemas de comunicação

Ações: aumentar a velocidade de varredura

Padrão de Comunicação: ____

Pós-condições: a velocidade de varredura é aumentada

Estratégia: *visualizar animação do símbolo*

Pré-condições: usuário descartou o símbolo muitas vezes e usuário ainda não viu animações para o símbolo

Ações: mostra animação do símbolo

Padrão de Comunicação: animação e som

Pós-condições: o sistema sabe que o usuário já viu animação

Estratégia: *ver exemplos de frases*

Pré-condições: usuário descartou símbolos e usuário já viu animação do símbolo

Ações: mostrar exemplo de frase com o símbolo

Padrão de Comunicação: gráfico e som

Pós-condições: o sistema sabe que o usuário já viu exemplos de frase

4.1.4 Controle

Este módulo faz a comunicação com a interface, controlando os sistemas de varredura, trocas de telas e escolhas (símbolos/opções). Ele executa as medidas determinadas pelo Conselheiro.

4.1.5 Conselheiro

O Conselheiro explica ao usuário sobre o funcionamento do sistema, vê suas dúvidas/enganos e tenta auxiliá-lo a entender melhor o sistema e os símbolos que está utilizando.

O Conselheiro permite uma forma **mista** de iniciativa: tanto o usuário pode requisitar ajuda quanto o próprio Conselheiro pode oferecer ajuda.

4.1.5.1 Requisição de Ajuda

O usuário pode requisitar ajuda através da seleção do ícone do Conselheiro, pelo qual lhe serão oferecidas opções de auxílio (selecionáveis por meio de um processo de varredura).

Dentre estas opções, estão a visualização de animações de símbolos, a recusa a algum símbolo selecionado, a alteração da frase que estiver sendo elaborada, a alteração da velocidade de varredura e a conclusão da frase, com sua expressão oral e armazenamento.

4.1.5.2 Oferta de Ajuda

O Conselheiro tenta inferir se o usuário necessita ou não de ajuda.

Esta inferência da necessidade de auxílio é feita através de um monitoramento contínuo, por parte do Conselheiro, das ações do usuário. Além deste monitoramento, há uma busca em seu histórico pessoal e histórico de símbolos (a fim de verificar seu estado atual na utilização do sistema), levando-se em consideração também o conhecimento especialista contido no Banco de Informações de Comunicação Alternativa.

A partir desta inferência, o Conselheiro busca, no Banco de AAC, a melhor estratégia (Conselho) dentre as disponíveis no sistema, utilizando um encadeamento progressivo, partindo dos fatos existentes para chegar ao objetivo proposto.

4.1.6 Interface

A Interface consta de dispositivos que possibilitam uma comunicação agradável entre o sistema e o usuário, através de desenhos e frases faladas, que têm o propósito de facilitar a interação, tornando-a mais próxima da realidade.

O usuário interage com o sistema, através de algumas interfaces distintas, de acordo com o que estiver fazendo. Estas interfaces serão vistas com maior detalhe na descrição do funcionamento do sistema.

É importante ressaltar que sempre que o usuário necessitar interagir com o sistema, seja para escolher o símbolo desejado ou pedir algum conselho, por exemplo, isto será feito através de um processo de varredura de opções, onde as mesmas são ressaltadas uma a uma, de forma sequencial, até que o usuário informe (ao pressionar alguma tecla ou algum tipo de acionador) a opção desejada.

4.2 Funcionamento do Sistema

O foco central deste trabalho é a **adaptação** do sistema a seu usuário, a fim de dar-lhe uma maior autonomia. Para esta individualização poder ser concretizada, é necessário que sejam conhecidos, principalmente, o nível de conhecimento do usuário (o que ele sabe ou não) e seu propósito (o que deseja fazer ou não) na utilização do sistema.

4.2.1 Níveis de Conhecimento dos Usuários

Conforme visto em [FRA92], existem diversas classificações de usuários, de acordo com seus níveis de conhecimento, como: ingênuos, experientes; ativos, passivos; novatos, intermitentes; etc.

Para denominar os usuários deste modelo utilizou-se uma classificação própria, mais adequada aos propósitos desejados e ao tipo de aplicação. Esta nova classificação resultou em: *experientes*; *inexperientes* ou *desatentos*; e *curiosos*.

Em uma breve definição destas denominações, temos:

- usuário *experiente*, é aquele que já utilizou o sistema várias vezes, sabendo utilizar bem o sistema de varredura e as opções do sistema, sendo também um bom conhecedor da linguagem simbólica utilizada;
- usuário *inexperiente* ou *desatento*, é aquele que não tem muita familiaridade com o sistema ou por inexperiência (pouco contato com o sistema ou a linguagem simbólica) ou por desatenção (falta de atenção nas vezes em que interagiu com o sistema/linguagem);

- usuário *curioso*, é aquele que só quer dar uma "olhadinha" no sistema (rever algum símbolo, ver como funciona o sistema), como, por exemplo, a pessoa que vai auxiliar o usuário no uso do sistema (interlocutor - professor, amigo, familiar, etc.).

4.2.2 Intenções x Propósitos Finais

Assim como os usuários são distintos, distintas são suas intenções e seus propósitos na utilização do sistema. Suas intenções - de acordo com seus propósitos finais - podem ser:

- **comunicar-se**, ou seja, utilizar o sistema como um comunicador, para poder "falar" com o mundo exterior, exprimindo suas idéias e sentimentos. Neste caso, o usuário utilizaria o sistema para montar suas frases através da escolha de símbolos e, depois de concluída, enviá-la (fala) ao seu parceiro de comunicação (interlocutor);
- **treinar o uso dos símbolos**, ou seja, utilizar o sistema para aprender os símbolos, ou mesmo aprender o funcionamento do sistema, podendo querer ver os símbolos, seu som, fala, uma animação contextualizada (num ambiente familiar) do mesmo e exemplos de sua utilização em frases. Pode também criar seus próprios exemplos para uso futuro;
- **ver símbolos**, ou seja, utilizar o sistema para se ambientar com o próprio ou com o uso dos símbolos, sem querer maiores aprofundamentos.

4.2.3 Interação com o Modelo

A fim de validar este modelo foi desenvolvido um protótipo denominado **FALAS** (**F**erramenta **A**lternativa de **A**quisição **S**imbólica), que passará a ser descrito com o intuito de exemplificar a utilização do modelo.

Ao iniciar uma sessão com o protótipo, após identificar-se, o usuário pode informar com que finalidade inicial ele pretende utilizar o sistema (comunicação, treinamento ou visualização).

A partir desta interação inicial e com as informações contidas no modelo do usuário, o mesmo passa a interagir com o sistema.

A diferença básica, de acordo com a intenção do usuário, é que, se ele deseja a **comunicação**, ele utilizará a interface de Comunicação, sem varredura no Conselheiro (opções de som, animação, etc.). Isto agilizará o processo de comunicação. Não há a possibilidade de requisição do Conselheiro, mas este segue monitorando as ações do usuário e, sempre que necessário, oferece-lhe ajuda.

Em relação ao **treinamento**, ele tem disponível a possibilidade de requisitar o Conselheiro, o que diminui a velocidade do sistema mas aumenta a interação com os símbolos e seus significados.

Finalmente, se a escolha for de **visualização**, somente é possível visualizar os símbolos e suas animações/sons, sem a possibilidade de criação de frases.

Após a tela inicial com informações gerais sobre o sistema, seguem-se várias tarefas que o usuário deve executar até iniciar a comunicação propriamente dita.

A seguir, encontram-se todas as tarefas possíveis, as quais, dependendo do propósito do usuário, serão ou não apresentadas.

4.2.3.1 Escolha do Usuário

A primeira decisão a ser tomada é quem vai utilizar o sistema. Desde esta opção o usuário já pode trabalhar sozinho, de forma **autônoma**, pois a todas ações do sistema que sejam necessárias uma resposta do usuário, a mesma pode ser dada por seleção de ações em um processo de varredura, como foi citado anteriormente.

A cada passagem por um novo nome, é mostrada a foto do mesmo (Figura 4.8), para que usuários não alfabetizados possam ter autonomia no uso do sistema.



Figura 4.8 - Escolha do Usuário

4.2.3.2 Escolha do Modo de Interação e Símbolos

O usuário pode escolher se quer trabalhar com a ajuda do interlocutor ou de forma autônoma (Figura 4.9).



Figura 4.9 - Escolha do Modo de Interação: autônomo ou auxiliado

Se o usuário escolhe, através do processo de varredura onde a velocidade já está adaptada a seu nível atual, a utilização com o interlocutor, isto indica que é este quem vai escolher os símbolos a serem dispostos na interface de comunicação. Esta escolha é feita através de campos de *scroll* (Figura 4.10) onde o interlocutor as seleciona (com o auxílio do mouse) na ordem em que elas vão ser dispostas no tabuleiro (das mais as menos utilizadas).

VERBOS	SUBSTANTIVO	PESSOAS	ADJETIVOS	SOCIAL
acordar	armário	avó	alegre	adeus
amar	cadeira	avô	alto	até logo
cantar	cama	amigo	baixo	bom dia
dormir	estante	colega	bom	boa tarde
ler	mesa	eu	bonito	boa noite
olhar	quadro	irmã	claro	não
ouvir	rádio	irmão	escuro	oi
sair	relógio	mãe	feio	olá
sentar	telefone	pai	mau	sim
telefonar	vaso	professor	triste	tchau
		vizinho		

Figura 4.10 - Escolha de Símbolos pelo Interlocutor

Caso o usuário tenha escolhido o modo de interação sem auxílio do interlocutor (modo autônomo), o sistema - de acordo com o modelo do usuário - escolherá os símbolos mais usados por ele e os disporá na tela de acordo com este grau de utilização (são dispostos 14 símbolos na interface da figura 4.11, sendo que o último quadro fica para a possibilidade de ir para um novo grupo de (14) símbolos e assim por diante - como nos cadernos de comunicação usuais).

Tanto no modo de auxílio do interlocutor quanto no autônomo, é enfatizada a ordem da disposição dos símbolos na tela. Isto é extremamente importante, na medida em que o usuário pode ter acesso, de maneira mais ágil (fácil e rápida), aos símbolos que estão dispostos em primeiro lugar na tela, devido ao fato da varredura ser feita símbolo a símbolo - onde os símbolos que estão em primeiro lugar levam menos tempo para serem selecionados do que os que estão em último.

É por este motivo que, quando é realizada pelo sistema a tarefa de dispor os símbolos, este o faz de acordo com a utilização dos mesmos pelo usuário, sendo os mais frequentemente utilizados, dispostos em primeiro lugar.

4.2.3.3 Comunicando-se

Após a escolha pelo interlocutor ou sistema dos símbolos a serem utilizados, terá início, de fato, a comunicação com a visualização da interface de comunicação (Figura 4.11).

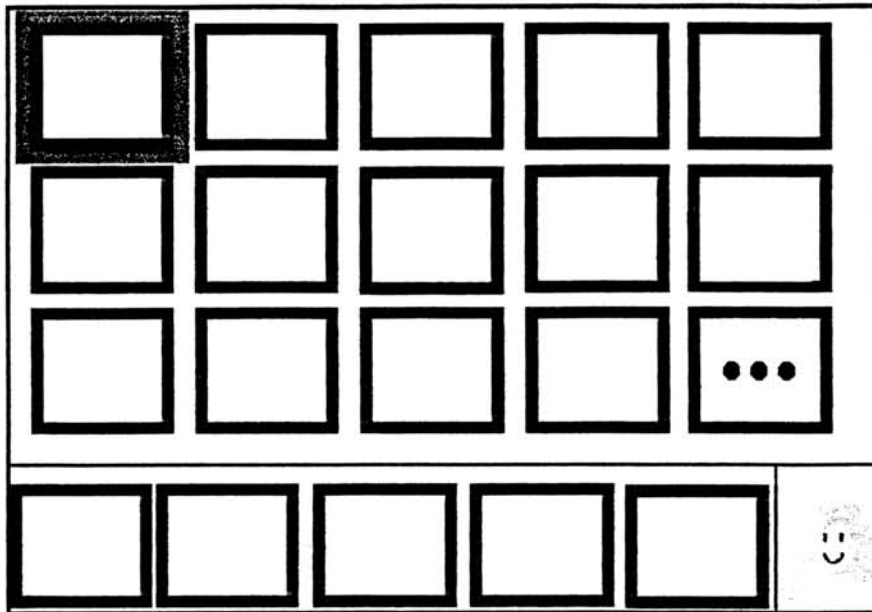


Figura 4.11 - Interface de Comunicação

Esta interface pode ser dividida em três regiões básicas: Símbolos, Frase e Conselheiro, como pode ser visto na figura abaixo (Figura 4.12).

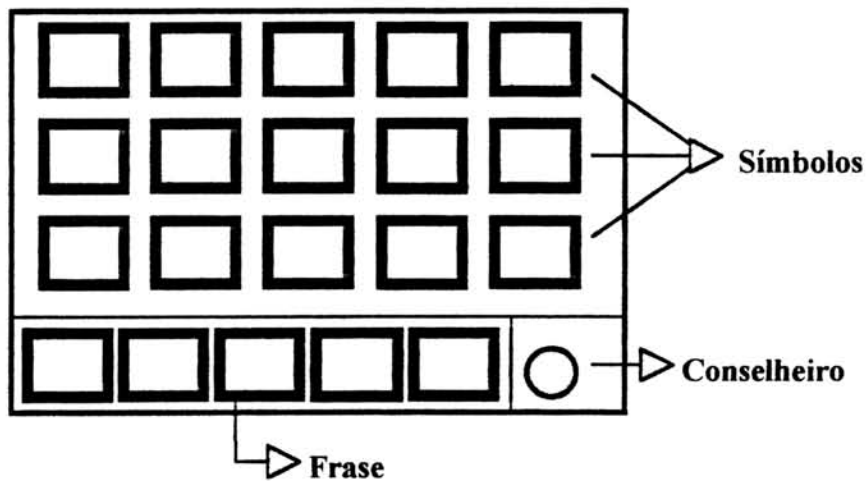


Figura 4.12 - Regiões Básicas da Interface de Comunicação

Nesta interface, é feita uma varredura seqüencial dos símbolos dispostos na parte superior da tela (parte de Símbolos). Após a escolha do símbolo desejado, é feita uma varredura entre a frase (próximo símbolo da frase a ser preenchido) e o Conselheiro, para o caso do usuário querer alguma espécie de auxílio (isto no caso de uso para Treinamento; se for para Comunicação, o ícone do Conselheiro não aparece).

Na escolha da frase, o símbolo é disposto no primeiro quadro disponível e o sistema reinicia a varredura a partir do início (primeiro símbolo da primeira coluna da primeira linha) e, no caso da escolha do Conselheiro, são oferecidas algumas opções de conselho.

Dentre as opções disponíveis (as quais também se pode ter acesso por meio de varredura de opções), estão: visualizar animação do símbolo; descartar o símbolo (reinicia a varredura de opções); apagar um símbolo da frase; e terminar a frase (antes de completar os cinco símbolos) e falá-la.

Na escolha da animação, a varredura reinicia a partir do próprio símbolo escolhido (repete a varredura nele e continua) e não do primeiro como nas outras.

4.2.3.4 Ações do Usuário

Como foi visto no decorrer dos itens anteriores, há uma série de ações que podem ser tomadas pelo usuário, no sentido de possibilitar sua comunicação, pedir auxílio, etc.

A seguir, serão vistas algumas destas **ações**, com seus **pré-requisitos** (o que acontece para chegar a ação), as **ações** relacionadas a ela (o que o sistema fará

a respeito do pedido/ação) e como fica o sistema após a tomada desta decisão/ação (pós):

Ação: *ver símbolo*

Pré-condições: selecionar símbolo e
escolher ver a animação do símbolo

Ações relacionadas: mostrar animação do símbolo
recomeçar varredura a partir do próprio símbolo

Pós-condições: usuário já viu o símbolo

Ação: *escolher símbolo*

Pré-condições: selecionar símbolo e
aceitar símbolo

Ações relacionadas: colocar símbolo na frase
recomeçar varredura a partir do início

Pós-condições: usuário já usou o símbolo

Ação: *descartar símbolo*

Pré-condições: selecionar símbolo e
descartar o símbolo

Ações relacionadas: não selecionar símbolo
recomeçar varredura a partir do início

Pós-condições: usuário descartou símbolo

Ação: *falar frase*

Pré-condições: fim da seleção de símbolos **ou**
escolher falar a frase

Ações relacionadas: falar a frase

Pós-condições: frase foi aprendida pelo sistema

Ação: <i>iniciar frase nova</i>
--

Pré-condições: iniciar comunicação ou
escolher recomeçar a comunicação

Ações relacionadas: limpa a frase para recomeço
recomeça varredura do início

Pós-condições: _

4.2.4 Recursos Utilizados x Limitações

O desenvolvimento deste protótipo foi efetuado em microcomputador PC-Compatível, sobre ambiente Microsoft Windows e no Assymetrix Toolbook (versão 1.53). A escolha deste software em particular (Assymetrix Toolbook), deve-se a sua facilidade de manipulação de recursos tais como: animações, som, etc., permitindo também a ligação com Bases de Dados e outros softwares padrões.

Para a geração das bases de dados que comportam o Modelo do Usuário (Histórico Pessoal, Histórico de Símbolos e Histórico de Exemplos) foi utilizado o software dBase III, sendo, depois, estas bases gerenciadas a partir do próprio Toolbook.

Além disto, foi utilizado o aplicativo padrão do Windows (com placa de som Sound Blaster e microfone) para armazenamento de som, a fim de gerar os arquivos de sons e fala do protótipo.

Este trabalho é um protótipo e, como tal, não contém todos os símbolos da linguagem utilizada (3200 símbolos) e sim uma quantidade suficiente para que pudessem ser verificadas as idéias trabalhadas. Um problema a ser enfrentado quando da exploração e implementação de todos os símbolos será o tamanho do sistema final, devido à quantidade de imagens gráficas e arquivos de som que o mesmo utiliza.

4.2.4.1 Requisitos para Utilização do Protótipo

Para que o protótipo funcione é necessário um computador PC compatível 386, no mínimo, com 4Mb de RAM e com placa de som.

Em termos de software é necessário o Microsoft Windows e o Assymetrix Toolbook (versão 1.53).

5 CONSIDERAÇÕES TEÓRICAS

Na idealização do modelo e sua posterior validação através do protótipo, foram considerados vários fatores teóricos - levantados após os estudos realizados.

A seguir, serão descritos os fatores que foram ressaltados neste trabalho, do ponto de vista da Comunicação Alternativa e Aumentativa e da Inteligência Artificial, bem como o porquê da escolha do sistema simbólico SPC para a implementação do mesmo.

5.1 Comunicação Alternativa e Aumentativa

Em [LLO92], são listadas algumas considerações a serem feitas na seleção dos símbolos a serem utilizados. Na tabela abaixo, algumas destas considerações são salientadas e utilizadas como considerações para a confecção do modelo (e não dos símbolos). Esta comparação é feita no sentido de averiguar se as mesmas foram contempladas neste estudo.

Tabela 5.1 - Considerações para Seleção x Modelo

Considerações para a Seleção [LLO92]	Por que/Como no Modelo
compreensão do símbolo para usuários, companheiros não treinados, comunidade em geral	o sistema facilita esta compreensão, não modificando o símbolo em questão (pois isso modificaria a linguagem simbólica) mas dando alternativas de animações e sons para tornar mais claro seu significado

Tabela 5.1 - Considerações para Seleção x Modelo

facilidades de participação, interação face a face	o usuário pode criar suas frases e interagir com seu interlocutor e com o sistema para tentar resolver seus problemas
possibilidade de comunicação a distância (projeção)	para isto, o sistema tem a opção de "falar" a frase criada, de forma que o interlocutor possa entender o que o usuário quer dizer sem precisar conhecer os símbolos utilizados
acessibilidade rápida aos símbolos	a interface de comunicação, com símbolos previamente escolhidos por quem está interagindo com o usuário ou dispostos segundo sua frequência de utilização, é de fácil uso, sendo, todas as opções disponíveis, selecionáveis por um processo de varredura
amigabilidade	a forma de tratamento ao usuário, através de suas interfaces icônicas e amigáveis, permite um alto grau de amigabilidade
necessidade de pequena demanda física	utilização de um acionador para a seleção de opções, sendo este adaptado onde houver algum resto de movimento por parte do usuário
treinamento limitado	na interação com o protótipo, existem explicações animadas sobre todo o funcionamento deste, facilitando o treinamento

Ainda são destacados (Tabela 5.2) outros itens a serem levados em consideração, em relação ao aprendizado natural e às estratégias de ensino.

Tabela 5.2 - Considerações para Ensino/Aprendizado x Modelo

Considerações para o Ensino/Aprendizado	Por que/Como no Modelo
casamento de figuras e das ações e/ou objetos com palavras facilitará o aprendizado das mesmas [LLO92]	todas as figuras/ações/objetos são mostradas junto com sua palavra escrita e também falada
trocando os símbolos gráficos por figuras, tornar-se-á mais fácil o aprendizado [LLO92]	neste caso são incluídos, para cada símbolo (quando possível), desenhos (figuras) representativos e animações para facilitar o aprendizado
melhor aprendizado dos símbolos, quando há explanação durante seu aprendizado [LLO92]	isto é facilitado através de sons, fala e animações
<p>símbolos gráficos que assemelham-se à sua referência são mais facilmente aprendidos e retidos que aqueles que não se assemelham [LLO90b]</p> <p>símbolos mais concretos/familiares (objetos, coisas) têm aprendizado mais fácil que os mais abstratos (emoções, ações) [LLO92]</p>	isto já foi salientado e, para os símbolos que não se assemelham, existem as animações, figuras e sons característicos (quando possível)

Tabela 5.2 - Considerações para Ensino/Aprendizado x Modelo

em [MUS93b], enfatiza-se o uso da música e os benefícios quando de sua utilização no processo de ensino-aprendizagem de sinais/símbolos/palavras	utilização de sons característicos ou relacionados ao contexto
--	--

5.1.1 Escolha do Sistema Simbólico a ser Utilizado no Protótipo

O sistema escolhido para utilização no protótipo, construído para validação do modelo, foi o SPC. A escolha deste sistema foi efetuada, tendo por base os seguintes fatores:

- quantidade de símbolos disponíveis no sistema: o SPC contém aproximadamente 3200 símbolos, com possibilidade de criação de novos. No sistema PIC são apenas 400 símbolos e no Bliss, 2400 (com possibilidades ilimitadas de expansão).
- apesar da quantidade ilimitada de símbolos Bliss, o alto grau de abstração de seus símbolos levou a descartá-lo em relação ao SPC, onde os símbolos são mais concretos e próximos da realidade, o que não só facilita seu aprendizado e memorização, como vem de encontro a um dos propósitos do trabalho que é o de utilizar as animações (com os próprios símbolos) para auxiliar no aprendizado dos mesmos;
- utilização (e recomendação de uso) deste sistema pelo grupo de pesquisa da Universidade Técnica de Lisboa e do Centro de Reabilitação de Paralisia Cerebral Calouste Gulbenkian (ambos de

Lisboa-Portugal), que deram subsídios e suporte à realização deste trabalho e que utilizam este sistema;

- disponibilidade de software contendo os símbolos deste sistema e necessário à construção do protótipo, cedido pelo grupo de Portugal.

Além destes fatores, ressalta-se que um dos objetivos do protótipo é proporcionar um ambiente de aprendizado dos símbolos de comunicação a serem utilizados, realizando, para isto, animações com desenhos semelhantes ao símbolo em questão (de forma ampliada e contextualizada com outros símbolos), como pode ser visto na figura 5.1 (a seqüência de animação está reduzida, ocupando, na realidade, uma tela inteira). Para esta representação ficaria difícil, por exemplo, utilizar símbolos como os de Bliss, devido a seu alto grau de abstração e a pouca semelhança destes com a realidade.

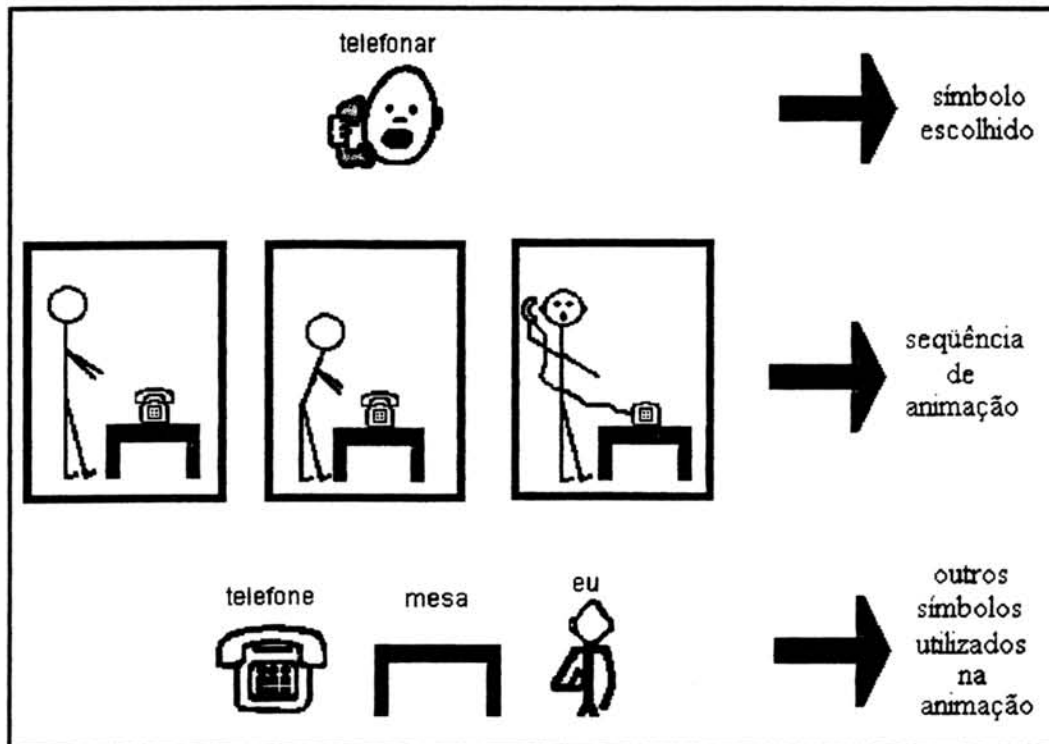


Figura 5.1- Exemplo de Animação e Símbolos SPC

5.2 Inteligência Artificial

Conforme visto no capítulo 3, várias foram as abordagens, do campo da Inteligência Artificial, estudadas para este trabalho.

Nas tabelas seguintes, são salientados alguns destes tópicos e de que maneira eles foram contemplados no modelo.

Tabela 5.3 - Considerações em Relação à Modelagem de Usuário

individualizar o uso do sistema [MCC92]	a individualização ocorre na medida em que o sistema - para cada usuário em especial - se adapta de acordo com as suas dificuldades e necessidades
comunicar o que é relevante no momento [MCC92] ajudar o usuário [MCC92]	de acordo com o comportamento do usuário ou seus desejos na interação (comunicar, treinar, etc.) lhe são comunicadas informações relevantes (conselhos - que levam a animações, trocas de velocidade, treinamento do sistema de varredura, etc.)

Tabela 5.3 - Considerações em Relação à Modelagem de Usuário

<p>devem estar presentes no conteúdo do modelo: características individuais do usuário (suas preferências, avaliação de seu desempenho, etc.) e seus objetivos (inferidos ou informados) [FRA92]</p>	<p>nesta abordagem, o modelo do usuário é dividido em três (Histórico Pessoal, Histórico de Exemplos e Histórico de Símbolos), cada qual com as características individuais do usuário em relação aos mesmos (símbolos, exemplos), sendo os objetivos inferidos no decorrer da interação ou informados no seu início.</p>
<p>o modelo pode ser individual ou canônico; explícito ou implícito e suas características estáticas ou dinâmicas [STRO92] [FRA93]</p>	<p>o modelo proposto é individual; explícito quanto aos dados cadastrais (nome e idade), implícito quanto aos resultados das inferências, estático (nome do usuário) e dinâmico (demais características)</p>
<p><u>dinamicidade</u></p>	<p>o Modelo do Usuário está em constante alteração, no decorrer da interação, de acordo com as ações do usuário</p>

À medida que novos itens são expostos, pode ser observado que algumas das características levantadas em uns têm muito em comum com características de outros, levando a mesma validação no protótipo. Logo, algumas das ações do protótipo - em relação ao item estudado - podem parecer repetitivas, mas visam sanar o mesmo tipo de problema ou validar um conceito análogo, sendo novamente descritas com o intuito de comparar melhor o estudo e a solução dada no modelo utilizado.

As tabelas, a seguir, visam mostrar esta comparação entre os estudos realizados e o que foi contemplado no sistema, de forma esquemática, apenas a título de ilustração.

Tabela 5.4 - Considerações em Relação a Tutores Inteligentes

<p>Da arquitetura básica de um Tutor Inteligente, são destacados: Base do Domínio, Módulo de Controle, Modelo do Aluno e Interface [VIC92]</p>	<p>Relacionados a estes, podem ser encontrados no protótipo: Banco de Símbolos e Banco de AAC, Controle e Conselheiro, Modelo do Usuário e Interface</p>
<p>apresentar informações [MIT93]</p>	<p>as informações - no protótipo - são os símbolos com seus determinados sons, fala, animação, que são apresentados quando solicitados ou quando inferida a necessidade de ajuda pelo Conselheiro</p>
<p>dar sugestões [MIT93]</p>	<p>quando o Conselheiro vê que algo não está bem, ele sugere alguma ação ao usuário (ver símbolos, trocar velocidade de varredura, ver exemplos, treinar varredura, etc.)</p>
<p>inferir o estado de entendimento [MIT93]</p>	<p>a partir do comportamento do usuário na utilização do sistema (escolha de símbolos, formação de frases, observação de animações, etc.), é inferido seu estado de entendimento</p>

Tabela 5.4 - Considerações em Relação a Tutores Inteligentes

possibilitar construção, pelo usuário, de seus próprios modelos do assunto, integrando-os aos existentes [MIT93]	ao usuário é permitido criar exemplos de frases que serão incorporadas ao seu banco particular de exemplos e usadas quando houver alguma dúvida por parte do usuário
--	--

Tabela 5.5 - Considerações em Relação a Interfaces Inteligentes

da arquitetura básica de uma Interface Inteligente, são destacados: Modelo do Usuário, Módulo de Inferência, Módulo de Controle e Módulo de Auxílio e Aconselhamento [FRA92]	relacionados a estes, podem ser encontrados no protótipo: Modelo do Usuário, Conselheiro, Controle, Conselheiro
sistema deve entender os objetivos e metas do usuário [ZWI90]	os mesmos são informados no início ou inferidos durante a interação
interface deve proporcionar uma interação mais natural [ZWI90]	através do processo de varredura e da transparência das ações do Conselheiro (o raciocínio seguido por ele e suas inferências não são mostrados ao usuário a fim de não prejudicar a comunicação) é proporcionada uma interação mais natural, com a escolha de opções como é feito com um tabuleiro normal de comunicação

Tabela 5.5 - Considerações em Relação a Interfaces Inteligentes

deve ajustar-se ao nível de conhecimento do usuário [ZWI90]	conforme o usuário se comporta e o Conselheiro infere suas necessidades e dificuldades, o sistema vai se adaptando a ele
deve ter comportamento cooperativo [STR92]	ambos, usuário e Conselheiro, cooperam no sentido de uma melhor interação e comunicação

Tabela 5.6 - Considerações em Relação a Interfaces Colaborativas

computador como parceiro [AİM95]	não é o sistema quem dirige a interação, o Conselheiro só se manifesta quando julga necessário ou quando é requisitado pelo usuário
construção de soluções a partir de soluções de problemas anteriores [TER90]	a partir do armazenamento das frases criadas pelo usuário e sua posterior utilização em casos de dúvida
importância da apresentação e comunicação externas [LEM90]	o sistema é bem amigável em relação a suas opções e sugestões, sempre em forma de ícones, sons e animações

Tabela 5.7 - Considerações em Relação ao Planejamento

<p>ações descritas em termos de condições, condições marginais, pós-condições, efeitos marginais [FER94]</p> <p>descrição por pré-condições, ação, padrão de comunicação [MAL94]</p>	<p>ações do Conselheiro descritas por: estratégia, condição, ação, pós-condições e padrão de comunicação</p>
--	--

Tabela 5.8 - Considerações em Relação ao Diagnóstico, segundo [VIC93]

<p>não deve apenas ser feito o diagnóstico e sim o tratamento do problema encontrado</p>	<p>conforme algum problema é encontrado (dificuldade de formar frases, entender e usar o sistema ou símbolos, etc.) são fornecidos auxílio e conselhos ao usuário (ver novamente um símbolo, sua animação, exemplos de frases, troca da velocidade de varredura, treinar varredura, etc), visando ajudá-lo a compreender melhor o que está acontecendo.</p>
<p>no <u>diagnóstico baseado em sintomas</u>, os pontos que levaram a falha devem ser localizados</p>	<p>a partir do encontro de algum problema (não conseguiu usar o símbolo, não consegue acompanhar a varredura), buscam-se seus motivos (não conhece o símbolo, a velocidade de varredura está muito alta, etc.)</p>

Tabela 5.8 - Considerações em Relação ao Diagnóstico, segundo [VIC93]

<p>no <u>diagnóstico baseado em sintomas</u>, após localizados estes pontos, os mesmos devem ser tratados</p>	<p>de acordo com o motivo encontrado, há o tratamento do mesmo (visualização de animações contextualizadas do símbolo, frases já efetuadas, animação de frases já feitas, etc.)</p>
<p>no <u>diagnóstico cognitivo</u>, o sistema deve conter ações para responder ao usuário</p>	<p>partindo das ações do usuário, existem várias respostas do sistema ao mesmo (visualização de animações contextualizadas do símbolo, frases já efetuadas e frases animadas, trocar velocidade de varredura, treinar varredura, etc.)</p>
<p>uma das formas de <u>diagnóstico cognitivo</u> é a medida de desempenho</p>	<p>como medida de seu desempenho, são observadas quantas vezes o usuário deixou o sistema varrer os símbolos sem escolher nada, descartou algum símbolo ou frase, escolheu símbolo, viu animação do símbolo (e depois descartou-o)</p>
<p>no <u>diagnóstico cognitivo</u>, em Tutores Inteligentes, devem ser dadas soluções corretas, explicações, dicas</p>	<p>o protótipo mostra animações, exemplos, conselhos</p>
<p>no <u>diagnóstico cognitivo</u>, em Interfaces Inteligentes, devem ser oferecidos auxílio e conselhos</p>	<p>o Conselheiro, de acordo com os problemas encontrados, aconselha/auxilia o usuário</p>

Tabela 5.9 - Considerações em Relação a Ajudas Inteligentes

<p>levar em consideração o conhecimento do usuário para auxiliar melhor [FRA92]</p> <p>ter uma maior interação entre a interface e o modelo do usuário [FRA92]</p>	<p>a partir das interações com o protótipo, o conhecimento do usuário vai sendo armazenado e o mesmo é utilizado no momento de oferecer alguma ajuda/ conselho</p>
<p>sugerir ações [STRO92]</p>	<p>visualização de animações contextualizadas do símbolo, frases já efetuadas e frases animadas, trocar velocidade de varredura, treinar varredura, etc.</p>
<p>iniciativa de diálogo ativa x passiva [HAR88], [LEM90], [PRA90], [WIN92], [MAL94]</p>	<p>iniciativa mista de diálogo (tanto pode ser ativa quanto passiva)</p>

Tabela 5.10 - Considerações em Relação a Utilização de Exemplos

<p>utilização de exemplos em situações críticas [VAN92]</p>	<p>conforme o comportamento e dificuldades do usuário, são oferecidos exemplos de frases já construídas por ele ou pelo sistema</p>
---	---

6 CONSIDERAÇÕES FINAIS

A fim de proporcionar uma maior **autonomia** ao usuário de sistemas de AAC, através de uma comunicação mais eficaz e amigável e de um aprendizado dos símbolos da forma mais natural possível, foi desenvolvido este trabalho.

Para compreender esta forma de comunicação, fez-se um estudo da AAC, principalmente em termos de seus conceitos básicos e, especificamente, dos sistemas simbólicos de comunicação, procurando-se, também, mostrar o estado da arte desta área, com os sistemas disponíveis atualmente. Visando possibilitar uma comunicação mais efetiva, buscaram-se técnicas de Inteligência Artificial que pudessem auxiliar na construção deste modelo, como o uso de modelagem de usuário, interfaces inteligentes, ajudas inteligentes, tutores inteligentes, etc.

O modelo desenvolvido vem de encontro as necessidades da área da AAC, onde a grande maioria dos sistemas desenvolvidos não aborda a parte do ensino dos símbolos e nem da animação do significado dos mesmos, ficando este a cargo das pessoas que trabalharão com o usuário (o que dificulta também seu aprendizado pelas pessoas que irão comunicar-se com o usuário - parentes, amigos, atendentes, ou seja, pessoas não familiarizadas com estes símbolos e que conviverão com eles), tendo que ser feito de forma "manual" e individualizada.

Outro problema dos sistemas atuais é a necessidade de ter, sempre, alguém para auxiliar na escolha dos símbolos iniciais a serem trabalhados. Neste modelo, pretende-se fazer isto de uma forma mais autônoma (pelo menos dando ao usuário a possibilidade de escolher a forma pela qual quer utilizar o sistema).

A partir dos estudos realizados e da construção do modelo, um item que ficou muito claro foi a necessidade de uma interface **transparente** ao usuário. Transparente, aqui, no sentido de que o usuário não precisa saber todo o raciocínio do Conselheiro (quais suas inferências, etc.), pois o acúmulo de informações poderia atrapalhar a interação, prejudicando sua comunicação. Logo, optou-se para que tudo

ocorresse de forma mais natural e transparente possível ao usuário, onde o mesmo é monitorado e auxiliado sem maiores perturbações.

Como destaque principal deste trabalho, vê-se a grande contribuição que a área da Inteligência Artificial pode dar, não só a sistemas para Reabilitação, mas de forma geral, tornando-os mais adaptáveis a seus usuários e, assim, estes necessitando menos esforços para conduzir seus trabalhos. Além disso, o emprego destas técnicas (de Inteligência Artificial) em sistemas padrões - utilizados por milhares de pessoas em todo o mundo - levaria a uma divulgação maior dos estudos nesta área.

A seguir, descrevem-se contribuições possíveis deste trabalho para outras áreas e sugerem-se trabalhos futuros, enfatizando-se a necessidade de pesquisa na área da Reabilitação onde a aplicação de muitas das teorias desenvolvidas na área da Computação poderiam ser de grande ajuda a seus usuários.

6.1 Contribuições para outras Áreas

A aplicação destas técnicas de Inteligência Artificial e Multimídia, leva a pensar em várias outras contribuições que elas poderiam dar a outros sistemas, o que, segundo [NEW94], vem sendo efetuado: são realizadas pesquisas com o enfoque em pessoas com necessidades especiais e, depois, estas "descobertas" passam a ser utilizadas em aplicações mais gerais (como, por exemplo, interfaces icônicas, predição de palavras, etc.).

As técnicas e idéias trabalhadas neste protótipo, podem ser aplicadas em outros sistemas como:

- monitoramento da velocidade de varredura: na maioria dos sistemas voltados a pessoas com graves danos motores, a seleção de opções é feita através de um processo de varredura. A velocidade da

mesma tem que ser alterada até que se adapte ao ideal para o usuário, sendo que esta alteração ou é efetuada pelo usuário, através de várias escolhas de opções, como por exemplo, no Simulador de Teclado [ZAT92], em que se deve ir ao *menu* principal, escolher preferências, escolher velocidade de varredura e, só então, escolher a velocidade desejada, voltar a varredura, testar, o que gasta muito tempo e requer muito esforço, ou, em outros sistemas, esta alteração deve ser efetuada antes de começar a utilização do mesmo, através de digitação normal da velocidade desejada. Com o monitoramento (e posterior aumento/diminuição), aqui proposto, da velocidade de varredura, este trabalho é simplificado (sendo feito pelo Conselheiro), e a adaptação no decorrer da interação permite que o sistema torne-se adequado ao ritmo do usuário (que de um dia para o outro pode variar também). A sugestão é a incorporação deste monitoramento em todos sistemas que utilizem algum processo contínuo de varredura, tais como, simuladores de teclado, mouse, sistemas para treinos de habilidades, etc;

- fornecimento de conselhos: esta forma de ajuda inteligente seria bem vinda em acréscimo aos *helps* usuais que auxiliam os usuários, mas de forma genérica, sem saber seu real (individual) problema, agindo com menor eficiência. A partir do controle do comportamento do usuário e de seus objetivos finais, é possível contemplar uma forma mais eficiente de ajuda;
- monitoramento das ações do usuário: este monitoramento poderia ser feito, por exemplo, em sistemas que acedem a *menus* para escolha de opções, observando-se as ações freqüentes do usuário quando da "subida" ao menu principal, por exemplo, ou abertura de uma janela de opções, tentando prever suas próximas ações, a fim de minimizar seu trabalho. Na educação especial, no caso específico da utilização de simuladores de teclado, que permitem o acesso a software padrões, esta previsão de ações futuras seria de grande auxílio, pois a sua utilização com outros softwares (com a necessidade de muito esforço e atenção em muitas escolhas sucessivas de opções) torna a interação mais problemática;

- animações do uso do sistema: este item já foi abordado em [CAM93], onde a animação das ações a serem realizadas permite uma maior compreensão do que deve ser feito, principalmente a pessoas ainda não alfabetizadas e que não podem ouvir explicações. Sua utilização, neste âmbito, com a exploração dos canais de comunicação que estejam mais disponíveis ao usuário, resultaria em um aumento do potencial de comunicação usuário-sistema;
- armazenamento de ações passadas: este item pode ser muito útil, por exemplo, em sistemas de ensino, no auxílio à resolução de problemas a partir de resoluções já elaboradas anteriormente pelo próprio usuário ou pelo sistema e, em casos de auxílio ao usuário, mostrando-lhe como ele mesmo já efetuou aquilo anteriormente.

Estas são algumas das contribuições levantadas a partir deste estudo e que, pensa-se, possam servir de contribuições a outras áreas, principalmente na área de Educação Especial, onde a redução dos esforços por parte do usuário e sua maior compreensão do que está se passando, levam a uma maior **autonomia**.

6.2 Sugestões para Trabalhos Futuros

Como sugestões para trabalhos futuros, dando continuidade a este protótipo, seguem-se:

- utilização de vídeos e fotos na contextualização real dos símbolos, mantendo-se também a animação, que é vital por utilizar os mesmos desenhos do sistema simbólico utilizado;
- tratamento da sintática e semântica da frase com detecções do tipo: se a criança escolheu os símbolos EU COMER ONTEM ou NÓS COMER ONTEM, o sistema deve saber adaptar-se aos tempos do verbo e pronomes corretos, falando: EU COMI ONTEM ou NÓS COMEMOS ONTEM, e assim por diante. Este é um exemplo

simples, mas ao levar-se em consideração a complexidade de nossa língua materna, o trabalho junto a uma equipe de pesquisa em linguagem natural seria o ideal;

- troca do sistema simbólico de SPC, para Bliss ou PIC, por exemplo; troca para linguagem de sinais, para utilização por pessoas portadoras de dificuldades auditivas (cortando-se aqui o som do sistema); ou, também, troca dos símbolos por palavras escritas, podendo-se assim, utilizar o sistema com pessoas em níveis iniciais de alfabetização (mantendo-se em todos os casos as animações das opções);
- avaliação efetiva, em diversos centros de reabilitação, com usuários de graus de dificuldades motoras diferentes;
- por fim, implementação de todos os símbolos (3200) do sistema SPC e elaboração de uma versão executável (que rode sem a necessidade do Toolkit).

Face a estas considerações, espera-se que a utilização do protótipo desenvolvido venha trazer novas sugestões e críticas a fim de aprimorá-lo, visto tratar-se de uma primeira experiência nesta linha de pesquisa (AAC), tão pouco explorada em termos de Brasil.

Espera-se, também, que este trabalho incentive outros pesquisadores a utilizarem suas técnicas/teorias desenvolvidas, em aplicações para a área da Reabilitação em geral, visto que, a união dos esforços de várias áreas neste sentido tende a criar alternativas cada vez melhores, a fim de dar autonomia a seus usuários.

ANEXO - Exemplos de Interação com o Protótipo

Com o intuito de exemplificar melhor o funcionamento do protótipo, seguem-se dois exemplos hipotéticos de interação.

EXEMPLO 1:

ETAPA 1:

Usuário João, 4 anos, utilizando o protótipo pela segunda vez.

O *frame* de seu Histórico Pessoal, neste momento, contém o seguinte:

<i>Frame:</i>	<i>Usuário</i>
Nome:	João
Idade:	4
Número de Interações:	1
Velocidade de Varredura:	2

ETAPA 2:

João escolhe utilizar o sistema **com** ajuda do interlocutor, o qual escolhe os 14 símbolos a serem trabalhados (através da interface vista na Figura 4.10), na seguinte ordem: armário, cadeira, noite, rádio, amigo, ouvir, sofá, eu, falar, mesa, sair, mãe, sentar, pai.

Estes símbolos serão dispostos na interface de comunicação (vista na Figura 4.11), de acordo com a ordem de escolha efetuada pelo interlocutor, como pode ser visto abaixo:

armário	cadeira	noite	rádio	amigo
ouvir	sofá	eu	falar	mesa
sair	mãe	sentar	pai	...

Abaixo está uma representação da região de símbolos da interface de comunicação (vista na Figura 4.11), de acordo com a escolha acima.



ETAPA 3:

A partir deste instante, João inicia sua comunicação.

Na medida em que vai utilizando os símbolos, todo seu comportamento em relação a eles vai sendo armazenado no seu *frame* do Histórico de Símbolos.

João seleciona o símbolo **cadeira** e o coloca na sua frase (**Usou_Símbolo**). O *frame* de seu Histórico de Símbolos armazenará, agora:

Frame:	Símbolo	cadeira
Tem um:	Usuário	João
Usou Símbolo:	1	
Descartou Símbolo:	0	
Viu Animação Símbolo:	0	

Desta forma, o protótipo vai armazenando as ações de João.

ETAPA 4:

Da mesma forma que o protótipo vai armazenando as ações do usuário, o Conselheiro vai monitorando estas ações para o caso do usuário necessitar de algum tipo de auxílio.

Depois de algumas interações, temos o seguinte *frame* para o símbolo **ouvir**:

Frame:	Símbolo	ouvir
Tem um:	Usuário	João
Usou Símbolo:	0	
Descartou Símbolo:	3	
Viu Animação Símbolo:	0	

Através do monitoramento contínuo das ações do usuário e consultando sempre a Base de Informações sobre AAC, o Conselheiro parte do conhecimento contido no *frame* do usuário e do **fato** e **estratégia** abaixo (da Base de Informações de AAC):

Número de descartes de símbolos para mostrar animação:	3
--	---

Estratégia: <i>visualizar animação do símbolo</i>
Pré-condições: usuário descartou o símbolo muitas vezes e usuário ainda não viu animação para o símbolo
Ações: mostra animação do símbolo
Padrão de Comunicação: animação e som
Pós-condições: o sistema sabe que o usuário já viu animação

e chega a ação que é mostrar ao usuário a animação do símbolo em questão: **ouvir**. A partir disto, o *frame* do símbolo **ouvir**, para o usuário João, fica assim constituído:

Frame:	Símbolo	ouvir
Tem um:	Usuário	João
Usou Símbolo:	0	
Descartou Símbolo:	3	
Viu Animação Símbolo:	1	

ETAPA 5:

João termina sua frase, utilizando três símbolos: cadeira, sentar, eu.

Além dos *frames* para os símbolos, dos quais já foi visto um exemplo de modificação, no final da interação, o número de interações do Histórico Pessoal é incrementado de um (sendo, neste caso, alterado para dois), os *frames* dos símbolos estarão atualizados e, além disto, uma frase do usuário terá sido aprendida:

Frame:	Frase	
Tem um:	Usuário	João
Símbolo1:	cadeira	
Símbolo2:	sentar	
Símbolo3:	eu	
Símbolo4:		
Símbolo5:		

EXEMPLO 2:

ETAPA 1:

Usuário Maria, 6 anos, utilizando o protótipo pela terceira vez.

O *frame* de seu Histórico Pessoal, neste momento, contém o seguinte:

Frame:	Usuário
Nome:	Maria
Idade:	6
Número de Interações:	3
Velocidade de Varredura:	1

ETAPA 2:

Maria escolhe utilizar o sistema **sem** ajuda do interlocutor, logo, os símbolos que serão dispostos na interface de comunicação serão buscados pelo protótipo, com base no Histórico de Símbolos do usuário, a fim de saber quais os

símbolos mais frequentemente utilizados por ele e, desta forma, dispô-los em primeiro lugar.

Do Histórico de Símbolos, sabe-se que Maria utilizou os símbolos: acordar - 3 vezes; alegre - 0 vez; adeus - 1 vez; cama - 5 vezes; cadeira - 0 vez; bom - 4 vezes; eu - 5 vezes; mãe - 2 vezes; não - 0 vez; pai - 1 vez; professor - 2 vezes; sair - 2 vezes; tchau - 0 vez; e, por exemplo, 0 vez para todos os outros.

Serão colocados, em primeiro lugar, na tela, os símbolos com maior grau de utilização, para que estes tenham seu acesso mais rápido:

cama	eu	bom	acordar	mãe
professor	sair	adeus	pai	...
...

ETAPA 3:

A partir deste instante, Maria inicia sua comunicação.

Maria já viu animações dos símbolos e, mesmo assim, os descarta muito, não conseguindo concluir sua frase. Através do monitoramento contínuo das ações do usuário e consultando sempre a Base de Informações sobre AAC, o Conselheiro parte do conhecimento contido no *frame* do usuário e do **fato** e **estratégia** abaixo (da Base de Informações de AAC), tentando uma estratégia diferente da que foi usada com João:

Número de descartes para trocar a varredura:	3
--	---

Estratégia: *treinar uso da varredura*

Pré-condições: usuário descartou o símbolo muitas vezes e
usuário já viu animações para os símbolos

Ações: treinar o uso do processo de varredura

Padrão de Comunicação: ____

Pós-condições: o sistema sabe que o usuário treinou a varredura

chegando a ação que é treinar o uso da varredura. Após, o usuário segue utilizando o protótipo de forma natural (vendo símbolos, os escolhendo, descartando, etc.).

BIBLIOGRAFIA

- [AİM95] AİMEUR, E.; FRASSON, C.; ALEXE, C. Towards New Learning Strategies in Intelligent Tutoring Systems. In: BRAZILIAN SYMPOSIUM ON ARTIFICIAL INTELLIGENCE - SBIA, 12., 1995, Campinas. **Proceedings...** Campinas: SBC, 1995. p.121-130.
- [ALM92] ALM, N.; ARNOTT, J. L.; NEWELL, A. F. Prediction and Conversational Momentum in an Augmentative Communication System. **Communications of the ACM**, New York, v.35, n.5, p.46-57, May 1992.
- [ALM92a] ALM, N.; ARNOTT, J. L.; NEWELL, A. F. Evaluation of a Text-Based Communication System for Increasing Conversational Participation and Control. In: RESNA INTERNATIONAL, 1992, [S.l.]. **Proceedings...** [S.l.: s.n.], 1992. p.366-368.
- [ALM92b] ALM, N.; ARNOTT, J. L.; NEWELL, A. F. An Integrated, Multi-Level Communication System for Physically Impaired Non-Speaking Children and Adults. In: INTERNATIONAL CONFERENCE OF THE SAUDI ASSOCIATION FOR HANDICAPED CHILDREN, 1992, Riyadh, Saudi Arabia. **Proceedings...** Saudi Arabia: [s.n.], 1992.
- [ALM93] ALM, N. The Development of Augmentative and Alternative Communication Systems to Assist with Social Communication. **Technology and Disability**, [S.l.], v.2, n.3, p.1-18, 1993.
- [ALM94] ALM, N.; TODMAN, J.; ELDER, L.; MURRAY, I. Modelling Conversation Patterns to Improve Augmented Communication for Non-Vocal People. **Proceedings of the Institute of Acoustics**, [S.l.], v.16, Part 5, p.381-389, 1994.

- [ALM94a] ALM, N.; ARNOTT, J.; NEWELL, A. Techniques for Improving Computer-Assisted Communication for Physically Impaired Non-Vocal People through Using Prestored Extended Texts. In: IEEE SYSTEMS, MAN, AND CYBERNETICS CONFERENCE, 1994, San Antonio, Texas. **Proceedings...** San Antonio: [s.n.], 1994. p.1446-1451.
- [APA92] APARICIO, J.; GÓMEZ, F.; LOPEZ, I. Sistema de Acceso a Software Estandar para Ayuda a Personas con Discapacidad. In: CONGRESO IBEROAMERICANO DE INFORMÁTICA EDUCATIVA, 1., 1992, Santo Domingo. **Memorias...** Santo Domingo: [s.n.], 1992. p.21-28.
- [AZE92] AZEVEDO, L.; PONTE, M.N. A Importância da Informática no Apoio Pedagógico a Crianças com Paralisia Cerebral e sem Comunicação Vocal. In: ZATO, J.G. (Ed.). **Informática na Educação Especial**. Madrid: Escuela Universitaria de Informática / Universidad Politécnica de Madrid, 1992.
- [AZE92a] AZEVEDO, L.; PONTE, M.N. Programa FoCA - Formas para Comunicação Alternativa. In: CONGRESO IBEROAMERICANO DE INFORMÁTICA EDUCATIVA, 1., 1992, Santo Domingo. **Memorias...** Santo Domingo: [s.n.], 1992. p.76.
- [AZE93] AZEVEDO, L.; PONTE, M.N. **Sistemas Aumentativos de Comunicação e Ajudas Técnicas**: a integração da tecnologia nas actividades pedagógicas. Quito: Escuela Politecnica Nacional, 1993. Curso proferido no ENCUESTRO IBEROAMERICANO DE INFORMÁTICA Y SUS APLICACIONES.
- [AZE95] AZEVEDO, L. (Ed.) **Assistive Technology Training in Europe**. Lisboa: HEART, 1995.

- [BLA91] BLANCA, M.S. et al. Nuevas Herramientas para la Comunicación. **INFODIDAC**, Madrid, n.11, p.45-48, 1991.
- [BLA93] BLACKSTONE, S.W. Learning and Knowing: Research in Augmentative and Alternative Communication. In: CONGRESSO IBEROAMERICANO DE COMUNICAÇÃO ALTERNATIVA E AUMENTATIVA, 1., 1993, Lisboa. **Anais...** Lisboa: [s.n.], 1993.
- [BOY92] BOYD, G.M.; MITCHELL, P. D. How Can Intelligent CAL Better Adapt to Learners? **Computers & Education**, Oxford, v.18, n.1-3, p.23-28, 1992.
- [BRO92] BROWN, C. Assistive Technology Computers and Persons with Disabilities. **Communications of the ACM**, New York, v.35, n.5, p.36-45, May 1992.
- [CAM93] CAMPOS, M.B.; SILVEIRA, M.S.; LIMA, J.V. Protótipo de Software Hipermedial como Ferramenta de Auxílio a Aquisição de Vocabulário em Portadores de Deficiência Auditiva. In: SIMPÓSIO BRASILEIRO DE INFORMÁTICA NA EDUCAÇÃO - SBIE, 4., 1993, Recife. **Anais ...** Recife: SBC, 1993.
- [CAP93] CAPOVILLA, F. C. Informática Aplicada à Neuropsicologia. In: RODRIGUES, N.; MANSUR, L. L. (Eds.). **Temas em Neuropsicologia**. São Paulo: Sociedade Brasileira de Neuropsicologia, 1993. v.1, p.130-140.
- [CAP9?] CAPOVILLA, F. C. Sistemas Ampliam Comunicação de Deficientes. **Diálogo Médico**, [S.l.], p.24-27, [199?].
- [CAR94] CARVALHO, J.L. **CUCO: Manual do Usuário**. Coimbra: [s.n.], 1994.

- [CIA92] CIALDEA, M. Meta-Reasoning and Student Modelling. In: COSTA, E. (Ed.). **New Directions for Intelligent Tutoring Systems**. Berlin: Springer-Verlag, 1992. p.71-90.
- [COO88] COOPER, M. Interfaces that Adapt to the User. In: SELF, J. (Ed.). **Artificial Intelligence and Human Learning: Intelligent Computer Aided Instruction**. New York: Chapman and Hall Computing, 1988. p.300-309.
- [COS92] COSTA, E.; URBANO, P. Machine Learning, Explanation-Based Learning and Intelligent Tutoring Systems. In: COSTA, E. (Ed.). **New Directions for Intelligent Tutoring Systems**. Berlin: Springer-Verlag, 1992. p.91-106.
- [DEM92] DEMASCO, P.W.; McCOY, K.F. Generating Text from Compressed Input: An Intelligent Interface for People with Severe Motor Impairments. **Communications of the ACM**, New York, v.35, n.5, p.68-78, May 1992.
- [DOU95] DOURISH, P. Developing a Reflective Model of Collaborative Systems. **ACM Transactions on Computer-Human Interaction**, New York, v.2, n.1, p.40-63, Mar.1995.
- [ENC80] ENCICLOPÉDIA do Estudante. Rio de Janeiro: Abril Cultural, 1980. v.2.
- [FER69] FERREIRA, A.B.H. (Ed.) **Pequeno Dicionário Brasileiro da Língua Portuguesa**. 11.ed. São Paulo: Nacional, 1969.
- [FER94] FERREIRA, J.L.S.; COSTA, E.J.F. Opportunities for Learning in Planning. In: BRAZILIAN SYMPOSIUM ON ARTIFICIAL INTELLIGENCE - SBIA, 11., 1994, Fortaleza. **Proceedings...** Fortaleza: SBC, 1994. p.321-334.

- [FRA91] FRAINER, A.S. **Interfaces Inteligentes**. Porto Alegre: CPGCC da UFRGS, 1991. (Trabalho Individual).
- [FRA92] FRAINER, A.S.; STROGULSKI, H. **Comportamento de Interfaces Inteligentes**. Porto Alegre: CPGCC da UFRGS, 1992. (Relatório de Pesquisa).
- [FRA93] FRAINER, A.S. **Planos na Interação Homem-Máquina**. Porto Alegre: CPGCC da UFRGS, 1993. Dissertação de Mestrado.
- [FUL92] FULLER, D.R.; LLOYD, L.; SCHLOSSER, R. W. FORUM: Further Development of an Augmentative and Alternative Communication Symbol Taxonomy. **AAC Augmentative and Alternative Communication**, [S.l.], v.8, p.67-74, Mar.1992.
- [FUN93] FUNG, P. Do-It-YourSelf Student Modelling. **Computers & Education**, Oxford, v.20, n.1, p.81-87, 1993.
- [GIL93] GILL, J. (European Project on) **Access to Graphical User Interfaces by Blind People**. [S.l.]: GUIB Consortium, 1993. 13 p.
- [GLI92] GLINERT, E.P; BRYANT, W.Y. Computer and People with Disabilities. **Communications of the ACM**, New York, v.35, n.5, p.32-35, May 1992.
- [GOM92] GOMEZ, C.; GOMEZ, F.A.; VILLAR, R. Análisis de la Comunicación en Paralíticos Cerebrales Orientado a la Automatización de un Panel Silábico. In: CONGRESO IBEROAMERICANO DE INFORMÁTICA EDUCATIVA, 1., 1992, Santo Domingo. **Memorias...** Santo Domingo: [s.n.], 1992. p.29-35.
- [GOM93] GÓMEZ, F.A. Sistemas de Acceso al Ordenador y las Redes Telemáticas. In: CONGRESO IBEROAMERICANO DE

COMUNICAÇÃO ALTERNATIVA E AUMENTATIVA, 1.,
1993, Lisboa. **Anais...** Lisboa: [s.n.], 1993.

- [GUI92] GUIMARÃES, L.B.M. **The Salience of Primitive Sensory Cues and Implications for the Design of Complex Dynamic Displays.** Toronto: Graduate Department of Industrial Engineering from University of Toronto, 1992.
- [HAR88] HARTLEY, J.R.; SMITH, M.J., M. Question Answering and Explanation Giving in On-Line Hep Systems. In: SELF, J. (Ed.). **Artificial Intelligence and Human Learning: Intelligent Computer Aided Instruction..** New York: Chapman and Hall Computing, 1988. p.226-235
- [HAY84] HAYES-ROTH, F. The Knowledge-Based Expert System: A Tutorial. **IEEE Computer**, Los Angeles, v.17, n.9, p.11-28, Sept.1984.
- [JON88] JONES, J.; MILLINGTON, M.; ROSS, P. Understanding User Behaviour in Command-Drive Systems. In: SELF, J. (Ed.). **Artificial Intelligence and Human Learning: Intelligent Computer Aided Instruction.** New York: Chapman and Hall Computing, 1988. p.236-242.
- [KAN89] KANTOROWITZ, E.; SUDARSKY, O. The Adaptable User Interface. **Communications of the ACM**, New York, v.32, n.11, p.1352-1357, Nov.1989.
- [LEM90] LEMKE, A.; FISCHER, G. A Cooperative Problem Solving System for User Interface Design. In: NATIONAL CONFERENCE ON ARTIFICIAL INTELLIGENCE, 1990, Boston. **Proceedings...** Boston: M.I.T. Press, 1990. p.479-484.
- [LLO86] LLOYD, L.; FULLER, D.R.. FORUM - Toward an Augmentative and Alternative Communication Symbol Taxonomy: A proposed

Superordinate Classification. **AAC Augmentative and Alternative Communication**, [S.l.], p.165-171, 1986.

- [LLO90] LLOYD, L.; QUIST, R. W.; WINDSOR, J. A Proposed Augmentative and Alternative Communication Model. **AAC Augmentative and Alternative Communication**, [S.l.], p.172-183, 1990.
- [LLO90a] LLOYD, L.; FULLER, D.R. The Role of Iconicity in Augmentative and Alternative Communication-Symbol Learning. In: FRASER, W.I. (Ed.). **Key Issues in Mental Retardation Research**. London: Routledge, 1990. p.295-306.
- [LLO92] LLOYD, L. **Systems for Alternative and Augmentative Communication: Development, Use and Research**. Lisboa: Universidade Técnica de Lisboa, 1992. Curso proferido no Centro de Análise e Processamento de Sinais (CAPS).
- [MAE92] MAESTRO, Y.; FERRER, A. Desarrollo de Software Educativo con Soporte Hipertexto Orientado a Estudiantes con Parálisis Cerebral. In: CONGRESO IBEROAMERICANO DE INFORMÁTICA EDUCATIVA, 1., 1992, Santo Domingo. **Memorias...** Santo Domingo: [s.n.], 1992. p.52-60.
- [MAE92a] MAENZA, R.R.; LIMA, J.V. Hipermedia: Dos Formas de Utilización en la Educación. In: SIMPÓSIO BRASILEIRO DE INFORMÁTICA NA EDUCAÇÃO - SBIE, 3., 1992, Rio de Janeiro. **Anais...** Rio de Janeiro: SBC, 1992. p.147-157.
- [MAL94] MALTEMPI, M.V.; NUNES, M.G.V. INTEMA: An Explanation Generator for Intelligent Tutoring Systems. In: BRAZILIAN SYMPOSIUM ON ARTIFICIAL INTELLIGENCE - SBIA, 11., 1994, Fortaleza. **Proceedings...** Fortaleza: SBC, 1994. p.457-469.

- [MAR93] MARCUS, A. Human Communications Issues in Advanced UIs. **Communications of the ACM**, New York, v.36, n. 4, p.101-109, Apr.1993.
- [MAY94] MAYER-JOHNSON Co. **Windows BoardMaker for the PC - User's Guide and Manual**. Solana Beach: Mayer-Johnson Co., 1994.
- [MCC92] McCALLA, G. I. The Central Importance of Student Modelling to Intelligent Tutoring. In: COSTA, E. (Ed.). **New Directions for Intelligent Tutoring Systems**. Berlin: Springer-Verlag, 1992. p.107-131.
- [MIT93] MITCHELL, P. D.; GROGONO, P. D. Modelling Techniques for Tutoring Systems. **Computers & Education**, Oxford, v.20, n.1, p.55-61, 1993.
- [MUS88] MUSSELWHITE, C.R.; StLOUIS, K.W. **Communication Programming for Persons with Severe Handicaps - Vocal and Augmentative Strategies**. Boston: A.College-Hill Publication, 1988.
- [MUS93] MUSSELWHITE, C.R. **Alternative and Augmentative Communication (AAC): Make It Fun and Interactive**. Lisboa: Instituto Superior Técnico de Lisboa, 1993. Curso proferido no Complexo Interdisciplinar.
- [MUS93a] MUSSELWHITE, C.R. **Total Augmentative Communication: Engineering For Interaction**. Lisboa: Instituto Superior Técnico de Lisboa, 1993. Curso proferido no Complexo Interdisciplinar.
- [MUS93b] MUSSELWHITE, C.R. **Augmentative Music**. Lisboa: Instituto Superior Técnico de Lisboa, 1993. Curso proferido no Complexo Interdisciplinar.

- [MUS93c] MUSSELWHITE, C.R. **Emergent Literacy Fun: Merging Technology and Whole Language**. Lisboa: Instituto Superior Técnico de Lisboa, 1993. Curso proferido no Complexo Interdisciplinar.
- [MYE95] MYERS, B.A. User Interface Software Tools. **ACM Transactions on Computer-Human Interaction**, [S.l.], v.2, n.1, p.64-103, Mar.1995.
- [NEW94] NEWELL, A.F.; ALM, N. Developing AAC Technologies: a personal story and philosophy. **European Journal of Disorders of Communication**, London, n.29, p.399-411, 1994.
- [PAU92] PAUSH, R.; WILLIAMS, R.D. Giving Candy to Children: User-Tailored Gesture Input Driving an Articulator-Based Speech Synthesizer. **Communications of the ACM**, New York, v.35, n.5, p.58-66, May 1992.
- [PRA90] PRAGER, J.M. et al. REASON: An Intelligent User Assistant for Interactive Environments. **IBM System Journal**, [S.l.], v.29, n.1, p.141-164, 1990.
- [REI90] REICH, P.A. **Fundamental Rules for the Standard Blissymbolics of Blissymbolics Communications International**. [S.l.]: Blissymbolics Communication International, 1990.
- [REI90a] REICH, P.A. **BCI BlissTemplate Font List**. [S.l.]: Blissymbolics Communication International, 1990.
- [ROS94] ROSTRON, A.; PLANT, R.; HERMANN, C. Hypermedia for the Learning Disabled: Expensive Luxury or Useful Tool. **Computers & Education**, Oxford, v.22, n.3, p.215-223, 1994.

- [SAL92] SALGADO, A. et al. **Sistema Hipermídia: Hipertexto e Banco de Dados**. Porto Alegre: CPGCC da UFRGS, 1992.
- [SAN92] SANTAROSA, L.M.C. et al. **Ambientes de Aprendizagem Computacionais com "Prótese" para o Desenvolvimento de Pessoas com Paralisia Cerebral**. Porto Alegre: CIES-EDUCOM - FACED/UFRGS, 1992. (Relatório de Pesquisa).
- [SAN94] SANTAROSA, L.M.C. **Estratégias de Intervenção através das Tecnologias da Informação e Comunicação - TIC - para o Desenvolvimento de Crianças com Paralisia Cerebral**. Porto Alegre: CIES/EDUCOM/FACED/UFRGS, 1994. (Relatório Técnico Parcial).
- [SAN95] SANTAROSA, L.M.C. et al. **Simulador de Teclado com Predição de Palavras para Ambiente Gráfico WinLOGO**. In: CONGRESSO INTERNACIONAL LOGO, 7., 1995, PORTO ALEGRE; CONGRESSO DE INFORMÁTICA EDUCATIVA DO MERCOSUL, 1., 1995, Porto Alegre. **Anais...** Porto Alegre: Pallotti, 1995
- [SIL94] SILVEIRA, M.S. **Interação Homem-Máquina: Algumas Abordagens**. Porto Alegre: CPGCC da UFRGS, 1994. (Trabalho Individual).
- [STR90] STROGULSKI, H. **Um Estudo sobre Interfaces Auto-Adaptativas para Sistemas de Apoio à Decisão**. Porto Alegre: CPGCC da UFRGS, 1990. (Trabalho Individual).
- [STR92] STROGULSKI, H. **Uma Proposta de Modelagem de Usuários para Interfaces Inteligentes**. Porto Alegre: CPGCC da UFRGS, 1992. Dissertação de Mestrado.
- [TER90] TERVEEN, L.G.L.; ROBLEWSKI, D.A. **A Collaborative Interface for Editing Large Knowledge Bases**. In: NATIONAL CONFERENCE

ON ARTIFICIAL INTELLIGENCE, 1990, Boston.
Proceedings... Boston: M.I.T. Press, 1990. p.491-496.

- [THE93] THE COGNITION and Technology Group at Vanderbilt Learning Technology Center. Integrated Media: Toward a Theoretical Framework for Utilizing Their Potential. **Journal of Special Education Technology**, [S.l.], v.12, n.2, p.36-45, Fall 1993.
- [TOD94] TODMAN, J.; ALM, N.; ELDER, L. Computer-Aided Conversation: a prototype system for nonspeaking people with physical disabilities. **Applied Psycholinguistics**, Cambridge, v.15, p.45-73, 1994.
- [VAN92] VAN JOLLINGEN, W. R.; DE JONG, T. Modelling Domain Knowledge for Intelligent Simulation Learning Environments. **Computers & Education**, Oxford, v.18, n.1-3, p.29-37, 1992.
- [VIC92] VICCARI, R.; OLIVEIRA, F. **Sistema Tutores Inteligentes**. Porto Alegre: CPGCC da UFRGS, 1992. (RP-205).
- [VIC93] VICCARI, R. et al. **Diagnóstico Inteligente**. Porto Alegre: CPGCC da UFRGS, 1993. (RP-214).
- [VIL92] VILLAR, R.; GOMEZ, F.A.; GOMEZ, C. Diseño e Implementación de un Panel Silábico como Ayuda Técnica en la Comunicación de Paralíticos Cerebrales. In: CONGRESO IBEROAMERICANO DE INFORMÁTICA EDUCATIVA, 1., 1992, Santo Domingo. **Memorias...** Santo Domingo: [s.n.], 1992. p.36-44.
- [WIN92] WINKELS, R.; BREUKER, J. Whats in an ITS? A Functional Decomposition. In: COSTA, E. (Ed.). **New Directions for Intelligent Tutoring Systems**. Berlin: Springer-Verlag, 1992. p.57-68.

- [WOO88] WOODROFFE, M.R. Plan Recognition and Intelligent Tutoring Systems. In: SELF, J. (Ed.). **Artificial Intelligence and Human Learning: Intelligent Computer Aided Instruction**. New York: Chapman and Hall Computing, 1988. p.212-225.
- [ZAT92] ZATO, J.G.; GÓMEZ, F.A.; GARCIA, A. A Computer Access for People with Motor Disabilities: a keyboard emulator. **International Journal of Rehabilitation Research**, Edimburgh, v.15, n.4, p.311-319, Dec.1992.
- [ZAT93] ZATO, J.G. et al. Accessing Telematics Networks for Users with Special Needs. In: INTERNATIONAL SYMPOSIUM ON TELECOMMUNICATIONS IN EDUCATION - Tel-Ed, 2., 1993, Dallas. **Proceedings...** Dallas: [s.n.], 1993.
- [ZWI90] ZWICKER, R.; REINHARD, N. Interfaces Inteligentes: perspectivas para novas formas de aprendizado e uso de sistemas. **Revista Brasileira de Computação**, Rio de Janeiro, v.5, n.3, p.17-26, jan-mar.1994.



Aplicação de Técnicas de Inteligência Artificial à Comunicação Alternativa e Aumentativa

por

Milene Selbach Silveira

Dissertação apresentada aos Senhores:

Prof. Dr. Flávio Moreira de Oliveira (PUCRS)

Prof. Luis Manuel de Faria Azevedo (CAPS/UTL-Lisboa/Portugal)

Profa. Dra. Rosa Maria Viccari

Prof. Dr. José Mauro Volkmer de Castilho

Vista e permitida a impressão.
Porto Alegre, 30/12/96.

Prof. Dr. Luis Otávio Campos Alvares,
Orientador.

Profa. Dra. Lucila Maria Costi Santarosa,
Co-orientador.

Prof. Flávio Rech Wagner
Coordenador do Curso de Pós Graduação
em Ciência da Computação - CPG 20
Instituto de Informática - UFRGS