

Mariane Perin da Silva¹
Ademir Antonio Comerlatto Junior¹
Sheila Andreoli Balen²
Maria Cecília Bevilacqua¹

Descritores

Perda auditiva
Software
Reabilitação de deficientes auditivos
Aplicação de informática médica
Terapia assistida por computador

Keywords

Hearing loss
Software
Rehabilitation of hearing impaired
Medical informatics applications
Therapy, computer-assisted

Endereço para correspondência:

Maria Cecília Bevilacqua
R. Silvio Marchione, 3/20, Bauru (SP),
Brasil, CEP: 17012-900.
E-mail: cecilia@implantecoclear.com.br

Recebido em: 18/8/2011

Aceito em: 28/11/2011

O uso de um *software* na (re)habilitação de crianças com deficiência auditiva

Software use in the (re)habilitation of hearing impaired children

RESUMO

Objetivo: Verificar a aplicabilidade de um *software* na (re)habilitação de crianças com deficiência auditiva. **Métodos:** A amostra foi composta por 17 crianças com deficiência auditiva, sendo dez usuárias de Implante Coclear (IC) e sete usuárias de Aparelho de Amplificação Sonora Individual (AASI). Foi utilizado o “Software Auxiliar na Reabilitação de Distúrbios Auditivos (SARDA)”. Aplicou-se o protocolo de treinamento durante 30 minutos, duas vezes por semana, pelo tempo necessário para a finalização das estratégias que compõem *software*. Para mensurar a aplicabilidade do *software* no treinamento da habilidade de percepção da fala no silêncio e no ruído, foram realizadas avaliações com o *Hearing in Noise Test* (HINT) pré e pós o treinamento auditivo. Os dados foram analisados estatisticamente. **Resultados:** O grupo de usuários de IC necessitou em média 12,2 dias para finalizar as estratégias e o grupo de usuários de AASI em média 10,14 dias. Os dois grupos apresentaram diferença entre as avaliações pré e pós no silêncio e no ruído. As crianças mais novas apresentaram maior dificuldade durante a execução das estratégias, porém não houve correlação entre a idade e o desempenho. Não houve influência do tipo do dispositivo eletrônico durante o treinamento. As crianças apresentaram maior dificuldade na estratégia que envolvia estímulos não verbais e na estratégia com estímulos verbais que treina a habilidade de atenção sustentada. A atenção e a motivação da criança durante a estimulação foram fundamentais para o bom rendimento do treinamento auditivo. **Conclusão:** O treinamento auditivo com o SARDA foi eficaz, pois propiciou melhora na habilidade de percepção da fala, no silêncio e no ruído, das crianças com deficiência auditiva.

ABSTRACT

Purpose: To verify the applicability of a software in the (re)habilitation of hearing impaired children. **Methods:** The sample comprised 17 children with hearing impairment, ten with cochlear implants (CI) and seven with hearing aids (HA). The *Software Auxiliar na Reabilitação de Distúrbios Auditivos – SARDA* (Auxiliary Software for the Rehabilitation of Hearing Disorders) was used. The training protocol was applied for 30 minutes, twice a week, for the necessary time to complete the strategies proposed in the software. To measure the software’s applicability for training the speech perception ability in quiet and in noise, subjects were assessed through the Hearing in Noise Test (HINT), before and after the auditory training. Data were statistically analyzed. **Results:** The group of CI users needed, in average, 12.2 days to finish the strategies, and the group of HA users, in average 10.14 days. Both groups presented differences between pre and post assessments, both in quiet and in noise. Younger children showed more difficulty executing the strategies, however, there was no correlation between age and performance. The type of electronic device did not influence the training. Children presented greater difficulty in the strategy involving non-verbal stimuli and in the strategy with verbal stimuli that trains the sustained attention ability. Children’s attention and motivation during stimulation were fundamental for a successful auditory training. **Conclusion:** The auditory training using the SARDA was effective, providing improvement of the speech perception ability, both in quiet and in noise, for the hearing impaired children.

Trabalho realizado na Faculdade de Odontologia de Bauru, Universidade de São Paulo – USP – Bauru (SP), Brasil.

(1) Faculdade de Odontologia de Bauru, Universidade de São Paulo – USP – Bauru (SP), Brasil.

(2) Universidade Federal do Rio Grande do Norte – UFRN – Natal (RN), Brasil.

INTRODUÇÃO

O treinamento auditivo é um dos métodos aplicados para a (re)habilitação auditiva de usuários de Implante Coclear (IC) e/ou Aparelho de Amplificação Sonora Individual (AASI). Tal treinamento contribui para o desenvolvimento das habilidades auditivas que servirão de base para a aquisição e desenvolvimento da linguagem oral⁽¹⁾.

No caso dos deficientes auditivos, um dos pré-requisitos para iniciar um programa de treinamento auditivo é a adaptação do AASI ou do IC, pois esses dispositivos permitem que os sons de fala se tornem audíveis. O treinamento auditivo não melhora a sensibilidade auditiva, mas sim a habilidade de utilizar a informação sonora disponível⁽²⁾.

Entre os modelos de treinamento auditivo, o modelo formal – que utiliza equipamentos eletroacústicos e/ou computadores – vem sendo aplicado em indivíduos com alterações de processamento auditivo (central) e usuários de próteses auditivas. O objetivo desse modelo é fortalecer sinapses e promover formações de novos engramas, melhorando assim as habilidades auditivas⁽³⁾.

Pesquisas^(4,5) referiram que o treinamento auditivo utilizando o computador pode melhorar as habilidades auditivas. Por meio da utilização da ressonância magnética funcional, estudos^(6,7) demonstraram o aumento da ativação de diferentes regiões do cérebro após o treinamento com o *software Fast ForWord*, comprovando que o treinamento computadorizado possibilita a plasticidade neural.

Autores⁽⁸⁾ afirmaram que a utilização do computador na intervenção terapêutica é uma prática inovadora que traz grandes contribuições, pois oferece um treinamento mais atrativo e com capacidade de adaptar os estímulos às necessidades comunicativas e de interesse do indivíduo. Consequentemente, esse tipo de intervenção será um estímulo para que o indivíduo cumpra o programa de terapia.

Pesquisas⁽⁸⁻¹⁰⁾ desenvolvidas recentemente têm demonstrado a eficácia desse tipo de proposta, bem como a relação favorável entre o custo e o benefício dos procedimentos computadorizados de treinamento auditivo. A relação custo e benefício é justificada pelo fato dos usuários de IC e/ou AASI poderem realizar o treinamento em seus próprios computadores de casa e serem monitorados à distância pelos fonoaudiólogos. Frente à possibilidade inovadora e interativa da utilização do computador para a aplicação do treinamento auditivo, torna-se importante para a Audiologia o desenvolvimento de pesquisas que divulguem e assegurem a efetividade dessa prática.

Dentro desse contexto, esta pesquisa buscou verificar a aplicabilidade do “*Software Auxiliar na Reabilitação de Distúrbios Auditivos (SARDA)*” na (re)habilitação de crianças com deficiência auditiva. Para tanto, foram analisados o desempenho da percepção da fala, no silêncio e no ruído, e o desempenho das crianças nas estratégias do *software*, pré e pós-treinamento auditivo.

MÉTODOS

Casística

Esta pesquisa foi aprovada pelo Comitê de Ética em

Pesquisa da Faculdade de Odontologia de Bauru (FOB) da Universidade de São Paulo (USP), sob o número 078/2009. Para a inclusão das crianças na pesquisa foi necessária a assinatura do Termo de Consentimento Livre e Esclarecido pelos responsáveis da criança.

As crianças que compuseram a amostra foram selecionadas a partir de uma população de 64 deficientes auditivos usuários de IC e/ou AASI, que frequentavam o Centro Educacional do Deficiente Auditivo (CEDAU) e o Centro de Pesquisas Audiológicas (CPA), ambos do Hospital de Reabilitação de Anomalias Craniofaciais (HRAC) da USP ou a Clínica de Fonoaudiologia da FOB/USP.

Como critérios de inclusão, as crianças deveriam ter: idade entre 6 e 12 anos; gênero feminino ou masculino; vínculo como aluno do CEDAU ou como paciente da Clínica de Fonoaudiologia; uso de IC e/ou AASI; categoria de audição seis⁽¹¹⁾; categoria de linguagem cinco⁽¹²⁾; disponibilidade para participar das etapas de avaliação e estimulação com o SARDA no protocolo proposto. Foram excluídas crianças que apresentavam doenças neurológicas, psiquiátricas e psicológicas conhecidas.

Após a aplicação dos critérios de inclusão e exclusão foram selecionadas e atendidas 17 crianças, sendo dez usuárias de IC e sete usuárias de AASI.

Hearing in Noise Test (HINT)

Para verificar a aplicabilidade do *software* no desenvolvimento da percepção da fala utilizou-se o HINT⁽¹³⁾, no silêncio e no ruído, pré e pós-treinamento auditivo computadorizado.

O HINT é um teste de percepção da fala que pode ser realizado no silêncio e na presença de ruído competitivo. Esse teste visa avaliar a capacidade funcional auditiva, buscando verificar o quanto um paciente é capaz de ouvir e entender a fala em ambientes ruidosos⁽¹⁴⁾. A adaptação do teste e a primeira pesquisa utilizando o HINT na versão português brasileiro foi realizada e publicada por Bevilacqua et al.⁽¹⁵⁾.

Foram seguidos os seguintes parâmetros de aplicação do HINT no silêncio: apresentação das sentenças a 0° azimute e intensidade inicial 65 dB. Na presença de ruído competitivo houve apresentação das sentenças a 0° azimute e intensidade inicial de 70 dB, e apresentação do ruído a 180° azimute e intensidade do ruído fixa em 65 dB. As caixas acústicas encontravam-se posicionadas a um metro de distância do paciente.

O resultado do teste no silêncio corresponde ao Limiar de Reconhecimento de Sentenças (LRS), em que o sujeito apresentou um reconhecimento de 50% das sentenças⁽¹⁴⁾. Nesse caso, a diminuição do LRS em uma reavaliação é considerada positiva. Já o resultado do HINT com ruído competitivo equivale à relação Sinal/Ruído (S/R) em que o paciente reconheceu 50% das sentenças apresentadas⁽¹⁴⁾. Ressalta-se que uma relação S/R negativa ou mesmo a diminuição do valor entre a avaliação e a reavaliação caracteriza um melhor desempenho do sujeito.

SARDA

O SARDA tem como base o *software* americano *Fast*

ForWord Language e o seu objetivo principal é auxiliar fonoaudiólogos no tratamento de crianças com distúrbios do processamento auditivo (central) e/ou deficiência auditiva. O *software* visa diminuir ou eliminar as dificuldades de linguagem e de aprendizagem, de forma a melhorar a qualidade de vida das crianças. Além disso, o SARDA pode ser utilizado por professores, no ambiente escolar, para a estimulação de habilidades auditivas de alunos que apresentam níveis normais de audição⁽¹⁶⁾.

Cinco das seis estratégias que compõe o SARDA foram disponibilizadas para as crianças da presente pesquisa.

- 1) Pulando com o Dinho Golfinho: desenvolve as habilidades de discriminação auditiva, reconhecimento auditivo e memória. São utilizados estímulos auditivos não verbais, com variação de frequência, duração e o intervalo entre os estímulos^(16,17);
- 2) Cantando com o Tuca Tucano: trabalha as habilidades auditivas de discriminação e reconhecimento. São utilizados estímulos auditivos verbais (vogal-consoante-vogal, consoante-vogal-consoante, consoante-consoante-vogal, e consoante-vogal), com variação no intervalo entre os estímulos, na expansão acústica e nas diferenças das características acústicas e articulatórias das vogais e consoantes do Português^(16,17);
- 3) Jogando com o Zé Jacaré: tem como finalidade desenvolver as habilidades de discriminação auditiva e atenção sustentada. São utilizados estímulos auditivos verbais (vogal, vogal-consoante-vogal, consoante-consoante-vogal e consoante-vogal), com variação no intervalo entre os estímulos, na expansão acústica e nas diferenças das características acústicas e articulatórias das vogais e consoantes do Português^(16,17);
- 4) Correndo com o Leão Léo: desenvolve a habilidade de atenção seletiva. São utilizados estímulos auditivos verbais (sentenças e palavras), com variação na expansão acústica dos estímulos, na expansão acústica e nas diferenças das características acústicas e articulatórias das vogais e consoantes do Português^(16,17);
- 5) Memória Animal: desenvolve a memória auditiva, visto que neste jogo da memória a criança conta apenas com estímulos auditivos. São utilizados estímulos auditivos verbais (consoante-vogal), com variação na expansão acústica dos estímulos, bem como pelas características acústicas e articulatórias das vogais e consoantes do Português^(16,17).

As estratégias do SARDA possuem basicamente a mesma estrutura, com nível de dificuldade progressivo. O *software* é formado por três etapas (inicial, intermediária e avançada), cada etapa possui quatro fases (1, 2, 3 e 4) e cada fase é formada por três níveis de dificuldade (1, 2 e 3).

As estratégias que compõe o *software* possibilitam que a criança realize um treinamento prévio e compreenda o funcionamento da estratégia. De qualquer modo, as crianças participantes eram supervisionadas por uma das fonoaudiólogas pesquisadoras que, quando necessário, as auxiliava para o melhor aproveitamento do treino.

O treinamento auditivo com as crianças do CEDAU foi realizado na sala de computação do centro e a intervenção com

as crianças da Clínica de Fonoaudiologia foi realizada em uma das salas de terapia da própria clínica. O *notebook* utilizado durante o treinamento foi disponibilizado pela pesquisadora e o acesso à *internet* banda-larga foi realizado pela rede disponibilizada no local da estimulação. O treinamento foi realizado por meio das caixas acústicas do próprio *notebook* em intensidade confortável para o paciente.

O SARDA foi aplicado de acordo com o seguinte protocolo: aplicação duas vezes por semana, 30 minutos cada sessão, pelo tempo necessário para a finalização das estratégias do *software*.

Salienta-se que cada estratégia é liberada automaticamente pelo *software* por dez minutos diários, o que possibilitou o treinamento de três estratégias por sessão.

Análise estatística

As crianças foram separadas em dois grupos conforme o dispositivo eletrônico utilizado: grupo de usuários de IC e grupo de usuários de AASI.

Foram utilizados: teste t de Student para dados pareados para analisar os resultados das avaliações pré e pós-treinamento no HINT; teste t de Student para dados independentes para comparar os resultados entre os grupos; e teste de Correlação de Pearson para as análises de correlação entre as avaliações dos grupos no HINT, as características dos grupos e o tempo dispensado pelos grupos para a finalização das estratégias. O nível de significância adotado foi de $p < 0,05$.

RESULTADOS

Os resultados mostram o histórico clínico das crianças que participaram do treinamento auditivo com o SARDA (Tabela 1). Houve diferença entre os grupos de usuários de IC e usuários de AASI, quanto aos resultados dos limiares em campo livre, indicando melhor desempenho dos usuários de IC.

O tempo total de dias de estimulação foi em média de $12,2 \pm 3,82$ dias para as crianças usuárias de IC e de $10,14 \pm 2,73$ dias para as crianças usuárias de AASI. A partir da análise do banco de dados do SARDA, foram obtidos os dados descritivos do tempo dispensado pelo grupo de usuários de IC e pelo grupo de usuários de AASI para finalização de cada uma das estratégias (Tabela 2). O número de sujeitos é diferenciado em cada tarefa, tendo em vista que algumas crianças não conseguiram realizar algumas estratégias. Não houve diferença na comparação do desempenho dos dois grupos. Além disso, não houve correlação entre a idade e os limiares da audiometria em campo livre com o tempo dispensado para a finalização dos jogos.

A estratégia Memória Animal, que treina a habilidade de memória auditiva, estava disponível para as quatro primeiras crianças que realizaram o treinamento. As quatro crianças deram início às estratégias, porém não conseguiram passar da etapa inicial/fase três. Esta fase apresenta 12 cartas para serem pareadas em dez minutos. O tempo foi insuficiente para a realização da discriminação auditiva das cartas, pois as crianças necessitavam de várias repetições. Sendo assim, a pesquisadora optou pela retirada dessa estratégia do protocolo de treinamento logo que as primeiras crianças apresentaram a dificuldade.

Tabela 1. Caracterização dos grupos de usuários de Implante Coclear e usuários de Aparelho de Amplificação Sonora Individual

	Idade cronológica		Idade auditiva	Audiometria em campo livre (dB)	
	IC (n=10)	AASI (n=7)	IC (n=10)	IC (n=10)	AASI (n=7)
Média	8a 11m	10a 4m	5a 9m	24,38	42,14
DP	2a 10m	1a 0m	1a 11m	4,72	7,42
Mediana	8a 6m	10a 4m	5a 5m	23,13	46,25
Mínimo	6a 0m	8a 3m	3a 7m	20,00	31,25
Máximo	12a 7m	11a 4m	9a 1m	33,75	48,75
Valor de p	0,240		---	0,000*	

* Valores significativos ($p < 0,05$) – Teste t de Student para dados independentes

Legenda: AASI = aparelho de amplificação sonora individual; IC = implante coclear; DP = desvio-padrão; a = anos; m = meses

Tabela 2. Tempo dispensado para a finalização das estratégias por usuários de Implante Coclear e usuários de Aparelho de Amplificação Sonora Individual

	Pulando com o Dinho Golfinho (min)		Cantando com o Tuca Tucano (min)		Correndo com o Leão Léo (min)		Jogando com o Zé Jacaré (min)	
	IC (n=9)	AASI (n=6)	IC (n=10)	AASI (n=7)	IC (n=10)	AASI (n=7)	IC (n=7)	AASI (n=6)
Média	63,82	52,61	55,11	52,34	53,05	43,28	100,26	91,58
DP	26,13	6,21	11,20	9,47	12,45	8,99	24,41	12,96
Mediana	55,25	52,55	56,29	51,18	55,28	45,12	92,03	92,32
Mínimo	35,15	44,92	37,53	37,88	37,45	32,72	75,52	71,43
Máximo	115,58	61,30	69,50	66,23	79,40	58,62	142,48	105,78
Valor de p	0,326		0,602		0,097		0,452	

Teste t de Student para dados independentes ($p < 0,05$)

Legenda: AASI = aparelho de amplificação sonora individual; IC = implante coclear; DP = desvio-padrão

Houve diferença entre avaliações com o HINT pré e pós-estimulação com o SARDA em ambos os grupos. Quando comparados os dois grupos não houve diferença dos resultados no HINT (Tabela 3).

DISCUSSÃO

Os resultados mostraram que o grupo de crianças implantadas era mais jovem e demandou mais dias de estimulação para a finalização dos jogos, quando comparado ao grupo de crianças usuárias AASI. Entretanto, estas diferenças não foram significantes. Ainda, os dados demonstraram que não

houve correlação entre as idades dos grupos e o tempo para a finalização das estratégias.

Quando comparado o grupos de usuários de IC com o grupo de usuários de AASI, houve diferença entre os limiares auditivos obtidos. Porém, acredita-se que o limiar auditivo não influenciou a estimulação, visto que as crianças realizavam o treinamento com intensidade confortável e ajustada por elas e, também, por não haver diferença na comparação entre o desempenho dos grupos durante o treinamento auditivo e as avaliações com o HINT.

As crianças de ambos os grupos dispensaram um tempo maior para finalizar a estratégia que envolveu sons não verbais

Tabela 3. Limiar de Reconhecimento de Sentenças e relação Sinal/Ruído no HINT pré e pós-estimulação com o SARDA em usuários de Implante Coclear e usuários de Aparelho de Amplificação Sonora Individual

	LRS (dB)				Relação S/R (dB)			
	IC (n=10)		AASI (n=7)		IC (n=10)		AASI (n=7)	
	Pré	Pós	Pré	Pós	Pré	Pós	Pré	Pós
Média	62,50	55,28	61,8	55,27	5,19	1,34	5,89	2,43
DP	8,26	4,55	10,16	8,02	5,34	4,45	5,98	5,89
Mediana	65,70	54,35	59,8	52,8	5,35	-0,10	3,7	2,5
Mínimo	48,00	47,20	49,8	47,2	-2,30	-3,30	0,3	-3,7
Máximo	72,60	62,40	77,9	69,1	14,80	11,20	15,7	12,0
Valor de p	0,004*		0,004*		0,001*		0,0001*	

* Valores significativos ($p < 0,05$) – Teste t de Student para dados pareados

Legenda: LRS = limiar de reconhecimento de sentenças; S/R = sinal-ruído; AASI = aparelho de amplificação sonora individual; IC = implante coclear; DP = desvio-padrão

(Pulando com o Dinho Golfinho) e a estratégia com sons verbais que envolveu diretamente a atenção sustentada (Jogando com o Zé Jacaré). Além disso, nota-se que as estratégias Cantando com o Tuca Tucano e Correndo com o Leão Léo, ambas com estímulos verbais, apresentaram menor variabilidade no tempo dispensado para a finalização e foram as mais apreciadas pelas crianças. Acredita-se que houve essa diferença, pois, de acordo com a literatura⁽¹⁸⁾, os sons verbais sintetizados são considerados mais fáceis e os sons não verbais sintetizados são considerados os mais difíceis de serem trabalhados.

Essa afirmação explica o fato da estratégia não verbal (Pulando com o Dinho Golfinho) ter sido uma das que levou maior tempo para a finalização e uma das menos apreciadas pelas crianças deste estudo. Contudo, a mesma afirmação não se aplica à estratégia de sons verbais Jogando com o Zé Jacaré. Neste último caso, acredita-se que a atenção da criança ao treinamento auditivo influenciou diretamente o desempenho dela nessa estratégia.

Na tarefa Pulando com Dinho o Golfinho, todas as crianças necessitaram do auxílio da pesquisadora para finalizar as etapas. Em todos os casos, o auxílio ocorreu na terceira e quarta fase de cada etapa, constituídas por estímulos de 1536 Hz e 2048 Hz, respectivamente. Para os estímulos descendentes diminuiu-se meia oitava e para os ascendentes aumentou-se meia oitava no valor supracitado.

As fases 3 e 4 da etapa avançada também foram as que trouxeram maiores dificuldades para as crianças, em que a duração do estímulo e o intervalo entre os dois estímulos variam mais próximos de 100 ms e 25 ms, respectivamente. Essas constatações demonstram que a dificuldade das crianças nas fases 3 e 4 das etapas inicial e intermediária ocorreu em virtude da frequência trabalhada em cada uma dessas fases. Por sua vez, a dificuldade apresentada nas fases 3 e 4 da etapa avançada, além de ocorrer em virtude da frequência, demonstrou que as dificuldades também tiveram relação com a duração e o intervalo entre os estímulos.

Salienta-se que em uma pesquisa⁽¹⁶⁾ com dez escolares usuários de AASI, com idades entre 8 e 15 anos de idade, não foram relatadas dificuldades para o cumprimento da estratégia Pulando com Dinho o Golfinho. Contudo, a estimulação desses escolares foi realizada por meio de fones de ouvido que não geravam microfonia (concha aberta e semiaberta). Os fones permitiram que as crianças recebessem os estímulos próximos ao microfone, com menos interferência do ruído ambiental. Essa situação pode ter gerado diferença na percepção dos estímulos por parte das crianças da presente pesquisa, pois a estimulação foi realizada com caixas de som.

A estratégia Pulando com Dinho o Golfinho trabalha, mais diretamente, com as habilidades do processamento temporal auditivo. Entre elas, estão as habilidades de ordem e sequência temporal e a resolução temporal⁽¹⁹⁾. Uma pesquisa⁽²⁰⁾ descreveu que houve progressão do desempenho no Teste Padrões de Duração – habilidade de ordem e sequência temporal – com o avanço da idade para as respostas verbais e não verbais de crianças usuárias de IC e crianças com audição normal de 7 a 11 anos de idade. Os resultados do estudo podem explicar os motivos pelos quais todas as crianças apresentaram maiores

dificuldades nas fases 3 e 4 da etapa avançada da estratégia Pulando com o Dinho Golfinho. Acredita-se que o teste aplicado na pesquisa supracitada, bem como a estratégia Pulando com o Dinho Golfinho requeiram as mesmas habilidades.

Outros autores também afirmaram que a intensidade do estímulo influencia no desempenho da resolução temporal^(21,22). Com isso, é importante questionar se a intensidade de conforto determinada pelas crianças foi suficiente para que elas pudessem apresentar um melhor desempenho nessa atividade.

Discussões sobre a intensidade do estímulo utilizado na aplicação do treinamento auditivo em computador merecem prudência e atenção. Não é viável a padronização da intensidade nos *softwares*, pois o padrão determinado pode ser desconfortável para algumas crianças. Essa foi uma variável não controlada neste estudo e acredita-se que novas pesquisas possam ter a mesma dificuldade no controle da variável intensidade. Assim como o presente estudo, outras pesquisas referiram que a intensidade utilizada durante o treinamento auditivo computadorizado foi a de conforto do paciente^(4,5,19,23).

A estratégia Jogando com o Zé Jacaré, em ambos os grupos, foi uma das que apresentou maior desvio padrão no tempo de execução, mesmo apresentando estímulos verbais. Esta também foi uma das estratégias que necessitou de maior interferência da terapeuta. Tal variação pode ser justificada pelo fato da estratégia em questão realizar o treinamento da atenção auditiva sustentada, habilidade que se encontra diretamente ligada à interação e ao foco da criança durante o treinamento.

A partir das observações realizadas pela pesquisadora, constatou-se que as crianças apresentaram maior dificuldade nessa estratégia, uma vez que ela exige a manutenção da atenção por maior período de tempo, bem como pela dificuldade na percepção da sílaba distratora.

A dificuldade na percepção da sílaba distratora aconteceu principalmente nos níveis 2 e 3, em que, com exceção das fases 1, os estímulos são compostos de consoante-vogal e são assinalados pela diferença de ponto articulatorio e sonoridade, respectivamente. A estratégia Jogando com o Zé Jacaré não foi realizada pelas três crianças mais novas do grupo de usuários de IC. Acredita-se que o não cumprimento dessa tarefa aconteceu por dois motivos: dificuldade em reconhecer auditivamente a mudança do estímulo e, conseqüentemente, demora em responder ao estímulo – o que acabou sendo contado como erro pelo *software* e impossibilitou a passagem de fases; e a dificuldade das crianças se manterem atentas durante a execução da estratégia. Ressalta-se que nessa estratégia a atenção é o alvo do treinamento.

O tempo atencional de crianças menores é restrito⁽³⁾. Diante disso, torna-se necessário e importante aprofundar a discussão sobre o comportamento atencional das crianças mais novas. A manutenção da atenção é fundamental para que a criança possa inibir estímulos irrelevantes, mas essa função fica dificultada quando a área pré-frontal é imatura⁽²⁴⁾. A literatura refere, ainda, que entre 9 e 12 anos de idade os mecanismos de atenção seletiva estão maduros, mas que os mecanismos de inibição de respostas ainda estão imaturos⁽²⁴⁾. Sendo assim, acredita-se que as crianças mais novas não tenham conseguido realizar a estratégia Jogando com o Zé Jacaré, devido às questões maturacionais

referidas, principalmente por serem ainda mais novas do que a amostra estudada pelos autores do trabalho supracitado. Além disso, pesquisas^(24,25) referem que a habilidade de atenção torna-se mais eficiente com o avanço da idade.

Para alguns autores⁽¹⁻³⁾ muitas vezes o treinamento auditivo informal é o tipo de treinamento indicado para crianças mais novas e que não se adaptam a uma intervenção direcionada, em virtude do tempo atencional ou mesmo por questões de motivação. É importante ressaltar que foi unânime entre as crianças o fato de que a estratégia Jogando com o Zé Jacaré era a estratégia mais desafiadora e menos apreciada, tanto pela dificuldade em manter a atenção durante o tempo de treinamento, quanto pelo tempo de execução. Em função de ser uma estratégia de atenção sustentada, as fases levavam em torno de dez minutos para serem finalizadas.

No grupo de usuários de AASI uma das crianças não conseguiu realizar a estratégia Pulando com o Dinho Golfinho e a Jogando com o Zé Jacaré, mesmo apresentando idade maior que a média. Acredita-se que esse resultado esteja relacionado às características da criança. Mesmo enquadrando-se nos critérios de inclusão, ela apresentava piores limiares auditivos e pior desempenho na linguagem oral, quando comparada com as demais crianças do grupo. Além disso, apresentava maior dificuldade para a manutenção da atenção.

As estratégias Cantando com o Tuca Tucano e Correndo com o Leão Léo foram as mais apreciadas pelas crianças e que apresentaram menor variabilidade no desvio padrão quando comparadas as demais tarefas. No caso dessas duas estratégias verbais, a apreciação e a menor variabilidade podem ser justificadas pela estruturação do treinamento auditivo, que apresenta os estímulos expandidos. A fala expandida é citada como um facilitador para o treinamento auditivo, visto que fornece maiores pistas acústicas para discriminação do fonema. Além disso, os estímulos sintetizados são de fácil compreensão, quando comparados aos estímulos não verbais⁽¹⁸⁾. Com isso, acredita-se que essas duas estratégias apresentaram menor variabilidade e maior apreciação por parte das crianças por contarem com o aumento de dificuldade dos estímulos verbais com o passar do treinamento.

Na estratégia Correndo com o Leão Léo, a verificação do vocabulário das crianças frente às figuras que a estratégia apresenta foi fundamental para que não houvesse prejuízo no desempenho durante sua realização. As figuras foram apresentadas à criança no primeiro dia da estimulação.

A estratégia Memória Animal estava disponível para as quatro primeiras crianças que realizaram o treinamento. Tais crianças, no entanto, não conseguiram passar da etapa inicial/fase 3. Essa fase apresenta estímulos auditivos verbais (consoante-vogal) assinalados pela diferença no modo articulatorio, ponto articulatorio e sonoridade, com expansão de 100% e 12 cartas para serem pareadas em dez minutos. Esse tempo foi insuficiente para que as crianças conseguissem realizar a discriminação auditiva das cartas, pois necessitavam de várias repetições para poderem encontrar os pares corretos. Destaca-se que nos estudos iniciais com o SARDA (durante o seu desenvolvimento) essa estratégia não estava disponível. Por isso, os pesquisadores não haviam tido experiência anterior com essa tarefa.

Com isso, é importante observar e adequar o treinamento auditivo ao desenvolvimento das habilidades auditivas e à idade da criança. Autores referem que é de suma importância que o treinamento auditivo contemple habilidades auditivas adequadas à idade do sujeito^(1,3,26).

Durante a estimulação, dois aspectos deixavam as crianças desmotivadas: cansaço devido ao tempo de terapia, visto que o protocolo constava de 30 minutos de treinamento com o SARDA; e desanimação frente ao *feedback* negativo do *software*, como por exemplo o número de animações no decorrer do treino, a referência do erro quando a criança errava a tarefa e o tempo controlado da estratégia (em algumas situações o tempo da estratégia esgotou-se quando a criança estava prestes a finalizar a fase).

Para tanto, estratégias de motivação foram aplicadas pela pesquisadora: confecção de uma tabela de pontuação para ser preenchida pelas crianças; distribuição de brindes (adesivos, canetas e pulseiras) quando a criança finalizava um determinado número de fases; utilização de outros jogos *online*, que não envolviam a audição, nos últimos minutos de terapia; realização de desenhos e brincadeiras envolvendo escrita e as temáticas das estratégias; e realização das estratégias da “cartilha passatempo” do SARDA.

Especificamente na programação das animações e do tempo, a pesquisadora não teve como interferir, visto que estas são variáveis programadas pelo próprio *software*. No entanto, em função do *software* estar sendo utilizado para fins de pesquisa, os autores comprometeram-se a fornecer relatórios quanto a possíveis atualizações e reparos à equipe administrativa do SARDA.

Quanto ao tempo de terapia, a utilização de protocolos fechados é importante para comprovar a eficácia do treinamento auditivo computadorizado. Contudo, é importante que na prática clínica o treinamento auditivo seja realizado pelo tempo que a criança esteja atenta e motivada. É fundamental a percepção do fonoaudiólogo para a escolha do protocolo e para criar estratégias de motivação. Autores⁽²⁷⁾ comentaram que o grau da atenção é diretamente influenciado pelo significado das informações, que quando são relacionadas com interesses pessoais são mais propensas a receber recursos atencionais.

Outra consideração importante é o *layout* das estratégias. Autores⁽²⁶⁾ referiram que o *design* do jogo deve estar adequado a idade, e que no caso das crianças com distúrbios auditivos, o treinamento computadorizado deve ser lúdico, com *layout* atrativo e com tarefas auditivovisuais adequadas. Diante disso, pôde-se observar que os desenhos e o contexto geral do SARDA (parque ecológico) eram atrativos para as crianças, pois faziam comentários positivos a respeito.

Cabe ressaltar que o fato do SARDA ter um banco de dados e ser disponibilizado via *internet* apresenta inúmeras vantagens, entre elas a programação das estratégias, a possibilidade de acesso ao jogo em diferentes computadores sem a necessidade de *drives* de instalação e a disponibilidade do treinamento auditivo em casa sob monitoramento à distância. No entanto, foram observadas algumas desvantagens como a necessidade de *internet* de velocidade rápida e estável e a dependência do funcionamento do servidor em que o *software* está alocado e da rede de *internet* da UNIVALI.

Houve diferença entre as avaliações com o HINT, no silêncio e no ruído, pré e pós-estimulação. Tal diferença pode ter ocorrido porque o SARDA é formado por estratégias que visam o desenvolvimento das habilidades auditivas a partir da utilização de: estímulos não verbais manipulados quanto à duração, frequência e intervalo entre os estímulos, com aumento progressivo de dificuldade; e estímulos verbais manipulados a partir da expansão acústica de sentenças, palavras com e sem sentido, sílabas e fonemas vocálicos que, com o passar das etapas, vão se tornando mais próximos do padrão natural de fala. Essas características do SARDA são referidas pelos autores citados a seguir, como fundamentais para o treinamento das habilidades auditivas, justificando a melhora do desempenho de percepção da fala das crianças após o treinamento.

Autores esclareceram que a utilização do computador permite o controle sobre a apresentação e manipulação dos parâmetros de frequência, duração, intervalo entre os estímulos, e intensidade do estímulo auditivo, o que possibilita o treinamento das habilidades auditivas^(3,18). A manipulação dos sons verbais no treinamento auditivo é um parâmetro importante que possibilita o desenvolvimento das habilidades auditivas⁽¹⁸⁾. Ainda, a expansão das pistas acústicas pode facilitar a discriminação fonológica e a compreensão, pois envolvem a manipulação temporal do estímulo⁽²⁸⁾.

A progressão gradativa da dificuldade das tarefas^(3,18) e o treinamento da mesma habilidade em diferentes estratégias promovem o desenvolvimento das habilidades auditivas⁽³⁾. Essas afirmações vêm ao encontro dos resultados obtidos nas avaliações com o HINT. Como esclarecido anteriormente, a estrutura do SARDA segue uma hierarquia de dificuldade e permite que a mesma habilidade auditiva seja trabalhada em diferentes estratégias.

A melhora da habilidade de percepção da fala no silêncio e no ruído após a estimulação com o *software* pode ser justificada, pois autores⁽³⁾ afirmaram que o treinamento auditivo é um conjunto de condições e/ou tarefas acústicas que são determinadas para ativar sistemas auditivos e sistemas correlatos e modificar a base neural e os comportamentos auditivos. Além disso, o treinamento auditivo promove modificações neuronais e a reorganização do sistema auditivo central⁽²⁹⁾.

Salienta-se que todos os participantes do presente estudo estavam realizando terapia fonoaudiológica duas vezes por semana, concomitantemente à intervenção com o SARDA. Essa variável não foi controlada por acreditar que o uso do computador na terapia é uma ferramenta que auxilia o fonoaudiólogo no treinamento das habilidades auditivas da criança. Tal equipamento possibilita a manipulação de diferentes parâmetros que não podem ser controlados durante a terapia tradicional e pode ser utilizado fora do *setting* terapêutico.

As pesquisas citadas e os resultados apresentados ao longo desta pesquisa demonstraram a aplicabilidade do treinamento auditivo computadorizado. Contudo, pôde-se verificar por meio dos dados descritivos desta pesquisa que o uso do *software* deve ser um auxiliar na intervenção fonoaudiológica e não um substituto, visto que a orientação e a intervenção do profissional fonoaudiólogo durante a aplicação do SARDA foi primordial.

CONCLUSÃO

O *Software* Auxiliar na Reabilitação de Distúrbios Auditivos (SARDA) apresentou aplicabilidade no treinamento das habilidades auditivas das crianças com deficiência auditiva, pois promoveu uma melhora da habilidade de percepção da fala no silêncio e no ruído após a estimulação. Além disso, é uma ferramenta que desperta a atenção das crianças, pois utiliza o computador como meio para o treinamento auditivo. O SARDA possibilita ao fonoaudiólogo a programação e o monitoramento do treinamento auditivo de cada criança por meio do banco de dados, sendo esse quesito um importante diferencial do *software*.

AGRADECIMENTOS

À Fundação de Amparo à Pesquisa do Estado de São Paulo (FAPESP) pelo auxílio financeiro concedido à pesquisadora, por meio da bolsa de mestrado (Processo 2009/06818-0). À Universidade do Vale do Itajaí (UNIVALI) por possibilitar a utilização do SARDA durante a pesquisa. Ao Centro Educacional do Deficiente Auditivo (CEDAU) e o Centro de Pesquisas Audiológicas (CPA), ambos do Hospital de Reabilitação de Anomalias Craniofaciais (HRAC) da Universidade de São Paulo (USP), e à Clínica de Fonoaudiologia da Faculdade de Odontologia de Bauru da USP que possibilitaram a realização da coleta de dados em suas dependências.

REFERÊNCIAS

1. Tye-Murray N. Foundations of aural rehabilitation: children, adults and their family members. San Diego: Singular; 2009. Auditory training; p. 139-82.
2. Nascimento LT. Programa computacional de ensino de habilidades auditivas [tese]. São Carlos: Universidade Federal de São Carlos; 2007.
3. Musiek FE, Chermak GD, Weising J. Auditory training. In: Chermak GD, Musiek FE. Handbook of (central) auditory processing disorder: comprehensive intervention. San Diego: Plural Publishing; 2007. p. 77-106.
4. Sweetow RW, Henderson-Sabes J. The case for LACE: listening and auditory communication enhancement training. *Hear J*. 2004;57(3):32-40.
5. Sweetow RW, Sabes JH. The need for and development of an adaptive Listening and Communication Enhancement (LACE) Program. *J Am Acad Audiol*. 2006;17(8):538-58.
6. Temple E, Poldrack RA, Protopapas A, Nagarajan S, Salz T, Tallal P, et al. Disruption of the neural response to rapid acoustic stimuli in dyslexia: evidence from functional MRI. *Proc Natl Acad Sci USA*. 2000;97(25):13907-12.
7. Temple E, Deutsch GK, Poldrack RA, Miller SL, Tallal P, Merzenich MM, et al. Neural deficits in children with dyslexia ameliorated by behavioral remediation: evidence from functional MRI. *Proc Natl Acad Sci U.S.A.* 2003;100(5):2860-5.
8. Sweetow RW, Sabes JH. Technologic advances in aural rehabilitation: applications and innovative methods of service delivery. *Trends Amplif*. 2007;11(2):101-11.
9. Wu JL, Yang HM, Lin YH, Fu QJ. Effects of computer-assisted speech training on mandarin-speaking hearing impaired children. *Audiol Neurotol*. 2007;12(5):307-12.
10. Fu QJ, Galvin JJ. Computer-assisted speech training for cochlear implant patients: feasibility, outcomes and future directions. *Semin Hear*. 2007;28(2):142-50.

11. Geers AE. Techniques for assessing auditory speech perception and lipreading enhancement in young deaf children. *Volta Rev.* 1994;96(5):85-96.
12. Bevilacqua MC, Delgado EM, Moret AL. Estudos de casos clínicos de crianças do Centro Educacional do Deficiente Auditivo (CEDAU) do Hospital de Pesquisa e Reabilitação de Lesões Lábio-Palatais - USP. In: XI Encontro Internacional de Audiologia; 1996 Mar 30-Abr 2; Bauru, São Paulo.
13. House Ear Institute. HINT®Pro 7.2 audiometric system. Mudelein: Biologic Systems Corp.; 2007.
14. Nilsson M, Soli SD, Sullivan JA. Development of the Hearing in Noise Test for the measurement of speech reception thresholds in quiet and in noise. *J Acoust Soc Am.* 1994;95(2):1085-99.
15. Bevilacqua MC, Banhara MR, Da Costa EA, Vignoly AB, Alvarenga KF. The Brazilian Portuguese hearing in noise test. *Int J Audiol.* 2008;47(6):364-5.
16. Balen SA, Fernandes AM, Roggia SM, Zimmermann KJ, Miranda EM, Comerlato Junior AA, et al. Relatório Técnico Parcial de Execução do Projeto Software Auxiliar na Reabilitação de Deficientes Auditivos – SARDA (Ref. 2141/05) [Internet]. 2006. [citado 2012 Jan 2]. Disponível em: <http://www.univali.br/sarda>
17. Balen SA, Zimmermann KJ, Hutner SS, Roggia SM, Comerlato Junior AA, Silva MP. Software Auxiliar na Reabilitação de Distúrbios Auditivos (SARDA). In: Balen SA, Pagnossim DF, Fialho IM, Zimmermann KJ, Roggia SM. Saúde auditiva: da teoria à prática. São Paulo: Santos; 2010. p.168-86.
18. Thibodeau LM. Computer-Based Auditory Training (CBAT) for (central) auditory processing disorders. In: Musiek FE, Chermak GD. Handbook of (central) auditory processing disorder. San Diego: Plural Publishing; 2007. p.167-206.
19. Comerlato Junior, AA, Silva MP, Balen SA. Software para reabilitação auditiva de crianças com distúrbios no processamento auditivo (central). *Rev Neurocienc.* 2010;18(4):454-62.
20. Frederigue NB. Reconhecimento de padrões auditivos de frequência e de duração em crianças usuárias de implante coclear multicanal [tese]. São Paulo: Universidade de São Paulo; 2006.
21. Nelson PB, Thomas SD. Gap detection as a function of stimulus loudness for listeners with and without hearing loss. *J Speech Lang Hear Res.* 1997;40(6):1387-94.
22. Weihing JA, Musiek FE, Shinn JB. The effect of presentation level on the Gaps-In-Noise (GIN) test. *J Am Acad Audiol.* 2007;18(2):141-50.
23. Balen SA, Massignani R, Schillo R. Aplicabilidade do software Fast Forward na reabilitação dos distúrbios do processamento auditivo: resultados iniciais. *Rev CEFAC.* 2008;10(4):572-87.
24. Booth JR, Burman DD, Meyer JR, Lei Z, Trommer BL, Davenport ND, et al. Neural development of selective attention and response inhibition. *Neuroimage.* 2003;20(2):737-51.
25. Määttä S, Pääkkönen A, Saavalainen P, Partanen J. Selective attention event-related potential effects from auditory novel stimuli in children and adults. *Clin Neurophysiol.* 2005;116(1):129-41.
26. Balen SA, Silva LT. Programas computadorizados no treinamento auditivo. In: Bevilacqua MC, Martinez MA, Balen SA, Pupo AC, Reis AC, Frota S. Tratado de audiologia. São Paulo: Santos; 2011. p. 805-28.
27. Gray HM, Ambady N, Lowenthal WT, Deldin P. P300 as an index of attention to self-relevant stimuli. *J Exp Soc Psychol.* 2004;40:216-24.
28. Tallal P, Miller SL, Bedi G, Byma G, Wang X, Nagarajan SS, et al. Language comprehension in language-learning impaired children improved with acoustically modified speech. *Science.* 1996;271(5245):81-4.
29. Musiek F, Shinn J, Hare C. Plasticity auditory training, and auditory processing disorders. *Semin Hear.* 2002;23(4):263-75.