

Sistema Especialista para Auxílio no Diagnóstico de Perdas Auditivas

Maria Elmar da Silva¹

¹Ciência da Computação – Universidade Presidente Antônio Carlos (UNIPAC)
Rua Palma Bageto Viol, s/n – Barbacena - MG.

{elmaras_2@yahoo.com.br}

Resumo: *Devido a grande importância da aplicabilidade de Inteligência Artificial na área de saúde, esse trabalho visa apresentar o desenvolvimento de um sistema especialista para auxílio ao diagnóstico de perdas auditivas, a partir de um estudo realizado com especialistas na área de fonoaudiologia e a utilização da ferramenta Expert SINTA.*

1 – Introdução

Devido a inovadores estudos na área de Inteligência Artificial (IA), os Sistemas Inteligentes vem se tornando cada vez mais comuns nas áreas de saúde e comercial, possibilitando-se encontrar soluções inteligentes para problemas que ainda não dispõem de respostas rápidas e concretas [1]. Esses sistemas são utilizados para raciocínios formais, tais como a solução de diagnóstico médicos, onde se tem um número muito grande de variáveis e nos quais, à medida que novas situações vão surgindo, o acervo da base de conhecimento é realimentado, tornando as informações mais atualizadas, organizadas e possibilitando um aumento de produtividade na área.

Dentre os Sistemas Inteligentes, destacam-se os Sistemas Especialistas, doravante SEs, os quais constituem, atualmente, uma grande área de aplicação de IA, estando sendo neles investidos cada vez mais tempo e recursos, o que vem possibilitando uma maior facilidade de desenvolvimento deste tipo de sistema [2].

Assim sendo, este projeto tem como objetivo o desenvolvimento de um SE destinado a apoiar a realização de diagnósticos de perdas auditivas, com a utilização da ferramenta Expert SINTA, resultante de esforços anteriores destinados à criação de novas ferramentas que visam uma maior simplificação do processo de desenvolvimento de SEs.

Portanto este artigo veio reforçar a necessidade cada vez mais de profissionais na área de tecnologia da informação para estarem se especializando em inteligência artificial para desenvolvimento de sistemas especialistas, devido os grandes benefícios que I.A. tem oferecido não só como na área da saúde como também em outras áreas do mercado.

2 - Conceitos e Fundamentos

2.1 – Inteligência Artificial

Inteligência Artificial, doravante IA, é uma área da Ciência da Computação dedicada à criação de softwares e hardwares que procuram simular algumas funções da mente humana em determinadas áreas de aplicação [2].

Desta forma, IA permite aos computadores, de forma limitada, aceitarem conhecimento humano e o utilizar na resolução de determinados problemas. Assim, o conhecimento desempenha um papel fundamental em qualquer aplicação de IA, podendo ser definido, intuitivamente, como o entendimento sobre alguma matéria, obtido através de educação ou experiência. Embora um computador não possa ter experiências ou estudar e aprender, ele pode, no entanto, adquirir conhecimentos fornecidos por especialistas humanos [2].

Os sistemas da área de IA diferem consideravelmente dos sistemas convencionais, pois nesses é informado ao computador como resolver o problema através de um determinado algoritmo, enquanto que nos sistemas de IA, o problema é apenas descrito para o computador, sem lhe informar como resolvê-lo [2].

2.1.1 – Sistemas Especialistas (SEs)

Os SEs são aplicações desenvolvidas para a resolução de problemas que normalmente são solucionados por especialistas humanos, sendo capazes de emitir decisões apoiados em conhecimento adquiridos a partir de uma base de informações altamente especializada contida em um domínio de aplicação específico, da mesma forma que um especialista de determinada área do conhecimento humano [3].

Assim sendo, de um modo geral, sempre que um problema não pode ser algoritmizado ou sua solução conduz a um processamento muito demorado, os SEs, podem ser utilizados, pois possuem mecanismos baseados em processos heurísticos. Além disso, os SEs podem ser vistos como uma boa maneira de preservar e transmitir o conhecimento de um especialista humano pertencente a uma determinada área de atuação [3].

Cabe ainda ressaltar que um SE não é influenciado por elementos externos a ele, como ocorre com o especialista humano. Desta forma, para determinadas condições idênticas, um SE deverá sempre fornecer o mesmo conjunto de decisões [3].

2.1.2 – Características

Os SEs possuem as seguintes características [3]:

1. Resolvem problemas muito complexos tão bem quanto, ou melhor, que especialistas humanos;
2. Raciocinam heurísticamente, usando o que os peritos consideram efetivamente regras práticas;
3. Interagem com usuários humanos utilizando, inclusive, linguagem natural;
4. Manipulam e raciocinam sobre descrições simbólicas;
5. Funcionam com dados errados e regras incertas de julgamento;
6. Contemplam hipóteses múltiplas, simultaneamente;
7. Explicam o porquê de estarem fazendo determinadas perguntas;

8. Justificam suas conclusões.

2.2 – Expert SINTA

O Expert SINTA é um conjunto de ferramentas computacionais fundamentadas em técnicas de IA para geração automática de sistemas especialistas, criados por alunos do grupo SINTA (Sistemas INTeligentes Aplicados) da Universidade Federal do Ceará.

Este conjunto de ferramentas foi desenvolvido com o intuito de simplificar a implementação de sistemas especialistas, aliviando o projetista da tarefa de programação e criação de máquinas de inferência, bem como a implementação da interface com o usuário. Além disso, o Expert SINTA dispõem de ferramentas de depuração e explicação de resultados atingidos durante uma consulta, gerando uma árvore representando todos os passos efetuados até a conclusão de determinado objetivo [4].

2.2.1 – Representação do conhecimento no Expert SINTA

2.2.2 Utilização de regras de produção

A criação da base de conhecimentos é um dos pontos críticos na elaboração de um SE, existindo diversas formas para a representação do conhecimento por parte do projetista do conhecimento – encarregados pela extração do saber de um especialista. As formas mais utilizadas são as chamadas regras de produção ou de realização, as quais são regras no formato se - então, permitindo-se o uso dos conectivos lógicos (E, OU, NÃO, e outros desejados), além do uso da teoria das probabilidades, garantindo maior legibilidade da base de conhecimentos.

Algumas vantagens do método proposto pela Expert SINTA [4]:

- Modularidade: cada regra, por si mesma, pode ser considerada como uma peça de conhecimento independente;
- Facilidade de edição (uma consequência da modularidade): novas regras podem ser acrescentadas e antigas podem ser modificadas, com relativa independência;

- Transparência do sistema: garante maior legibilidade da base de conhecimentos.

2.2.3 – Arquitetura e representação interna

Os SEs gerados a partir do Expert SINTA seguem, basicamente, a arquitetura mostrada na Figura 01 [4]:

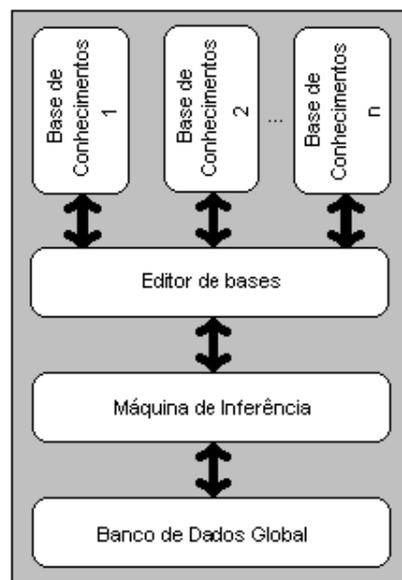


Figura 01 - Arquitetura simplificada do Expert SINTA

Onde:

- Base de conhecimentos: representa computacionalmente as informações oferecidas pelos especialistas.
- Editor de bases: é o meio pelo qual a Shell permite a implementação das bases de conhecimento desejadas;
- Máquina de inferência: é a parte do SE responsável pelas deduções sobre a base de conhecimentos;
- Banco de dados global: são as evidências apontadas pelo usuário do SE.

O objetivo do Expert SINTA é simplificar ao máximo as etapas de criação de um SE completo. Para tanto, já oferece uma máquina de inferência básica, fundamentada no encadeamento regressivo (*backward chaining*) [5], o qual é mais intuitivo para o desenvolvedor, pois é fundamentado na recursão, um meio elegante e racional de programação, para onde a própria Lógica de Programação tradicional se direcionou [4].

3 – Desenvolvimento

3.1 – Problema proposto

Especialistas de determinadas áreas podem sofrer interferências dos meios externos, o que pode levá-lo a fazer um diagnóstico incorreto diante de uma determinada situação.

A partir da interação com especialistas da área de fonoaudiologia, pode-se observar que os procedimentos utilizados por eles no atendimento a seus pacientes não apresentam discrepâncias significativas, podendo-se caracterizar um certo grau de padronização nos métodos aplicados para o diagnóstico das diferentes perdas auditivas,.

Assim, com o intuito de se precaver erros causados por interferências externas e tendo-se um certo grau de padronização nos procedimentos aplicados para se obter os diagnósticos, o objetivo deste trabalho é o desenvolvimento de um SE, com o auxílio da ferramenta Expert SINTA, no intuito de auxiliar especialistas da área de fonoaudiologia no diagnóstico de perdas auditivas, visto que a deficiência auditiva, em qualquer grau, é considerada uma complicação muito séria, a qual pode trazer conseqüências graves no comportamento social e emocional dos indivíduos por ela afetados.

3.2 – Pesquisa de campo

O conhecimento especializado utilizado neste projeto foi obtido através de entrevistas gravadas com fonoaudiólogos, a partir das quais foi possível obter informações de como se realiza um diagnóstico de perda auditiva.

Inicialmente, os especialistas esclareceram que a interação com o paciente é de essencial importância para se estabelecer um diagnóstico. Assim sendo, foram coletadas as queixas mais comuns feitas pelos pacientes, as quais levam o especialista a determinadas suspeitas sobre o tipo e grau da perda auditiva, caso esta exista, as quais são confirmadas ou não através de determinados exames, a partir dos quais são analisados diversos fatores.

Os especialistas também relataram que, com o decorrer do tempo, podem ocorrer novas situações que os levam a novas e variadas informações sobre as perdas auditivas.

3.3 – Análise dos dados

A partir da pesquisa de campo, além das principais queixas dos pacientes, foram identificadas algumas patologias auditivas (condutiva, neurossensorial e mista) com diferentes graus de intensidade, que fazem parte das afecções do ouvido externo, médio e interno. Além disto, foi discutido os métodos e exames necessários ao diagnóstico de cada uma destas enfermidades.

Através desta pesquisa de campo, foram identificados os principais fatores que estabelecem determinado tipo de perda auditiva e o seu grau de intensidade.

4 – Construção do Sistema

4.1- Implementação

Para a implementação do sistema foram criadas as variáveis a serem analisadas, a definição das interfaces do sistema e a criação das regras de produção.

4.1.1 – Variáveis

Foram identificadas variáveis do tipo “univaloradas”, ou seja, variáveis que aceitam somente um valor em um grupo de opções, no caso, “sim” ou “não”.

Essas variáveis foram criadas a partir das informações provenientes dos especialistas, sendo elas:

- Afecção do Ouvido Externo
- Afecção do Ouvido Médio
- Afecção do Ouvido Interno

Foram identificadas, então, as variáveis “multivaloradas”, ou seja, aquelas que aceitam mais de um valor em um grupo de opções. Tais variáveis são utilizadas para auxiliar o sistema no reconhecimento do tipo de perda auditiva, do seu grau, do significado de resultados de alguns exames etc, sendo elas:

- Condutiva
- Neurosensorial
- Mista
- Gap
- Emissões
- Via Aérea
- Via Óssea
- Perda Auditiva

4.1.2-Interface

A interface do sistema é gerada automaticamente pelo Expert SINTA, apresentando perguntas aos especialistas em forma de menus, como pode ser visto na Figura 02.

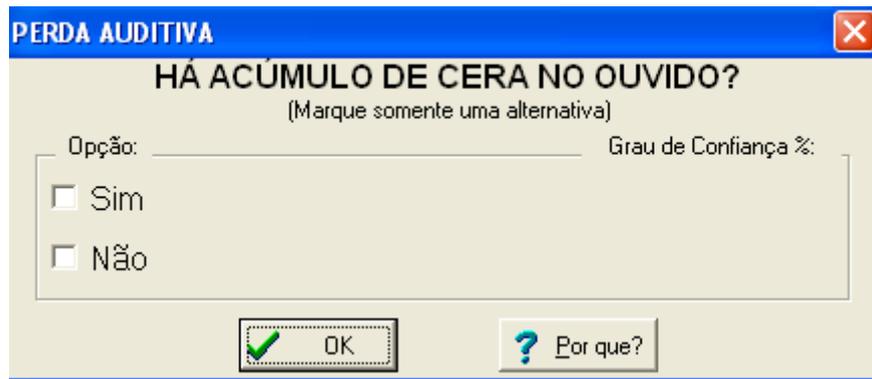


Figura 02 – Interface Usuário/Sistema a partir do Expert SINTA

As perguntas apresentadas na interface do sistema foram elaboradas com base no conhecimento adquirido a partir das entrevistas com os especialistas da área de fonoaudiologia, podendo-se citar:

Afecção do Ouvido Externo

Pergunta: Há Acúmulo de Cera?

Afecção do Ouvido Médio

Pergunta: Sente Dor de Ouvido?

Afecção do Ouvido Interno

Pergunta: Teve Perda Súbita?

Via Aérea

Pergunta: Via Aérea?

Via Óssea

Pergunta: Via Óssea?

Impedanciometria

Pergunta: Qual o tipo da Impedanciometria?

Emissões Otoacústica

Pergunta: Emissões Otoacústica?

4.2. – Criação das regras de produção

As regras de produção foram elaboradas a partir da base de conhecimento adquirida dos especialistas, e constitui a parte mais importante do sistema, sendo organizadas em módulos para cada área do ouvido em que pode-se ter algum tipo de enfermidade, como pode-se observar na Figura 03.

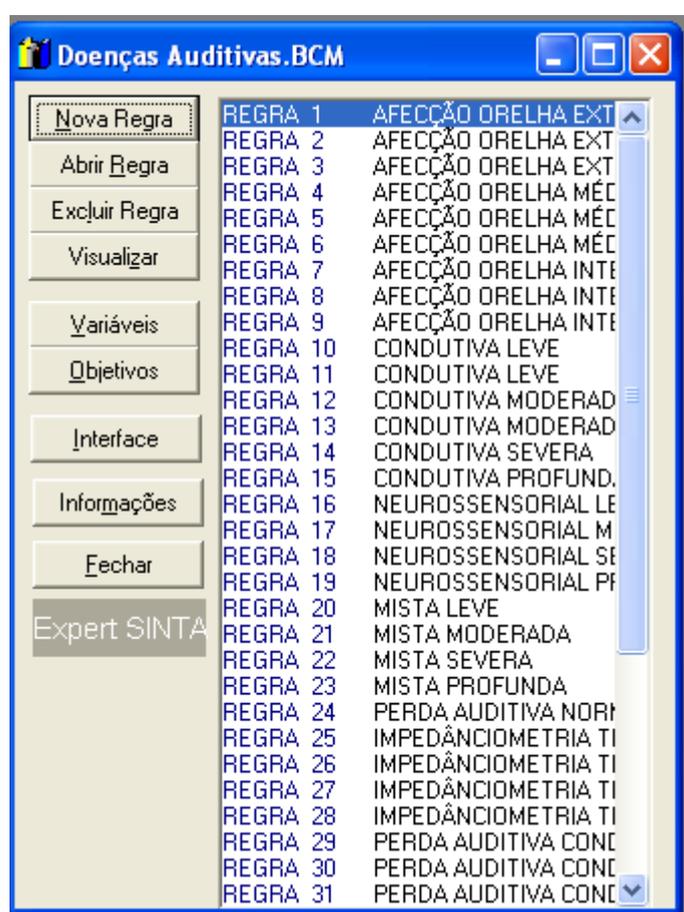


Figura 03 – Conjunto de regras do sistema

As primeiras regras dizem respeito a afecções que podem ser encontradas no ouvido e foram elaboradas a partir dos diversos tipos de queixas dos pacientes, juntamente com algumas patologias que podem ser identificadas pelos especialistas através da realização de determinados exames. A partir destas

regras, pode-se chegar a respostas referentes a questões chaves da área de fonoaudiologia como, por exemplo, a regra 01, demonstrada abaixo:

REGRA 01

Afecção Orelha Média

Desarticulação da cadeia Circular = sim

E Dor Ouvido = sim

E Otite = Média

E Perfuração Timpânica = sim

E Purgação = sim

E Zumbido = Cachoeira

Então Afecção Orelha Média = sim

Em seguida, foram elaboradas regras que determinam qual o tipo e grau de perda auditiva que o paciente possui, sendo que na construção destas regras, inclui-se as primeiras regras inicialmente construídas.

Dando continuidade ao processo, foram criadas as regras do tipo de impedanciometria com relação as variáveis auxiliares das regras de afecções do ouvido, podendo assumir valor do tipo: A, B, C, AD e AR.

As regras relacionadas às perdas auditivas foram construídas e classificadas como Leve, Moderada, Severa e Profunda, relacionadas às regras de perdas Condutivas, Neurosensorial e Mista, avaliando-se para tal valor do Gap, o qual revela o tipo de perda auditiva que está sendo tratado.

Definição dos termos técnicos:

AFECÇÃO DA ORELHA EXTERNA

Uma alteração na parte do ouvido do lado de fora.

AFECÇÃO DA ORELHA MÉDIA

Uma alteração na parte do ouvido até a membrana timpânica de dentro do ouvido

AFECÇÃO DA ORELHA INTERNA

Uma alteração na parte do ouvido que começa depois da membrana timpânica onde atingi os nervos de dentro do ouvido.

IMPEDÂNCIOMETRIA

Exame que é realizado para saber qual o tipo de doença vem o paciente venha ter. Onde ele da como resposta o tipo de doença.

EMISSÕES OTOACPÚSTICA

Exame que é realizado para saber se realmente o paciente está ouvido ou não, se ao passa o som se tiver retorno do som a emissão é presente, se não tiver é ausente onde o paciente realmente tem um tipo de perda auditiva.

MALFORMAÇÃO DO PAVILHÃO AURICULAR

Quando o paciente tem uma alteração no ouvido do lado de fora, ou seja, muito pequeno que atrapalhe a condução do som.

OTITE

Infecção no ouvido.

OSTEOMAS

EXOSTOSE

OTO_HEMATOMA

Quando há presença de sangue dentro do ouvido.

DESARTICULAÇÃO DA CADEIA CIRCULAR

PERFURAÇÃO TIMPÂNICA

Quando a membrana de dentro do ouvido tem perfuração.

PURGAÇÃO

Quando sai um líquido do ouvido.

OTOTÓXICOS

Quando o paciente fez uso de remédio durante um tempo que o fez perde a audição.

PRESBIACUSIA

Quando a pessoa possui uma idade mais avançada.

GAP

É a diferença da via aérea com a via óssea, para saber se é uma perda condutiva, neurossensorial ou mista.

4.2.1 Análise dos conceitos e algoritmos de I.A. usado na ferramenta Expert SINTA

Regras de Produção: É a transcrição do conhecimento humano na forma de regras utilizando fatores lógicos, sendo SE..ENTÃO. Que são utilizadas pelo sistema para se chegar a um resultado.

- **Esse algoritmo funciona da seguinte maneira:**

Precisam ter uma premissa (cauda) sendo uma variável conseqüentemente seguida de um operador e o valor que essa premissa irá ter.

O operador pode ser (=, <>, <, >), O valor pode ser (Univalorado, Multivalorado, Numérico).

Ex.: Neurosensorial Leve

SE Afecção da orelha Interna = sim

E Via aérea = >25

E Via aérea = <=40

E Via óssea = >25

E Via óssea = <=40

Então Neurosensorial = Leve

Máquina de Inferência: É a parte do sistema que se encarrega de fazer as deduções sobre a base de conhecimento.

- **Esse algoritmo funciona da seguinte maneira:**

Quando o sistema receber um valor para uma determinada premissa, a máquina de inferência busca todas as possibilidades até encontrar o valor procurado, caso essa premissa receba um outro valor durante uma consulta, ele então começa a procurar o novo valor percorrendo todo o sistema.

Encadeamento para trás (*backward chaining*): É um processo recursivo, onde se pode voltar a uma premissa para validar outra.

- **Esse algoritmo funciona da seguinte maneira:**

Quando se tem uma regra onde a variável objetivo do sistema está válida, ou seja seu valor é verdadeiro, o sistema percorre todas as regras onde ele possa encontrar respostas para as premissas onde está o objetivo do sistema, através da busca realizada ele encontra e volta para validar esse premissa então se faz o encadeamento regressivo.

Fator de confiança: É atribuído quando existe mais de uma resposta para uma determinada variável.

- **Esse algoritmo funciona da seguinte maneira:**

Quando queremos saber o valor final atribuído à variável. O intervalo de porcentagem é de [0;100], esse valor é dependente do resultado da premissa.

O sistema faz o calculo em cima dos valores das premissas junto com a conclusão da regra para ser ter o grau de confiança. O sistema admite 50% como valor mínimo de confiança para que uma igualdade seja considerada verdadeira, mas pode ser modificado. As funções para conjunção e disjunção utilizadas, não envolve nenhum tratamento estatístico mais aprofundado.

5 – Conclusão

Visando-se a validação do SE elaborado, o mesmo foi submetido a diversos casos de testes perante a participação de profissionais da área de fonoaudiologia, sendo que nestas oportunidades, o sistema obteve, realmente, os resultados esperados por estes especialistas.

Assim sendo, a partir da observação do funcionamento do sistema proposto, pode-se avaliar que um SE é realmente capaz de cumprir com o objetivo de auxiliar um especialista no processo de diagnosticar determinadas enfermidades, guiando as etapas a serem realizadas nas consultas de seus pacientes, gerando determinadas conclusões isentas de interferências causadas por fatores externos e podendo, desta maneira, maximizar sua produtividade e confiabilidade profissional .

A ferramenta Expert SINTA é de fácil aprendizado, apresentando ótima usabilidade, o que pode estimular a elaboração de novos SEs dedicados a diversas áreas do conhecimento humano. Além disto, sua confiabilidade pode ser garantida pela clara apresentação dos passos utilizados na elaboração de cada uma das conclusões por ela apresentada.

6 – Trabalhos Futuros

Como trabalho futuro, pode-se sugerir:

- Continuidade da pesquisa visando a extensão da base de conhecimento utilizada, podendo-se englobar regras de produção baseadas em diversas outras enfermidades relacionadas à área de fonoaudiologia;
- Aprimoramento do SE implementado, incluindo não apenas regras relacionadas à fase de diagnóstico das doenças auditivas, como também, a avaliação das possíveis causas destas enfermidades.

7 – Referências Bibliográficas

[1] KELLER, ROBERT. **TECNOLOGIA DE SISTEMAS ESPECIALISTAS, Desenvolvimento e Aplicação**. Tradução de Reinaldo Castello, 1ª Edição - Rua Tabapuã, 1105 – Itaim-Bibi / SP: MAKRON Books do Brasil Editora Ltda, 1991.

[2] Brasil, Departamento de Informática da Universidade Federal da Paraíba – **Prof. Dr. Ulysses de Oliveira**. Disponível em: <<http://www.di.ufpb.br/ulysses/ia>>. Acesso em 10 de Setembro de 2006.

[3] Brasil, Departamento de Informática da Universidade Estadual de Maringá - **Grupo de Sistemas Inteligentes**. Disponível em: <<http://www.din.uem.br/ia>>. Acesso em 22 de Setembro de 2006.

[4] Brasil, Departamento de Computação da Universidade Federal do Ceará – **Expert Sinta – Ferramenta visual para a criação de Sistemas Especialistas**. Disponível em: <<http://www.lia.ufc.br/~bezerra/exsinta/index.html>>. Acesso em 27 de Setembro de 2006.