

Priscilla Donaire Brasil¹
Eliane Schochat¹

Eficácia do treinamento auditivo utilizando o software Programa de Escuta no Ruído (PER) em escolares com transtorno do processamento auditivo e baixo desempenho escolar

Efficacy of auditory training using the Programa de Escuta no Ruído (PER) software in students with auditory processing disorders and poor school performance

Descritores

Software
Transtornos da Percepção Auditiva
Audição
Aprendizagem
Estimulação Acústica

Keywords

Software
Auditory Perceptual Disorders
Hearing
Learning
Acoustic Stimulation

RESUMO

Objetivo: investigar a eficácia do treinamento auditivo nessa população, utilizando o software Programa de Escuta no Ruído (PER), que aborda, entre as habilidades de processamento auditivo, a escuta no ruído. **Método:** participaram deste estudo 18 crianças com idades entre 8 e 10 anos, de ambos os gêneros. Todos os sujeitos participaram das seguintes etapas: avaliação pré-intervenção, intervenção constituída por treino placebo, reavaliação do processamento auditivo e treino auditivo e reavaliação pós-intervenção, de forma que o sujeito seja controle dele mesmo. **Resultados:** não houve diferença estatisticamente significativa entre a avaliação pré-intervenção e a reavaliação do processamento auditivo pós-treino placebo, mas houve diferença estatisticamente significativa entre as condições pré e pós-treinamento auditivo. **Conclusão:** o presente estudo alcançou seu objetivo geral. O software PER se mostrou eficaz para o treinamento auditivo em escolares com transtorno do processamento auditivo e baixo desempenho escolar.

ABSTRACT

Purpose: Investigate the efficacy of auditory training in students with auditory processing disorders and poor school performance using the software *Programa de Escuta no Ruído* (PER), which addresses auditory processing skills, specifically listening in noise. **Methods:** Eighteen children aged 8-10 years, of both genders, participated in this study. All individuals participated in the following stages: pre-intervention assessment, intervention (consisting of placebo training, re-evaluation of auditory processing, and auditory training), and post-intervention assessment, so that the same individual is self-control. **Results:** No statistically significant difference was observed between the pre-intervention assessment and the post-training auditory processing re-evaluation of the placebo, but statistically significant difference was found between the pre- and post-auditory training conditions. **Conclusion:** The present study achieved its general objective. The PER software proved to be effective for the auditory training of students with auditory processing disorders and poor school performance.

Endereço para correspondência:
Priscilla Donaire Brasil
Rua Cipotânea, 51, Cidade
Universitária, São Paulo (SP), Brasil,
CEP: 05360-160.
E-mail: priscilla.dbrasil@gmail.com

Recebido em: Novembro 02, 2017

Aceito em: Fevereiro 20, 2018

Trabalho realizado no Departamento de Fonoaudiologia, Fisioterapia e Terapia Ocupacional, Universidade de São Paulo – USP - São Paulo (SP), Brasil.

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

Fonte de financiamento: nada a declarar.

Conflito de interesses: nada a declarar.



Este é um artigo publicado em acesso aberto (Open Access) sob a licença Creative Commons Attribution, que permite uso, distribuição e reprodução em qualquer meio, sem restrições desde que o trabalho original seja corretamente citado.

INTRODUÇÃO

O baixo desempenho escolar é caracterizado como uma performance abaixo de um nível esperado para a idade em notas ou tarefas, ou seja, é a diferença entre a aptidão acadêmica e o desempenho^(1,2), podendo resultar em transtornos emocionais e preocupação familiar^(3,4).

Estudos mostraram que além das técnicas pedagógicas, outros fatores que podem interferir na aprendizagem são acústicos, como, por exemplo, ruído de fundo, tempo de reverberação e relação sinal-ruído, que podem afetar negativamente a comunicação em sala de aula^(5,6). Além dos fatores acústicos, outro aspecto importante para uma efetiva comunicação em sala de aula é o processamento auditivo, pois o desenvolvimento normal da linguagem oral e escrita se deve, em grande parte, ao processamento adequado das informações auditivas^(7,8).

Quando o transtorno do processamento auditivo é diagnosticado, é necessária uma intervenção por meio de programas baseados no treinamento auditivo e na melhora do sinal acústico, que promoverão a plasticidade e a reorganização cortical^(9,10).

O treinamento auditivo pode ser realizado em cabine acústica e/ou com a utilização de softwares. Acredita-se que a utilização de softwares propicie uma abordagem terapêutica diferenciada e individualizada, além de ser mais estimulante e propiciar o contato com um instrumento terapêutico que possibilita múltiplas estratégias que podem potencializar o desenvolvimento global e auditivo^(11,12).

Há vários softwares de treinamento auditivo comercialmente disponíveis, sendo amplamente utilizados por crianças com dificuldades de aprendizagem⁽¹³⁻¹⁵⁾. Apesar da lista de softwares disponíveis, existe um número reduzido de estudos científicos que apresentem os benefícios do treinamento auditivo em sujeitos com transtorno do processamento auditivo e/ou baixo desempenho escolar, principalmente para treinamento de escuta no ruído.

A partir dessa constatação, Calarga⁽¹⁶⁾, em um estudo anterior, traduziu e adaptou o software canadense Logiciel d'Écoute dans le Bruit (LEB), idealizado e desenvolvido no laboratório do Professor Dr. Benoît Jutras, na Universidade de Montreal (Canadá), tendo como base os programas de treinamento auditivo sugeridos por Erber⁽¹⁷⁾, Bergeron e Henry⁽¹⁸⁾, que recebeu o nome de Programa de Escuta no Ruído (PER).

Esse software de treinamento auditivo tem como objetivo melhorar a compreensão de fala em ambientes ruidosos, utilizando jogos com estímulos verbais, apresentados simultaneamente a um ruído de fundo, que muda de intensidade de acordo com o desempenho da criança em cada atividade.

O ruído de fundo utilizado neste software é o ruído de uma cafeteria (*cafeteria noise*), em que um grupo de pessoas está rindo e conversando em um restaurante. As atividades foram baseadas nos comportamentos auditivos de detecção, identificação e compreensão, e os estímulos linguísticos foram os fonemas, aspectos suprasegmentais, palavras, pares mínimos, pares máximos, frases e textos.

O grau de demanda das habilidades cognitivas, linguísticas e auditivas aumenta gradativamente a cada atividade e pode variar conforme a tarefa proposta.

Calarga⁽¹⁶⁾ após traduzir e adaptar o software PER, verificou sua efetividade em 22 escolares brasileiros (com idade entre 9 e 10 anos), por meio do desempenho em testes auditivos,

cognitivos e linguísticos. Os resultados mostraram que a efetividade do software foi comprovada para a estimulação das habilidades de fechamento auditivo, compreensão auditiva de história, atenção auditiva sustentada, consciência fonológica e leitura de pseudopalavras.

Porém, o estudo anterior não verificou a efetividade do software PER em escolares com baixo desempenho escolar e alteração nos processos de audição, logo se faz notável a necessidade do desenvolvimento de pesquisas que investiguem a eficácia do treinamento auditivo com o uso do software PER em escolares com transtorno do processamento auditivo e baixo desempenho escolar ou dificuldade de aprendizagem.

Dessa forma, o objetivo deste estudo foi investigar a eficácia do treinamento auditivo com o uso do software PER em escolares com transtorno do processamento auditivo e baixo desempenho escolar.

MÉTODO

A pesquisa foi aprovada pelo Comitê de Ética da Instituição sob o protocolo de registro n° 111/16.

Participaram deste estudo 18 crianças com idade entre 8 e 10 anos, de ambos os gêneros (13 meninos e 5 meninas), a partir dos seguintes critérios de seleção: ausência de queixas atuais de afecções de sistema auditivo; avaliação audiológica básica (audiometria tonal, logoaudiometria e imitanciometria) dentro dos padrões de normalidade (padrão ANSI – 69); ausência de comprometimentos motores, alteração no desenvolvimento cognitivo e motor da fala, danos neurológicos, interação social restrita e distúrbios emocionais significativos; alteração de processamento auditivo e baixo desempenho escolar em decorrência da dificuldade de aprendizagem.

Foi utilizada nesse estudo uma amostra de conveniência. Todos os participantes realizaram atendimento no Laboratório de Investigação Fonoaudiológica em Neuroaudiologia e/ou são do convívio da pesquisadora ou foram indicados por outras fonoaudiólogas.

Os pais ou responsáveis pelas crianças leram e assinaram o Termo de Consentimento Livre e Esclarecido, autorizando a participação de seus filhos no estudo. As crianças foram orientadas sobre os procedimentos e a importância de participar da pesquisa e, após concordarem, assinaram o Termo de Assentimento.

Todos os sujeitos participaram das seguintes etapas: avaliação pré-intervenção, intervenção (constituída por: treino placebo, reavaliação do processamento auditivo e treino auditivo) e reavaliação pós-intervenção. Assim, cada sujeito foi controle de si mesmo, ou seja, após o treino placebo, o sujeito era reavaliado e encaminhado para o treino auditivo.

A avaliação pré-intervenção foi composta pela avaliação audiológica básica (meatoscopia, imitação acústica, audiometria tonal e vocal), avaliação do processamento auditivo (fala com ruído, PSI, SSW, padrão de frequência) e o teste de desempenho escolar, que avalia de forma ampla as capacidades fundamentais para o desempenho escolar nas áreas de leitura, escrita e aritmética. Em seguida, era realizado o treino placebo, constituído por 12 sessões, uma por semana, realizadas na casa do paciente. Para a realização das sessões de treino placebo, foram entregues duas atividades, a atividade 1 (composta por

quatro tarefas que envolvem habilidades de processamento visual, como percepção e discriminação de formas e tamanhos, fechamento visual, figura-fundo e memória visual) deveria ser feita durante quatro semanas (uma tarefa para cada semana) e a atividade 2 (DVD contendo oito vídeos infantis) durante 8 semanas (um vídeo por semana). Após as 12 sessões, os sujeitos foram reavaliados.

Após a realização do treino placebo, foi realizada somente a reavaliação comportamental do processamento auditivo, a fim de verificar se houve alguma melhora nas habilidades auditivas avaliadas anteriormente. Em seguida, os sujeitos foram submetidos a um programa de treinamento auditivo utilizando o software PER, que é composto por 13 temas (esportes, insetos, cozinha, mamíferos, pássaros, profissões, música, corpo humano, meios de transporte, energia, vegetais, espaço sideral e países) que contêm 19 atividades cada. Em seguida, será descrito o que as atividades abordam:

- Atividades 1 a 4: discriminação auditiva de palavras isoladas;
- Atividades 5 a 7: identificação de palavras em contexto frasal;
- Atividades 8 e 9: identificação de palavras isoladas;
- Atividades 10 a 13: identificação de frases;
- Atividades 14 a 19: compreensão de textos curtos, complexos ou longos.

O treino auditivo foi realizado individualmente e composto por 12 sessões, realizadas uma por semana, com duração de 50 minutos cada. O treino foi realizado da seguinte forma: primeiramente, a criança escolhia um tema de sua preferência, dentre os 13 disponíveis, e clicava sobre seu ícone, em seguida era apresentada uma animação lúdica referente ao tema e ao final a criança era direcionada a uma atividade. Para avançar para próxima atividade, ela tinha que acertar um número igual ou superior a 70% das tarefas propostas. Cada vez que a criança terminava um tema e iniciava outro, mudava a relação sinal/ruído, ou seja, no primeiro tema a relação sinal/ruído é neutra ($S/R = 0$), se a criança atingia 70% de acertos no próximo tema, havia diminuição da relação sinal/ruído em -2 dB, assim, sucessivamente, até a estabilização da relação sinal/ruído em -10dBNA.

Se a criança acertava entre 30% e 70% da tarefa, refazia com a mesma relação sinal/ruído, porém se a criança acertava menos de 30% tinha que refazê-la com a relação sinal/ruído de 2 dB a mais em relação ao valor anterior. Caso a criança ainda não atingia 70% de acertos, esta atividade era apresentada com a mesma relação sinal/ruído, apontando as respostas corretas na tela. Dessa forma, mantinha-se o jogo sempre desafiador e a criança podia ver seus erros e ter um feedback instantâneo.

Ao término do treinamento, todas as crianças foram reavaliadas seguindo a mesma bateria de testes utilizada na avaliação pré-intervenção. O software PER será disponibilizado em breve para uso comercial.

RESULTADOS

Para comparar as médias dos sujeitos nos três períodos estudados foi aplicada a técnica de análise multivariada de variância com medidas repetitivas (MANOVA repeated measure). Na MANOVA, o p-valor e a razão F (que é utilizada para testar a diferença global entre grupos) foram analisados por meio do teste Lambda de Wilks (λ de Wilks). Para análise estatística dos dados, adotamos nível de significância 0,05 (5%).

Os valores considerados estatisticamente significantes foram marcados com um asterisco (*) quando igual ou menor a 0,05, com dois asteriscos (**) quando igual ou menor a 0,01 e com três asteriscos (***) quando igual ou menor a 0,001. O sinal # foi utilizado para mostrar as tendências à significância. Além do nível de significância, foram informados os valores dos graus de liberdade (gl) e o valor F que é utilizado para testar a diferença global entre grupos de médias em experimentos.

Na Tabela 1, apresenta-se a distribuição dos sujeitos quanto ao gênero e idade.

Na Tabela 2, apresenta-se os valores da média e desvio padrão da porcentagem de acertos obtidos durante o treino

Tabela 1. Distribuição dos sujeitos quanto a gênero e idade

Gênero	N.	Média	Min.	Máx.
Masc.	13	9 a 7 m	8 a 1 m	10 a 11 m
Fem.	5	9 a 0 m	8 a 0 m	10 a 2 m

Legenda: Masc.: masculino; Fem.: feminino; N: número de sujeitos; a: anos; m: meses; min.: mínimo; máx.: máximo

Tabela 2. Valores de média e desvio padrão da porcentagem de acertos da avaliação comportamental obtida durante o treino placebo

		Placebo (n=18)			
		Avaliação 1		Avaliação 2	
		Média	DP	Média	DP
PSI	OD	63,33	18,47	64,44	18,22
	OE	60,56	21,27	64,44	22,02
FR	OD	78,80	8,11	79,00	6,80
	OE	76,80	12,91	78,80	11,14
PF		72,39	19,42	78,05	13,88
SSW	OD	59,31	16,97	62,08	18,52
	OE	56,11	20,22	59,31	18,47

Nível de significância ($p=0,2$)

Legenda: n: número de sujeitos; PSI: Pediatric Speech Intelligibility; FR: Fala com Ruído; PF: Padrão de Frequência; SSW: Staggered Spondaic Words; OD: Orelha Direita; OE: Orelha Esquerda; DP: Desvio Padrão; Avaliação 1: avaliação comportamental do processamento auditivo na pré-intervenção; Avaliação 2: reavaliação comportamental do processamento auditivo pós-treino placebo

Tabela 3. Valores de média e desvio padrão da porcentagem de acertos da avaliação comportamental obtidos nas avaliações 2 (pré-TA) e 3 (pós-TA)

		Treinamento Auditivo (n=18)				Nível de significância (p)
		Avaliação 2 (Pré-TA)		Avaliação 3 (Pós-TA)		
		Média	DP	Média	DP	
PSI	OD	64,44	18,22	73,89	15,39	p=0,002
	OE	64,44	22,02	77,78	18,01	p=0,001
FR	OD	79,00	6,80	83,78	6,05	p<0,001
	OE	78,80	11,14	84,00	7,88	p=0,002
PF		78,05	13,88	84,44	15,14	p<0,001
SSW	OD	62,08	18,52	68,19	18,27	p<0,001
	OE	59,31	18,47	70,28	17,42	p<0,001

Legenda: n: número de sujeitos; PSI: Pediatric Speech Intelligibility; FR: Fala com Ruído; PF: Padrão de Frequência; SSW: Staggered Spondaic Words; OD: Orelha Direita; OE: Orelha Esquerda; DP: Desvio Padrão; Avaliação 2: reavaliação comportamental do processamento auditivo pós-treino placebo; Avaliação 3: reavaliação comportamental do processamento auditivo pós-treino auditivo

Tabela 4. Valores de média e desvio padrão do número de acertos da avaliação TDE obtidos nos períodos pré-TA e pós-TA

		Treinamento Auditivo (n=18)				Nível de significância (p)
		Avaliação Pré-TA		Avaliação Pós-TA		
		Média	DP	Média	DP	
Leitura		46,44	19,88	48,00	19,71	p=0,02
Escrita		17,17	9,88	18,06	9,92	p=0,05
Aritmética		13,00	5,88	13,94	5,73	p=0,02

Legenda: DP: desvio padrão; TA: treino auditivo; n: número de sujeitos

placebo na avaliação comportamental do processamento auditivo na pré-intervenção e na reavaliação comportamental do processamento auditivo pós-treino placebo.

A MANOVA de medidas repetidas revelou que não houve uma diferença multivariada entre as duas avaliações dos testes comportamentais ($F(7,11)=1,732$, $p=0,2$, λ de Wilks=0,476).

Na Tabela 3, apresenta-se os valores da média e desvio padrão da porcentagem de acertos obtidos na reavaliação comportamental do processamento auditivo pós-treino placebo e reavaliação comportamental do processamento auditivo pós-treino auditivo.

A MANOVA de medidas repetidas revelou que existe uma diferença multivariada entre as condições pré e pós-treinamento auditivo para a avaliação comportamental do processamento auditivo [$F(7,11)=15,03$, $p<0,001$ ***, η^2 parcial=0,905, λ de Wilks=0,095].

Na Tabela 4, apresenta-se os valores da média e desvio padrão da porcentagem de acertos da avaliação do TDE, obtidos nos períodos pré-treinamento auditivo e pós-treinamento auditivo.

A MANOVA de medidas repetidas revelou que existe uma diferença multivariada marginal entre as condições pré e pós-treinamento auditivo para a avaliação do TDE [$F(3,15)=2,96$, $p=0,066$ #, η^2 parcial=0,372, λ de Wilks=0,628].

DISCUSSÃO

Foi adotada a faixa etária de 8 a 10 anos de idade por já ter atingido a maturação neural auditiva, permitindo a avaliação do processamento auditivo sem nenhum impedimento⁽⁸⁾ e as crianças já estarem nas séries do ensino fundamental que podem ser avaliadas pelo TDE.

Em relação ao fator gênero, observou-se, nesse estudo, maior número de sujeitos do gênero masculino, conforme Tabela 1. O predomínio do gênero masculino nesse estudo pode estar relacionado ao fato dos meninos possuírem maiores riscos para

alterações de linguagem e de processamento auditivo quando comparados às meninas^(19,20).

A análise comparativa geral da avaliação comportamental do processamento auditivo na pré-intervenção (Avaliação 1) e na reavaliação comportamental do processamento auditivo pós-treino placebo (Avaliação 2) mostraram que não houve diferença estatisticamente significativa entre as duas avaliações comportamentais do processamento auditivo. Em outras palavras, os resultados médios da Avaliação 1 e da Avaliação 2 (Tabela 2) permitem afirmar que não houve uma real eficácia do treinamento placebo na Avaliação 2.

Os resultados do presente estudo vão ao encontro de diversos estudos nos quais a avaliação pós-treino placebo não apresenta diferença estatisticamente significativa^(21,22).

O estudo de Anderson et al.⁽²¹⁾ verificou a eficácia do treinamento auditivo para processamento de fala no ruído, utilizando um método de treino placebo parecido com o deste estudo. Anderson et al.⁽²¹⁾ utilizaram DVDs educacionais e perguntas de múltipla escolha sobre o conteúdo, metodologia parecida com o treino placebo deste estudo, que também utilizou DVDs educacionais e perguntas dirigidas sobre cada tema. Em ambos estudos não foram observadas alterações estatisticamente significantes no grupo de treinamento placebo.

Morais⁽²²⁾ também utilizou um método de treino placebo parecido com o deste estudo. Os sujeitos deste estudo foram divididos em dois grupos, sendo 8 encaminhados para o grupo placebo, em que foram submetidos a um treinamento placebo, e 8 para o grupo sem intervenção, que não foram submetidos a nenhuma intervenção. Para realização do treinamento placebo foi entregue um DVD ou um arquivo por e-mail com 8 documentários disponíveis na internet com temas variados, em seguida os sujeitos responderam às perguntas

sobre cada vídeo, assim como neste estudo. Após 12 semanas, os sujeitos dos dois grupos foram reavaliados e encaminhados para o treinamento auditivo. Os resultados, tanto do estudo de Morais⁽²²⁾, quanto do estudo objeto deste artigo, mostraram que não houve diferença estatisticamente significativa nos testes comportamentais do processamento auditivo na reavaliação pré-treinamento auditivo, sendo descartada a ocorrência de efeito placebo e efeitos teste-reteste.

O desempenho dos sujeitos nas avaliações pré e pós-treinamento auditivo nas habilidades avaliadas de maneira comportamental constatou que o treinamento auditivo proposto neste estudo foi eficaz (Tabela 3), ou seja, o treinamento com o software PER foi capaz de estimular as habilidades de processamento auditivo. Esses dados vão ao encontro de outros estudos nos quais também se constatou a melhora das habilidades auditivas em crianças após o treinamento auditivo com softwares^(23,24).

O estudo de Hayes et al.⁽²³⁾ estudou a plasticidade da via auditiva central em crianças com dificuldades de aprendizagem, através do uso do software Earobics Step I e Step II para treinamento auditivo. O estudo desses autores difere deste no que se refere ao público-alvo e ao software aplicado, pois no presente estudo o público-alvo são crianças com baixo desempenho escolar e o software utilizado é o PER, porém os resultados são parecidos, pois ambos os estudos mostraram diferenças estatisticamente significantes na avaliação comportamental do processamento auditivo pós-treino auditivo.

No estudo de Krishnamurti et al.⁽²⁴⁾, os pacientes com TPA foram submetidos a oito semanas de treinamento auditivo com o software Fast ForWord, com duração de 50 minutos, cinco dias na semana, o que difere com desse estudo, em que as crianças com TPA e baixo desempenho escolar foram submetidas a 12 semanas de treinamento auditivo com o software PER, uma vez na semana, mas com a mesma duração (50 minutos). Os resultados foram parecidos, ou seja, ambos os estudos apresentaram diferenças estatisticamente significantes na avaliação comportamental do processamento auditivo pós-treino auditivo.

Na avaliação pré-intervenção, os sujeitos apresentaram baixo desempenho nos três subtestes do TDE (leitura, escrita e aritmética), o que já era esperado, uma vez que tinham queixas de aprendizagem. Porém os resultados mostraram que houve melhora estatisticamente significativa após o treinamento auditivo para as variáveis leitura e escrita, sugerindo que o software PER foi efetivo para estimular a decodificação grafema-fonema, pois há a influência do treinamento na consciência fonológica, habilidade relacionada ao bom desempenho em leitura e escrita.

Para que ocorra o aprendizado inicial da leitura e escrita, é necessária a percepção de informações acústicas para decodificar e codificar os fonemas, assim, as crianças neste estudo que apresentam baixo desempenho escolar, apresentaram dificuldades em processar os estímulos sonoros da fala, demonstrando inabilidade nos testes de processamento que envolvem estímulos verbais, como nos testes FR, PSI e SSW conforme pode ser observado na Tabela 4.

Dessa forma, as crianças poderão deparar-se com obstáculos na segmentação e manipulação da estrutura fonológica da linguagem e, conseqüentemente, estarão sujeitas a apresentar dificuldades de leitura e escrita^(25,26). Porém, após realizarem o

treino auditivo mostraram melhoras nas habilidades de leitura e escrita, indicando que o software PER auxilia nessa percepção de informações acústicas, levando à melhora da decodificação e codificação dos fonemas.

Com relação à variável aritmética, ela foi aplicada e analisada, pois o objetivo do estudo era verificar o baixo desempenho escolar como um todo e esta variável faz parte do teste aplicado para tal propósito, porém acredita-se que seu resultado positivo pós-treinamento auditivo se deva não somente à melhora nas habilidades de leitura e escrita pós-treino auditivo, mas também ao avanço da aprendizagem neste conteúdo no ambiente escolar.

Como visto anteriormente, o software PER auxiliou na melhora das habilidades de leitura e escrita pós-treino auditivo, principalmente através da estimulação da consciência fonológica. A leitura é considerada a base para que a escrita e o cálculo se estruturarem e as habilidades necessárias para a aquisição do cálculo associam-se à capacidade de compreensão da linguagem, leitura e escrita⁽²⁷⁻²⁹⁾. Dessa forma, pode-se inferir que a melhora na variável aritmética pós-treino auditivo possa ser em decorrência do desenvolvimento das habilidades de leitura e escrita.

Outro ponto que pode ter auxiliado na melhora da variável aritmética pós-treino auditivo, como dito anteriormente, é o ambiente escolar. Os sujeitos foram submetidos a 12 sessões para finalizar o treinamento auditivo, totalizando 3 meses. Durante esses meses há um avanço do conhecimento ensinado na escola, podendo ter interferido positivamente no resultado da reavaliação do subteste aritmética do TDE pós-treino auditivo.

Dessa forma, pode-se concluir que o software PER mostrou-se eficaz para estimular as habilidades de leitura, escrita e aritmética dos sujeitos com baixo desempenho escolar e alteração de processamento auditivo, uma vez que o software consegue contemplar as habilidades auditivas e de consciência fonológica, que pode ser comprovada pela evolução dos sujeitos na etapa pós-treinamento. Outro ponto importante é a aceitação do software por parte dos sujeitos, uma vez que as crianças relataram terem gostado dele e mostraram-se empolgadas para cada sessão de treinamento, além da aceitação por parte dos responsáveis que relataram terem percebido melhoras em suas crianças.

CONCLUSÃO

O presente estudo alcançou seu objetivo geral. O software PER se mostrou eficaz para o treinamento auditivo em escolares com TPA e baixo desempenho escolar. Não foram encontradas evidências de efeito placebo para os escolares com TPA e baixo desempenho escolar.

Quanto à avaliação comportamental do processamento auditivo, a comparação pré e pós-TA mostrou melhora do desempenho nas habilidades auditivas avaliadas nos testes PSI, FR, PF e SSW. Quanto à avaliação do TDE, a comparação pré e pós-TA mostrou melhora dos sujeitos no desempenho das habilidades avaliadas nos subtestes leitura, escrita e aritmética.

Dessa forma, o treinamento auditivo com o uso do software PER mostrou-se eficaz para melhora do desempenho nas habilidades auditivas, assim como nas habilidades avaliadas no TDE aqui estudado.

REFERÊNCIAS

1. Rebollo MA, Rodriguez S. El aprendizaje y sus dificultades. *Rev Neurol*. 2006;42:139-42.
2. Ellis A, Bernard ME. Rational emotive behavioral approaches to childhood disorders: theory, practice and research. New York: Springer Science; 2006. <http://dx.doi.org/10.1007/b137389>.
3. Siqueira CM, Gurgel-Giannetti J. Mau desempenho escolar: uma visão atual. *Rev Assoc Med Bras*. 2011;57(1):78-87. PMID:21390464.
4. Rodrigues IO, Freire T, Gonçalves TS, Crenitte PAP. Sinais preditores de depressão em escolares com transtorno de aprendizagem. *Rev CEFAC*. 2016;18(4):864-75. <http://dx.doi.org/10.1590/1982-0216201618421015>.
5. Knecht HA, Nelson PB, Whitelaw GM, Feth LL. Background noise levels and reverberation times in unoccupied classrooms: predictions and measurements. *Am J Audiol*. 2002;11(2):65-7. [http://dx.doi.org/10.1044/1059-0889\(2002/009\)](http://dx.doi.org/10.1044/1059-0889(2002/009)). PMID:12691216.
6. Dreossi RCF, Momensohn-Santos T. Noise and its interference over students in a classroom environment: literature review. *Pro Fono*. 2005;17(2):251-8. <http://dx.doi.org/10.1590/S0104-56872005000300014>. PMID:16909535.
7. Santos MFC, Pereira LD. Escuta com dígitos. In: Pereira LD, Schochat E. *Processamento auditivo central: manual de avaliação*. São Paulo: Lovise; 1997.
8. Ivone FN, Schochat E. Maturação do processamento auditivo em crianças com e sem dificuldades escolares. *Pro Fono*. 2005;17(3):311-20. <http://dx.doi.org/10.1590/S0104-56872005000300005>. PMID:16389788.
9. Musiek FE, Shinn J, Hare C. Plasticity, auditory training and auditory processing disorders. *Semin Hear*. 2002;23(4):264-75. <http://dx.doi.org/10.1055/s-2002-35862>.
10. Chermak GD. Neurobiological connections are key to APD. *Hear J*. 2004;57(4):58. <http://dx.doi.org/10.1097/01.HJ.0000292421.45244.9e>.
11. Bamiou DE, Campbell N, Sirimanna T. Management of auditory processing disorders. *J Audiol Med*. 2006;4(1):46-56. <http://dx.doi.org/10.1080/16513860600630498>.
12. Martins JS, Pinheiro MMC, Blasi HF. A utilização de um software infantil na terapia fonoaudiológica de Distúrbio do Processamento Auditivo Central. *Rev Soc Bras Fonoaudiol*. 2008;13(4):398-404. <http://dx.doi.org/10.1590/S1516-80342008000400016>.
13. Merzenich MM, Jenkins WM, Johnston P, Schreiner C, Miller SL, Tallal P. Temporal processing deficits of language-learning impaired children ameliorated by training. *Science*. 1996;271(5245):77-81. <http://dx.doi.org/10.1126/science.271.5245.77>. PMID:8539603.
14. Tallal P, Miller S, Bedi G, Byma G, Wang X, Nagarajan S, et al. Language comprehension in language learning impaired children improved with acoustically modified speech. *Science*. 1996;271(5245):81-4. <http://dx.doi.org/10.1126/science.271.5245.81>. PMID:8539604.
15. Morrison S. Computer applications: Earobics Pro. *Child Lang Teach Ther*. 1998;14(3):279-84. <http://dx.doi.org/10.1177/026565909801400304>.
16. Calarga KS. Tradução e adaptação de um software de treinamento auditivo para escolares [dissertação]. São Paulo: Faculdade de Medicina, Universidade de São Paulo; 2016 <http://dx.doi.org/10.11606/D.5.2016.tde-08082016-125823>.
17. Erber NP. Screening auditory abilities. In: Erber NE. *Auditory training*. Washington, DC: Alexander Graham Bell Association for the Deaf; 1982. p. 47-71.
18. Bergeron AM, Henry F. L'entraînement auditif. In: Bergeron AM, Henry F. *Girafe. Guide d'intervention en réadaptation auditive: formule de l'enfant Laval*. Québec: Éditions du Méridien; 1994. p. 102-22.
19. Bishop DV. The causes of specific developmental language disorder ("development dysphasia"). *J Child Psychol Psychiatry*. 1987;28(1):1-8. <http://dx.doi.org/10.1111/j.1469-7610.1987.tb00646.x>. PMID:3558529.
20. Tallal P, Ross R, Curtiss S. Unexpected sex ratios in families of language/learning impaired children. *Neuropsychologia*. 1989;27(7):987-98. [http://dx.doi.org/10.1016/0028-3932\(89\)90074-2](http://dx.doi.org/10.1016/0028-3932(89)90074-2). PMID:2771037.
21. Anderson S, White-Schwoch T, Choi HJ, Kraus N. Training changes processing of speech cues in older adults with hearing loss. *Front Syst Neurosci*. 2013;7:1-9. <http://dx.doi.org/10.3389/fnsys.2013.00097>. PMID:24348347.
22. Morais AA. A eficácia do treinamento auditivo acusticamente controlado em idosos com transtorno do processamento auditivo [dissertação]. São Paulo: Faculdade de Medicina, Universidade de São Paulo; 2015 <http://dx.doi.org/10.11606/D.5.2015.tde-19052015-142644>.
23. Hayes EA, Warrier CM, Nicol TG, Zecker SG, Kraus N. Neural plasticity following auditory training in children with learning problems. *Clin Neurophysiol*. 2003;114(4):673-84. [http://dx.doi.org/10.1016/S1388-2457\(02\)00414-5](http://dx.doi.org/10.1016/S1388-2457(02)00414-5). PMID:12686276.
24. Krishnamurti S, Forrester J, Rutledge C, Holmes GW. A case study of the changes in the speech-evoked auditory brainstem response associated with auditory training in children with auditory processing disorders. *Int J Pediatr Otorhinolaryngol*. 2013;77(4):594-604. <http://dx.doi.org/10.1016/j.ijporl.2012.12.032>. PMID:23357780.
25. Cherry R, Rubinstein A. Comparing monotic and diotic selective auditory attention abilities in children. *Lang Speech Hear Serv Sch*. 2006;37(2):137-42. [http://dx.doi.org/10.1044/0161-1461\(2006/015\)](http://dx.doi.org/10.1044/0161-1461(2006/015)). PMID:16646216.
26. Idiazábal-Aletxa MA, Saperas-Rodríguez M. Procesamiento auditivo em el transtorno específico del lenguaje. *Rev Neurol*. 2008;46:91-5.
27. Ellis AW. *Leitura, escrita e dislexia: uma análise cognitiva*. 2. ed. Porto Alegre: Artes Médicas; 1995.
28. Garcia JN. *Manual de Dificuldades de aprendizagem*. Porto Alegre: ArtMed; 1998.
29. Tonelotto JMF, Fonseca LC, Tedrus GMSA, Martins SMV, Gibert MAP, Antunes TA, et al. Avaliação do desempenho escolar e habilidades básicas de leitura em escolares do ensino fundamental. *Aval Psicol*. 2005;4:33-43.

Contribuição dos autores

PDB participou da idealização do estudo, coleta, análise e interpretação dos dados e redação do artigo; ES participou na condição de orientadora, na idealização do estudo, análise, interpretação dos dados e redação do artigo