

## **Desenvolvimento de Sistema Computacional para auxílio à Reabilitação de Distúrbios Auditivos Leves ou Moderados**

**Elisangela Maschio de Miranda, Anita Maria da Rocha Fernandes, Leonardo Baptista Lopes, Willian Norberto Westphal, Fernanda Debortoli, Raphael Poolney Teixeira de Jesus**

Laboratório de Inteligência Aplicada – LIA (Universidade do Vale do Itajaí – UNIVALI)

Itajaí, Santa Catarina, Brasil

**Sheila Andreoli Balen, Simone Mariotto Roggia, Karla Jean Zimmerman, Sinara dos Santos, Mariane Perin da Silva, Ademir Antonio Comerlato Junior, Alex Mauricio Demarchi Trombelli**

Instituto de Fonoaudiologia (Universidade do Vale do Itajaí – UNIVALI)

Itajaí, Santa Catarina, Brasil

### **Abstract**

This paper presents the development of a system to reduce/eliminate language and learning difficulties of low or moderate hearing impaired children. The Software Auxiliar na Reabilitação dos Distúrbios Auditivos - SARDA has five games to develop this hearing skills: to locate the sound, recognition sound, selective and supported attention. The games are organized in stages, phases and levels with differences acoustics related to the sounds time, verbal or not verbal. To the phonoaudiology the software is to develop the hearing skills at hearing impaired children, and to the teacher is to develop this hearing skills in children at school development. Both can use the software and to have informations about the evolution of the child in the treatment.

**Keywords:** Games, Language e Learning Difficulties, Hearing Impaired.

### **Resumo**

Este artigo apresenta o desenvolvimento de um software com o objetivo de reduzir/eliminar dificuldades de linguagem e aprendizagem que deficientes auditivos e pessoas portadoras de distúrbios do processamento auditivo venham a possuir. O Software Auxiliar na Reabilitação dos Distúrbios Auditivos – SARDA - é constituído por cinco jogos que visam desenvolver, principalmente, as seguintes habilidades auditivas: localização da fonte sonora, reconhecimento e discriminação auditiva, atenção seletiva e sustentada. Os jogos estão organizados em etapas, fases e níveis de dificuldades que têm como foco diferenças acústicas relacionadas ao tempo dos sons não verbais e verbais. Desta forma, a linha mestre entre os jogos é auxiliar a criança a ser mais eficiente e eficaz em processar os estímulos auditivos no tempo. O software tem como objetivo principal para o fonoaudiólogo desenvolver estas habilidades auditivas em crianças com distúrbios auditivos, enquanto que para o professor o foco principal é desenvolver estas habilidades auditivas em crianças em fase de desenvolvimento escolar. Ambos os profissionais podem utilizar o software e obter um parecer a respeito da evolução ou não da criança no tratamento.

**Palavras-chave:** Jogos, Dificuldades de linguagem e aprendizagem, Distúrbios Auditivos.

## 1. INTRODUÇÃO

A deficiência auditiva acomete 16,7% da população segundo dados do [3]. De acordo com [4], a perda auditiva é uma desvantagem, pois pode levar ao atraso no desenvolvimento da fala e da linguagem, problemas sociais e emocionais, bem como ao fracasso escolar. Os autores ainda destacam que todos esses problemas podem ser minimizados, pois um tratamento efetivo reduz significativamente a incapacidade da perda auditiva.

Dentre os graus e tipos de deficiência auditiva existe uma preocupação referente às perdas auditivas leves e moderadas e aos distúrbios de processamento auditivo, pois são mais difíceis de serem detectados e pode gerar prejuízos ao desenvolvimento da audição, atenção, memória e linguagem das pessoas que as possuem, sendo que por vezes podem produzir impactos sociais, educacionais e psicológicos importantes.

Os portadores de distúrbios do processamento auditivo apresentam limiares auditivos dentro dos padrões da normalidade, mas têm dificuldade em uma ou mais das habilidades auditivas: atenção seletiva e sustentada, memória de curto prazo e memória operacional, integração e separação binaural das informações. O não diagnóstico e tratamento destes casos pode acarretar várias dificuldades no processo escolar, sendo em grande parte o causador dos insucessos escolares.

De acordo com [10], crianças que possuem alguma deficiência auditiva necessitam de intervenção terapêutica formada por técnicas, estratégias e procedimentos que sejam transformadores, prazerosos e afetivos, o que faz com que a construção de um software interativo possa ser de grande utilidade para esta intervenção.

Dentro deste contexto este artigo apresenta o projeto SARDA, que tem por objetivo o desenvolvimento de um sistema computacional que visa reduzir e/ou eliminar dificuldades de linguagem e de aprendizagem em deficientes auditivos, baseando suas estratégias de estímulo das habilidades auditivas no software Fast ForWord [9; 8]. O SARDA foi desenvolvido utilizando PHP e PostgreSQL, além do Sound Forge para tratamento dos sons.

## 2. METODOLOGIA

O SARDA foi planejado para ser aplicado em deficientes auditivos com perda auditiva leve e/ou moderada e com distúrbios do processamento auditivo, a fim de minimizar ou sanar alterações de linguagem e de aprendizagem nestes sujeitos. Para atingir o objetivo do sistema foi necessário dividir seu desenvolvimento em três momentos: (i) metodologia de desenvolvimento de software; (ii) metodologia de aplicação do software no contexto terapêutico; e (iii) metodologia de aplicação do software no contexto educacional.

Para o desenvolvimento do sistema foi seguida a seguinte metodologia: (i) levantamento de requisitos do software; (ii) análise; (iii) projeto; (iv) implementação; (v) validação e testes; (vi) implantação.

O levantamento de requisitos foi realizado através de reuniões e entrevistas com profissionais do setor de Fonoaudiologia, e a análise do software Fast ForWord por todos os integrantes do projeto. A partir das informações levantadas estabeleceu-se quatro categorias de usuários: (i) administrador; (ii) fonoaudiólogo; (iii) professor; e (iv) criança. De acordo com a categoria que o usuário for cadastrado ele tem direito a acessar determinada área, e esse acesso é realizado através de *login* e *senha*, conforme Figura 1.



Figura 1: Tela de Entrada

O usuário administrador possui acesso a todos os parâmetros do sistema, mas não pode alterar exames cadastrados pelo fonoaudiólogo e nem alterar resultados dos jogos realizados pelas crianças. Os exames realizados nas crianças podem ser cadastrados e alterados somente pelo fonoaudiólogo, e o professor e administrador possuem somente direito a visualização destas informações. Além disso, o fonoaudiólogo pode cadastrar crianças que sejam suas pacientes, alterar seu próprio cadastro, mas não possui acesso aos dados de pacientes de outros fonoaudiólogos. O usuário fonoaudiólogo tem acesso ao cadastro de dados referentes à criança, tais como: a) aspectos de saúde em geral; desenvolvimento neuropsicomotor; de linguagem, auditivo e escolar, antecedentes familiares e psicopatológicos da criança; b) avaliação fonoaudiológica; c) avaliação audiológica básica, eletrofisiológica e do processamento auditivo. Também pode alterar parâmetros referentes ao jogo, que serão modificados de acordo com a avaliação realizada previamente pelo próprio fonoaudiólogo, podendo ser diferenciada de criança a criança. Já o usuário professor somente acessará o cadastro de seus alunos.

Referente à aplicação do software no contexto terapêutico serão selecionados três grupos de 20 crianças cada, no Setor de Fonoaudiologia da Universidade e na Rede Municipal de Ensino. Os três grupos dividem-se em: A – 20 indivíduos com distúrbios de processamento auditivo; B – 20 indivíduos com perda auditiva leve e/ou moderada; C – 20 indivíduos com limiares auditivos dentro dos padrões da normalidade e sem distúrbio do processamento auditivo. O sistema será aplicado em cada criança após as avaliações de cunho fonoaudiológico, audiológico e referente ao processamento auditivo. A seguir as crianças serão expostas às aplicações do sistema três vezes por semana no período de 50 min, durante doze semanas. Todas as crianças realizarão novas avaliações fonoaudiológicas, audiológicas e do processamento auditivo, bem como avaliação de linguagem e de consciência fonoaudiológica após o total de sessões de aplicação do sistema. Os dados obtidos serão comparados com a finalidade de verificar a efetividade do SARDA.

Quanto ao contexto educacional, será realizado um treinamento sobre o SARDA e o seu uso com um grupo de professores de primeira a terceira série. Após o treinamento será selecionado um dos professores e a sua turma para que o software seja aplicado pelo professor, com monitoramento dos pesquisadores, três vezes por semana durante 50 minutos, ao longo de doze semanas. Anterior a aplicação do software todos os alunos da turma serão avaliados na escola quanto ao desenvolvimento de linguagem, consciência fonológica, audição e processamento auditivo. Após a finalização da estimulação as mesmas serão reavaliadas, no intuito de verificar as possíveis mudanças ocorridas. O intuito da aplicação do SARDA no contexto educacional é visando o desenvolvimento das habilidades auditivas e os testes possuem como foco verificar se o mesmo atinge este objetivo.

Foram pré-definidos cinco jogos para esta primeira versão do sistema, sendo que cada jogo possui as etapas fácil, intermediária e difícil, cada etapa terá fases e cada fase três níveis. Quanto maior a etapa, fase e nível, maior a dificuldade para a criança. O SARDA está sendo desenvolvido utilizando banco de dados PostgreSQL, servidor http Apache SSC, PHP e Flash.

Na sua totalidade, as atividades propostas no SARDA tem por objetivo estimular as habilidades primárias referidas no *Fast ForWord Language*, tendo em vista o desenvolvimento das habilidades necessárias para um adequado aprendizado escolar. Deve-se destacar, no entanto, que cada uma das atividades propostas irá estimular determinados tipos de habilidades auditivas. Para que a criança se sinta motivada durante as atividades a cada etapa cumprida, ela será premiada de acordo com a temática da estratégia e haverá a cada cinco tentativas de sons animações inusitadas que buscarão descontrair a criança e proporcionar que a sua interação com o jogo seja prazerosa. Com o decorrer de finalizações ela irá montando um álbum de fotos dos personagens, dos prêmios e das temáticas que cercam as estratégias.

As atividades do SARDA foram desenvolvidas ambientadas em um parque florestal. Denominou-se o conjunto de cinco jogos como o módulo: Decifrando a audição. Foram pré-definidos cinco jogos, sendo que em cada um a criança interage com animais diferentes. São salvos no banco de dados todos os dados referentes às jogadas realizadas pela criança, para que o fonoaudiólogo possa verificar qual a melhor forma de trabalhar com a mesma.

O primeiro jogo denominado **Localizando com o Mico Mané**, utiliza estímulos não verbais (tom puro na frequência de 1000 Hz), com diferentes durações e intervalos entre os estímulos. A criança, usando fones de ouvido, tem que localizar em qual lado está sendo apresentado o estímulo. Neste jogo é trabalhada, principalmente, a habilidade auditiva de localização da fonte sonora. Esta habilidade está relacionada com a determinação da direção e distância a que o estímulo sonoro está em relação ao ouvinte. Ocorre, segundo [7], *a partir das diferenças interaurais de tempo, fase e intensidade dos estímulos sonoros que atingem as duas orelhas*, havendo, portando, a necessidade de audição binaural. Segundo [2], a habilidade de localização auditiva contribui com os processos de atenção auditiva e é determinada pelos mecanismos sensoriais e neurais da audição. Para que ela ocorra, requer a habilidade de interpretar diferenças sutis de intensidade, de espectro e de tempo de chegada dos sons às duas orelhas.

No segundo jogo denominado de **Pulando com Dinho Golfinho** a criança tem que discriminar a frequência do estímulo apresentado. Os tipos de sons utilizados serão estímulos

não-verbais diferindo quanto à frequência. Os níveis de dificuldade desta estratégia irão variar quanto à diferença entre as frequências, bem como quanto ao intervalo entre os estímulos, conforme ordem crescente de dificuldade. Nesse jogo é trabalhada, principalmente, a habilidade auditiva de discriminação auditiva, que é definida por [7] como *o processo de diferenciação de sons acusticamente similares, mas com frequência, duração e/ou intensidade diferentes*. Por ser uma habilidade complexa dependem também de outras funções como a atenção, o conhecimento e a memória, sendo que o processo de discriminação só ocorre após o padrão ser internamente resintetizado, comparado com o modelo interno e então categorizado [6].

No terceiro jogo, **Escutando com Tuca Tucano**, a criança ouve um estímulo (som alvo) e em seguida tem que distinguir entre dois outros sons, qual é igual ao som alvo apresentado. Serão utilizados estímulos verbais com estruturas silábicas diferentes – CVC, CCV, VCV. Inicialmente os estímulos verbais utilizados são expandidos, ou seja, aumentados em sua duração, passando progressivamente para a duração normal da fala. Nesta estratégia a principal habilidade auditiva requisitada é a discriminação auditiva para sons verbais.

No quarto jogo, **Jogando com o Zé Jacaré**, a temática é um jacaré jogador de futebol, que é controlado pela criança. Dessa forma a criança tem que prestar atenção no estímulo que está sendo apresentado (o estímulo repete continuamente) e quando ouvir um estímulo diferente deve largar o mouse. Neste momento o animal chuta a bola. Se ela largar o mouse no momento certo marcará o gol, caso erre, a bola irá para fora. Os estímulos são verbais e os níveis de dificuldade da estratégia são determinados por encontros vocálicos, CVC e VCV com diferenças de ponto, modo e sonoridade dos fonemas. Nesta atividade está envolvida principalmente a habilidade de atenção sustentada. [7] definiram a atenção como sendo a *habilidade para persistir ouvindo durante um período de tempo, focalizando a audição para um estímulo predeterminado*. Envolve a monitorização do sinal acústico, priorizando-o em relação aos demais sinais competitivos a fim de que possa tornar-se significativo ([7]), mesmo que o sujeito necessite manter sua atenção primária em outra modalidade sensorial ([5]).

O último jogo denominado **Correndo com leão Léo**, tem como finalidade auxiliar a criança a desenvolver a atenção seletiva por meio de uma brincadeira em que a criança tem que detectar palavras, sentenças e rimas identificando-as nas opções apresentadas, isso em meio ao ruído competitivo. Estes estímulos verbais que são detectados tem variações de dificuldade caracterizados por diferenças de ponto, modo e sonoridade dos fonemas. A dificuldade de ruído competitivo segue a temática de que Léo é um corredor de rally e estará correndo por diferentes pistas e, dessa forma, esses ruídos são uma das dificuldades manipuladas pelo software e encontrada pela criança. Outra dificuldade estará na diminuição da expansão do estímulo. De acordo com [1] a atenção seletiva corresponde ao processo pelo qual selecionamos, ou seja, a capacidade de selecionar algumas informações para um exame mais detalhado e ignorar outras.

### 3. RESULTADOS

No momento presente, o desenvolvimento do SARDA encontra-se na fase final, e ao mesmo tempo estão sendo selecionadas as crianças que irão testar o sistema.

O projeto SARDA utilizou o Flash, o que possibilitou o desenvolvimento de jogos interativos, estimulando assim o interesse das crianças e retornando os dados referentes a interação das crianças com o sistema, para que os fonoaudiólogos possam estudar o comportamento auditivo dos pacientes. Desta forma, tornou-se necessário criar um sistema, invisível ao usuário, que trabalhe com as informações entre o jogo e o banco de dados.

O fluxo de informações entre o jogo e o banco de dados é bastante complexo. Para esta tarefa fundamental no projeto foi utilizado o PHP (HiperText Preprocessor), que gerencia e direciona o curso de dados entre o aplicativo Flash e o banco de dados, sendo que as páginas em PHP têm apenas a função de transmitir os dados. A interface gráfica das páginas, que é visível ao usuário, foi criada em HTML (HyperText Markup Language). Utilizou-se o PHP porque é uma linguagem de programação livre e amplamente recomendada quando se trabalha com banco de dados.

Ao logar no site, a criança tem acesso a um ambiente onde pode acessar os jogos que poderá jogar (de acordo com a configuração pré-definida pelo fonoaudiólogo). Ao acessar o jogo, a criança tem acesso a uma tela de instruções (Figura 2) que contém informações referentes à como jogar.



Figura 2: Instruções do jogo “Localizando com o Mico Mané”

Neste momento, o arquivo em flash envia uma solicitação, através de uma camada intermediária desenvolvida em linguagem PHP, ao banco de dados, para obter informações que são utilizadas no jogo. Ao finalizar o jogo, informações referentes ao tempo utilizado para encerrar o nível, quantidade de acertos, níveis e jogos que a criança executou, bem como outras, são enviadas ao banco de dados, e assim o fonoaudiólogo, através de consultas, pode avaliar posteriormente o resultado. Todos os jogos desenvolvidos utilizam a mesma estrutura de interface, para que a criança se familiarize com o jogo.

A pergunta é: porque é necessário trabalhar com essas informações entre o jogo e o banco de dados? Porque o objetivo do projeto, não é apenas criar um jogo para o lazer. A meta a ser alcançada é criar um jogo capaz de recolher informações comportamentais do paciente em relação ao que o jogo exige dele, ou seja, é necessário que estas informações sejam gravadas em um banco de dados para serem analisadas futuramente por uma equipe de profissionais. Além disso, baseado no fato de cada criança possuir um comportamento diferente, criou-se

um sistema flexível que se adapte ao paciente. É por isso que foram utilizados elementos do banco de dados para que cada jogo seja personalizado de acordo com o usuário.

Quando o arquivo em Flash é iniciado, uma tela de apresentação surge no monitor. Ao lado direito inferior da janela, um botão “Continuar” é apresentado. Para o usuário, é apenas um simples botão. No entanto, ele apresenta uma função maior do que apenas seguir para a próxima tela. Ao clicar com o mouse sobre ele, um código programado em Flash ativa uma página em PHP. Essas operações são instantâneas e implícitas. A página em PHP contém códigos que buscam informações específicas no banco de dados e ficam temporariamente armazenadas em algumas variáveis. Alguns exemplos de dados são: nome do jogador, quantidade de vezes que jogou aquela fase, se pode ou não jogar aquela fase específica, e outros dados referentes à configuração interna do jogo (limite de jogadas, tempo máximo, máximo de erros). Todas essas informações são depois enviadas pelo PHP ao jogo personalizado para o jogador.

No momento em que o jogo inicia, o usuário deve cumprir os objetivos para que possa completá-lo. Enquanto isso, o Flash vai guardando diversas informações que serão enviadas ao final. Estes dados podem ser, por exemplo, a pontuação, o tempo para completar o jogo, quantidade de acertos e de erros e outros dados que variam para cada atividade. Ao final do jogo, o Flash chama um outro arquivo em PHP que recebe estas estatísticas, e faz o envio delas para uma tabela do banco de dados. Ao enviar as informações, o PHP envia também a data em que o jogo foi acessado, e o identificador do usuário, um código que referencia os dados ao paciente. Futuramente, estes elementos poderão então ser analisados, para avaliação e aplicação de testes, em uma página restrita aos profissionais que irão utilizá-los.



Figura 3: Animação do jogo “Localizando com o Mico Mané”

A primeira estratégia desenvolvida foi “Localizando com o Mico Mané”, que tem por objetivo fazer com que a criança perceba em que direção o som está saindo, ou seja, se está sendo tocado na orelha direita ou na esquerda. A cada acerto a criança ganha 100 pontos, e o personagem Mico Mané aparece em uma animação demonstrando que a criança acertou. Outras animações aparecem aleatoriamente durante o jogo - Figura 3, para estimular a criança a continuar interagindo com o jogo.

Para que uma fase seja considerada cumprida é necessário que a criança acerte 80% do jogo, e caso isto não ocorra ela tem mais uma oportunidade de jogar. Existem animações que vão ocorrendo conforme o jogo vai sendo executado, com o objetivo de motivar a criança a encerrar a fase. Ao final de cada fase o personagem do jogo ganha um presente, e ao término do jogo é exibido um pequeno filme a respeito do que aconteceu com o personagem. Como exemplo, pode-se citar o Mico Mané. Quando a criança passa de etapa, o mico recebe um presente. Ao passar da etapa fácil o mico ganha uma prancha de surf, na segunda recebe um carro, e na terceira o direito a ir à praia (Figura 4).



Figura 4: Tela final do jogo do Mico

Todos os outros jogos desenvolvidos seguem o mesmo padrão, e mudam o personagem, o ambiente e a estratégia utilizada.

O primeiro protótipo da estratégia “Localizando com o Mico Mané” foi aplicado em cinco crianças de seis a nove anos de idade. A experimentação foi fundamental para que elas respondessem a um questionário de oito perguntas para a validação da estratégia. No questionário constavam cinco modelos de respostas ilustradas em desenhos da face do mascote do SARDA, as faces correspondiam a notas de um a cinco. Na tabela 1 tem-se as perguntas aplicadas e a média das respostas das crianças:

Tabela 1. Perguntas aplicadas na estratégia “Localizando com o Mico Mané”

PERGUNTAS	MÉDIA DAS RESPOSTAS
Você entendeu as instruções?	3.8
Você achou fácil passar pelas instruções?	3.8
Você gostou das animações e dos desenhos?	4.2
Você entendeu bem como jogar o jogo?	4.4
Você conseguiu fazer o que dizia nas instruções?	4.2
Você entendeu para que serviam os botões?	5.0
Você gostou dos desenhos e animações?	4.8
Você achou divertido jogar?	3.8

Com a análise destes resultados pode-se concluir a necessidade de aperfeiçoar a apresentação de alguns quesitos da estratégia para que as crianças possam compreendê-las com maior facilidade. Por outro lado houve receptividade das crianças a interface do jogo evidenciando a necessidade de inserção de um maior número de animações ao longo da execução do jogo.

## 4. CONCLUSÕES

No Brasil ainda há necessidade de se ter recursos interativos e atraentes as crianças e que as auxiliem a desenvolver as habilidades auditivas como recurso terapêutico e como recurso educacional. Por vezes observam-se as professoras de pré-escola e primeiras séries escolares auxiliando pouco no desenvolvimento destas habilidades auditivas.

Este fator chega a ser um contra senso visto que as professoras requisitam da criança ao longo do período escolar cerca de 70 a 80% destas habilidades, isto é, a maior parte das informações transmitidas pelo professor em sala de aula é realizada por meio da voz falada com predominância de estímulos auditivos. Esses por sua vez, são temporários e abstratos e requerem desenvolvimento eficaz da audição, atenção, processamento e memória.

O SARDA está em fase final de desenvolvimento, e espera-se que com a sua utilização, fonoaudiólogos e professores possam trabalhar em conjunto para melhorar as habilidades auditivas de crianças em desenvolvimento atuando na promoção e prevenção da saúde auditiva e dos distúrbios auditivos contribuindo, conseqüentemente, para minimizar as conseqüências destes distúrbios.

Desta forma, espera-se observar mudanças nas habilidades auditivas antes e após a intervenção utilizando o software; aspectos que serão mensurados na etapa de validação no contexto terapêutico e educacional.

## REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- [1] Atkinson, R.L et al. *Introdução à psicologia de Hilgard*. Porto Alegre: Artmed, 2002.
- [2] Boothroyd, A. *Hearing impairment in young children*. Englewood Cliffs: Prentice Hall Inc, 1982.
- [3] IBGE. Censo demográfico. “*Características gerais da população*” (2003). Rio de Janeiro.
- [4] Northern, J. L.e Downs, M.P (2005). “*Audição na infância*”. 5.ed. Rio de Janeiro: Guanabara Koogan.
- [5] Pereira, L.D. Processamento auditivo. *Temas sobre desenvolvimento*, v.2, n.11, 1993.
- [6] Pupo, A. *Alguns aspectos do processo de discriminação auditiva de sons da fala em crianças*. 1981. Dissertação (Mestrado em Ciências) - Pontifícia Universidade Católica de São Paulo, São Paulo, 1981.
- [7] Russo, I.C.P.; Behlau, M. *Percepção da fala: análise acústica do Português Brasileiro*. São Paulo: Lovise, 1993.
- [8] Scientific Learning. “*Fast Forward*”. (2005). Disponível em: <http://www.scilearn.com>. Acesso em: 10/06/2005.

- [9] Temple. “*Neural deficits in children with dyslexia ameliorated by behavioral remediation: Evidence from functional MRI*” (2003). Proceedings of the National Academy of Sciences of the United States of America, v. 100, n. 5, p.2860-2865.