KARENINA SANTOS CALARGA

**Tradução e adaptação de um *software* de
treinamento auditivo para escolares**

Dissertação apresentada à Faculdade de Medicina
da Universidade de São Paulo para obtenção do
título de Mestre em Ciências.

Programa de Ciências da Reabilitação
Orientadora: Profa. Dra. Eliane Schochat

São Paulo

2016

Dados Internacionais de Catalogação na Publicação (CIP)

Preparada pela Biblioteca da

Faculdade de Medicina da Universidade de São Paulo

©reprodução autorizada pelo autor

Calarga, Karenina Santos

Tradução e adaptação de um *software* de treinamento auditivo para escolares /
Karenina Santos Calarga. -- São Paulo, 2016.

Dissertação(mestrado)--Faculdade de Medicina da Universidade de São Paulo.
Programa de Ciências da Reabilitação.

Orientadora: Eliane Schochat.

Descritores: 1.Audição 2.Transtornos da percepção auditiva 3.Reabilitação
4.*Software* 5.Estimulação acústica 6.Criança

USP/FM/DBD-106/16

*Dedico este trabalho aos meus
país, ao meu irmão e a todos
que dele possam vir a usufruir*

Agradecimentos

Ao término desta etapa fico admirada ao perceber o quanto me desenvolvi, nos âmbitos profissionais e pessoais. Não tenho dúvida de que grande parte disso se deve ao auxílio de muitas pessoinhas especiais. O limitado espaço dificulta a transcrição de tamanha gratidão, mas não posso deixar de agradecer:

Aos meus pais, Dorival e Maria, por todo cuidado, amor, carinho, incentivo e apoio incondicional que sempre me dedicaram. Pelos sacrifícios pessoais a que se submeteram para me proporcionar as melhores oportunidades. Por sofrerem e comemorarem junto comigo. Serei eternamente grata por tudo. Tenho muito orgulho de vocês.

Ao meu irmão, Caio, grande exemplo de superação pessoal e dos benefícios advindos do treinamento auditivo e intervenção fonoaudiológica. Acredito que se não fosse por suas conquistas em meu período pré-vestibular, não teria tido conhecimento do poder da fonoaudiologia e, hoje, não estaria desfrutando da satisfação em auxiliar meus pacientes a alcançar suas metas.

À minha orientadora, Profa. Dra. Eliane Schochat, que concilia sua reconhecida excelência profissional a muita simpatia e bom humor, transmitindo seus profundos conhecimentos com paixão, em especial nas enriquecedoras supervisões. Obrigada por ser tão empática e compreensiva; acalmar meus anseios pacientemente; encorajar-me quando eu mesma não acreditava em minhas capacidades; estimular minha autonomia e desenvolvimento como pesquisadora, dando total liberdade para tomar todas decisões relacionadas ao projeto; sacrificar suas férias e finais de semana corrigindo meu trabalho.

Às meninas do Laboratório de Pesquisa e Prática em Neuroaudiologia (mais conhecido por LIF PAC). Inúmeros foram os aprendizados junto de vocês. TODAS, de alguma forma, colaboraram para a execução deste trabalho. Tenho muita estima por todas e as tenho como exemplos de profissionais. Muito obrigada pela amizade e por compartilharem seus conhecimentos e experiências comigo, foram fundamentais em todo meu processo de aprendizagem. Os

incontáveis conselhos foram atentamente escutados. Tenho muito orgulho de ter integrado esta fabulosa equipe.

Também as agradeço por confiarem em mim e permitirem que eu transmitisse aos alunos do estágio em Processamento Auditivo o pouco que sabia. Esta oportunidade me motivou a buscar novas estratégias de ensino e a aprofundar meus estudos e conhecimentos.

Às amigas da Turma XXXIII, do curso de Fonoaudiologia da Faculdade de Medicina da USP, que mesmo com o passar do tempo e das distâncias, o carinho continua o mesmo. Orgulho destas garotas, que apaixonadas pela profissão, estão sempre em busca do melhor para a fonoaudiologia e seus pacientes.

Àqueles que me acolheram, prontamente e de maneira tão calorosa, que fizeram a gélida Montreal parecer quente. Em especial, Jonathan, Jocelyne, Graziela, Ruth e Ramin, pessoas queridas que sempre terei dentro do peito. *“Merci beacoup, mes amis!”*

Aos “alados” do grupo de Tecido Acrobático, por todo o companheirismo e pelas alegres manhãs de sábado. Obrigada por estarem sempre por perto e compartilharem os lemas que pude transpor dos treinos para a vida: “respira na dor”, “faça força com leveza e suavidade, sem desespero”, a confiar nas travas e nós que eu mesma faço e a levantar sorrindo após as quedas.

Aos queridos amigos, que ouviram desabafos, dificuldades, ajudaram a manter a sanidade e sentiram pelos momentos de ausência. Em especial à Cecília, por ter trazido novas cores e ritmos à minha vida. Quem diria que Montreal me presentearia com uma amiga tão querida?! Ao Paulo, confidente de todas as horas, sempre disponível para escutar, ponderar, compartilhar e ajudar. À Mariana, prima-irmã-amiga-confidente, que nem mesmo a distância conseguiu afastar. Ao Renato, pelo carinho e por sempre dar um jeito de fazer uma visitinha. Ao grupinho do Raposão, pela amizade, após tantos anos.

A toda minha família, por parte materna e paterna, por sempre me incentivar, apoiar e aconselhar. Sou muito honrada por pertencer a uma família tão unida, sempre disposta a compartilhar e a ajudar uns aos outros. Como

somos muito numerosos, torna-se inviável a citação de nomes, mas saibam, vocês foram um elemento fundamental para minhas conquistas.

À Cris Murphy, pelo auxílio no delineamento da metodologia deste estudo e por fornecer, gentilmente, os testes para avaliação dos sujeitos.

À Carol Rocha, pelas valiosas análises estatísticas, sugestões na escrita dos resultados e carinhosos conselhos em todas as etapas do mestrado.

Às fonoaudiólogas Prof^a Dra. Renata Mota Mamede Carvalho, Dra. Cristina Borges Murphy e Dra. Camila Maia Rabelo pelas sugestões pertinentes apresentadas durante o exame de Qualificação.

Ao Wagner, por toda colaboração no *sprint* final desta maratona e pela preciosa revisão linguística da dissertação.

Ao Professor Dr. Benoît Jutras, criador do LEB e idealizador deste projeto, por me receber gentilmente na Université de Montreal e no CHU Sainte-Justine.

Ao Sandro, técnico da Escola de Comunicação e Artes da USP, pelo generoso auxílio na mixagem dos estímulos; ao Johnny, por ceder sua voz aos personagens masculinos do PER e pelo auxílio com a mixagem dos estímulos; e ao Ualace por revisar as traduções dos estímulos.

Ao Raouf Mlaik, desenvolvedor do software, por todo auxílio com a programação da versão brasileira e pelo suporte técnico remoto.

À FAPESP, à Pró-Reitoria de Pesquisa da USP e ao LACREG, pelo incentivo financeiro à pesquisa.

À Escola Estadual Luiz Cintra do Prado, seus funcionários e alunos, pela receptividade, colaboração e participação na pesquisa.

A todos que de alguma forma me auxiliaram e contribuíram para a realização deste trabalho.

Gratidão!

*“A arte de escutar é como uma
luz que dissipa a escuridão da
ignorância.”*

(Dalai Lama)

Esta dissertação está de acordo com as seguintes normas:

Referências: adaptado de *International Committee of Medical Journals Editors (Vancouver)*.

Universidade de São Paulo. Faculdade de Medicina. Divisão de Biblioteca e Documentação. *Guia de apresentação de dissertações, teses e monografias*. Elaborado por Anneliese Carneiro da Cunha, Maria Julia de A. L. Freddi, Maria F. Crestana, Marinalva de Souza Aragão, Suely Campos Cardoso, Valéria Vilhena. 3a ed. São Paulo: Divisão de Biblioteca e Documentação; 2011.

Abreviaturas dos títulos dos periódicos de acordo com *List of Journals Indexed in Index Medicus*

SUMÁRIO

Lista de siglas

Lista de figuras

Lista de gráficos

Lista de tabelas

1. INTRODUÇÃO	21
2. OBJETIVOS	27
2.1 OBJETIVO GERAL:	27
2.2 OBJETIVOS ESPECÍFICOS:	27
3. REVISÃO DA LITERATURA	29
3.1 PERCEPÇÃO DA FALA NO RUÍDO	29
3.2 TPA E TREINAMENTO AUDITIVO DA PERCEPÇÃO DE FALA NO RUÍDO	34
3.3 SOFTWARES DE TREINAMENTO AUDITIVO E O IMPACTO NAS HABILIDADES LINGÜÍSTICAS	42
4. MÉTODOS	49
4.1 APRESENTAÇÃO DO SOFTWARE	49
4.1.1 <i>Classificação do Ruído e dos Estímulos</i>	50
4.1.2 <i>Descrição das atividades</i>	52
4.1.3 <i>Funcionamento do software</i>	64
4.2 APLICAÇÃO DO SOFTWARE	68
4.2.1 <i>Casuística</i>	68
4.2.2 <i>Material</i>	69
4.2.3 <i>Procedimentos</i>	71
4.2.4 <i>Bateria de testes para avaliação</i>	72
4.2.5 <i>Treinamento Auditivo</i>	76
4.2.6 <i>Método Estatístico</i>	78
5. RESULTADOS	81
5.1 DESENVOLVIMENTO DO SOFTWARE	82
5.1.1 <i>Criação do programa</i>	82
5.1.2 <i>Tradução e adaptação do software</i>	82
5.1.3 <i>Gravação dos estímulos</i>	84
5.1.4 <i>Mixagem dos estímulos</i>	85
5.2 APLICAÇÃO DO SOFTWARE	86
5.2.1 <i>Caracterização da amostra</i>	86
5.2.2 <i>Efeito do treinamento auditivo</i>	88
5.2.3 <i>Efeito da ordem de apresentação no treinamento auditivo</i>	100
5.2.4 <i>Percepções dos participantes</i>	101
6. DISCUSSÃO	108
6.1 CRIAÇÃO DO SOFTWARE DE TREINAMENTO AUDITIVO	108
6.2 APLICAÇÃO DO SOFTWARE	110
6.2.1 <i>Caracterização da amostra</i>	110
6.2.2 <i>Efeito do treinamento auditivo</i>	112
6.2.3 <i>Efeito da ordem de apresentação dos temas</i>	128
6.2.4 <i>Percepções dos participantes</i>	129
6.3 CONSIDERAÇÕES FINAIS	131
7. CONCLUSÕES	135
8. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS	137

LISTA DE FIGURAS

Figura 1-	Onda sonora do ruído utilizado.....	51
Figura 2-	Tela da atividade 1.....	53
Figura 3-	Tela da atividade 2.....	53
Figura 4-	Tela da atividade 3.....	54
Figura 5-	Tela da atividade 4.....	54
Figura 6-	Tela da atividade 5.....	55
Figura 7-	Tela da atividade 6.....	56
Figura 8-	Tela da atividade 7.....	56
Figura 9-	Tela da atividade 8.....	57
Figura 10-	Tela da atividade 9.....	57
Figura 11-	Tela da atividade 10.....	58
Figura 12-	Tela da atividade 11.....	59
Figura 13-	Tela da atividade 12.....	59
Figura 14-	Tela da atividade 13.....	60
Figura 15-	Tela da atividade 14.....	61
Figura 16-	Tela da atividade 15.....	61
Figura 17-	Tela da atividade 16.....	62
Figura 18-	Tela da atividade 17.....	62
Figura 19-	Tela da atividade 18.....	63
Figura 20-	Tela da atividade 19.....	63
Figura 21-	Fluxograma 1 – Dinâmica de funcionamento do jogo.....	67
Figura 22-	Resultados médios e barra de erros (IC 95%), entre pré e pós, para a habilidade de Atenção.....	90
Figura 23-	Resultados médios e barra de erros (IC 95%), entre pré e pós, para a habilidade de Memória.....	91
Figura 24-	Resultados médios e barra de erros (IC 95%), entre pré e pós, para as habilidades Auditivas.....	91
Figura 25-	Resultados médios e barra de erros (IC 95%), entre pré e pós, para as habilidades Linguísticas.....	92

Figura 26-	Desempenho na variável Alarmes Falsos.....	94
Figura 27-	Desempenho na variável HIT.....	94
Figura 28-	Desempenho na variável Total de Erros.....	95
Figura 29-	Desempenho na variável Tempo de Reação.....	95
Figura 30-	Desempenho na variável Span de Dígitos.....	96
Figura 31-	Desempenho na variável Compreensão Auditiva.....	96
Figura 32-	Desempenho na variável Leitura de Pseudopalavras.....	97
Figura 33-	Desempenho na variável Fala Comprida (OD).....	97
Figura 34-	Desempenho na variável Fala Comprimida (OE).....	98
Figura 35-	Desempenho na variável Rima e Aliteração.....	98
Figura 36-	Desempenho na variável Consciência Silábica.....	99
Figura 37-	Desempenho na variável Consciência Fonêmica.....	99
Figura 38-	Perguntas e resultados referentes à Questão 1.....	101
Figura 39-	Perguntas e resultados referentes à Questão 2.....	102
Figura 40-	Perguntas e resultados referentes à Questão 3.....	104
Figura 41-	Perguntas e resultados referentes à Questão 4.....	104
Figura 42-	Perguntas e resultados referentes à Questão 5.....	105
Figura 43-	Perguntas e resultados referentes à Questão 6.....	105
Figura 44-	Perguntas e resultados referentes à Questão 7.....	106
Figura 45-	Perguntas e resultados referentes à Questão 8.....	107

LISTA DE TABELAS E QUADROS

Tabela 1-	Proporções entre gêneros e média de idade dos sujeitos.....	86
Tabela 2-	Valores de média e desvio-padrão de ambos os grupos no período pré-treinamento.....	87
Tabela 3-	Valores de média e desvio-padrão de ambos os grupos nos períodos pré e pós-treinamento.....	88
Tabela 4-	Influência do treinamento sobre as variáveis.....	89
Tabela 5-	Comparação dos desempenhos verificados pelas diferenças brutas os resultados.....	93
Tabela 6-	Média e desvio-padrão para cada subgrupo treinado no pré e pós-treinamento.....	100
Quadro 1-	Lista de softwares brasileiros de treinamento auditivo.....	46
Quadro 2-	Ordem de apresentação das atividades.....	65
Quadro 3-	Exemplo de tradução com priorização de aspectos linguísticos.....	83
Quadro 4-	Exemplo de adaptação com priorização de aspectos culturais.....	84

LISTA DE ABREVIATURAS, SÍMBOLOS E SIGLAS

AASI	Aparelho de Amplificação Sonora Individual
ABR	<i>Auditory Brainstem Response</i>
ANOVA	Análise de Variância
CAPESQ	Comissão de Ética Para Análise de Projetos de Pesquisa
dB	Decibel
DEL	Distúrbio Específico De Linguagem
DP	Desvio-Padrão
ELU	<i>Ease of Language Understanding</i>
et al.	e outros
FAPESP	Fundação de Amparo a Pesquisa do Estado de São Paulo
FFW	Fast Forward
FM	Frequência Modulada
FMUSP	Faculdade de Medicina da Universidade de São Paulo
GC	Grupo Controle
GT	Grupo Treinado
GT-A	Subgrupo Treinado - A
GT-B	Subgrupo Treinado - B
HIT	Acurácia no Teste de Atenção Auditiva Sustentada
IC	Implante Coclear
IC	Índice de Confiança
LACE	<i>Listening and Communication Enhancement</i>
LACREG	<i>Canada-Latin Americ and The Caribbean Research Exchange Grants Program</i>
LEB	Logiciel d'Écoute dans le Bruit
MANOVA	Análise de Variância Multivariada
OD	Orelha Direita
OE	Orelha Esquerda
R S/R	Relação Sinal/ Ruído
RMS	<i>Root Mean Square</i>
SNAC	Sistema Nervoso Auditivo Central
SPATS	<i>Speech Perception Assessment Training System</i>
TA	Treinamento Auditivo
TCLE	Termo de Consentimento Livre e Esclarecido
TPA	Transtorno de Processamento Auditivo

RESUMO

Calarga, KS. *Tradução e adaptação de um software de treinamento auditivo para escolares* [Dissertação]. São Paulo: Faculdade de Medicina, Universidade de São Paulo; 2016.

INTRODUÇÃO: Sabe-se que o ruído ambiental pode prejudicar a compreensão da fala, especialmente nos casos em que as crianças ainda não contam com a maturidade linguístico-cognitiva necessária para realizar o fechamento auditivo. Essas limitações podem levar a dificuldades no aprendizado. Estudos prévios demonstraram que o treinamento auditivo pode estimular tanto habilidades *bottom-up* (auditivas) quanto habilidades *top-down* (cognitivas e linguísticas) e, conseqüentemente, melhorar o desempenho escolar. Os softwares de treinamento auditivo vêm ganhando destaque por, dentre outras vantagens, serem mais motivadores e proporcionarem autonomia, ao mesmo tempo em que proveem ajustes automáticos nos parâmetros dos estímulos. Uma vez que não se conheça um software brasileiro destinado ao treino da compreensão da fala no ruído, faz-se necessária a criação de uma ferramenta. **OBJETIVOS:** Traduzir e adaptar o software de treinamento auditivo *Logiciel d'Écoute dans le Bruit* (LEB) para o português e verificar sua efetividade em escolares brasileiros por meio do desempenho em testes auditivos, cognitivos e linguísticos. **MÉTODOS:** (1) A versão brasileira do software foi denominada Programa de Escuta no Ruído (PER). Ela foi criada após os processos de: tradução, adaptação, gravação, mixagem e programação dos estímulos; (2) Sua efetividade foi investigada por meio da análise do desempenho de dois grupos pareados, antes e depois do período de treinamento auditivo, nos seguintes testes e respectivas habilidades: fala comprimida (fechamento auditivo), consciência fonológica (linguística), leitura de pseudopalavras (leitura), compreensão auditiva de texto (compreensão auditiva e interpretação), span de dígitos (memória de curto prazo) e atenção auditiva sustentada. O grupo treinado (GT), constituído por 22 escolares com idade entre 9 a 10 anos de idade, recebeu treinamento auditivo com o PER, e o grupo controle (GC), composto por 20 escolares, não recebeu nenhum tipo de estimulação; (3) Após o período de treinamento, os sujeitos do GT responderam

a um questionário de avaliação qualitativa sobre a jogabilidade, no qual poderiam opinar acerca do PER. **RESULTADOS:** a eficácia da adaptação foi observada pela facilidade com que os comandos solicitados no jogo foram compreendidos e executados e pelas respostas positivas obtidas com o questionário. Os grupos apresentaram desempenhos diferentes no período pós-treinamento. O GT apresentou evoluções estatisticamente significantes nas habilidades fechamento auditivo, consciência fonológica, leitura, atenção auditiva sustentada e compreensão auditiva. Os resultados sugerem que o treinamento com o PER foi efetivo para estimular a evolução de habilidades *bottom-up* e *top-down*. **CONCLUSÕES:** O processo de tradução e adaptação do software foi bem-sucedido. Sua efetividade foi comprovada para a estimulação das habilidades fechamento auditivo, compreensão auditiva de história, atenção auditiva sustentada, consciência fonológica e leitura de pseudopalavras. O GT apresentou evolução de desempenho superior à do GC para a maior parte das habilidades avaliadas, sejam elas *bottom-up* ou *top-down*.

Descritores: audição; transtornos da percepção auditiva; reabilitação; software; estimulação acústica; criança.

ABSTRACT

Calarga, KS. Translation and adaptation of an auditory training software for schoolchildren [Dissertation]. São Paulo: Faculdade de Medicina, Universidade de São Paulo; 2016.

INTRODUCTION: It has been found that environmental noise can impair speech understanding, especially for children who still do not possess the linguistic and cognitive maturity necessary to perform auditory closure. These difficulties can lead to obstacles in learning. Previous studies have shown that auditory training can stimulate both bottom-up (auditory) and top-down (cognitive and linguistic) skills and, consequently, improve academic performance in children. Auditory training softwares are becoming increasingly popular as they offer a number of advantages; notably they are more motivating and give users more freedom, whilst the parameters of the stimuli are automatically adjusted. Since there is no known Brazilian training program for hearing speech in noise, it is necessary to create such a tool. **OBJECTIVES:** To translate and adapt the "LEB – Logiciel d'Écoute dans le Bruit" hearing in noise training software to Portuguese and test its effectiveness in Brazilian schoolchildren by analyzing performance in auditory, cognitive and language tests. **METHODS:** (1) The Brazilian version of the auditory training software was given the name "PER - Programa de Escuta no Ruído". It was created after the translation, adaptation, recording, mixing and programming of stimuli processes; (2) Its effectiveness was investigated by analyzing the performance of two matched groups before and after the auditory training period in the following tests and their respective skills: compressed speech (auditory closure), phonological awareness (linguistics), pseudoword reading (reading), auditory comprehension (auditory comprehension and interpretation), digit span (short term memory) and sustained auditory attention. The trained group (TG) was made up of 22 students, aged 9 to 10 years old, who received auditory training with the "PER" and the control group (CG) was made up of 20 students who did not receive any stimulation. (3) After the training period, the subjects of the GT answered a qualitative evaluation questionnaire about the gameplay of, and their opinions about the PER. **RESULTS:** The effectiveness of

the translation and adaptation process was measured by the ease at which the game instructions were understood and followed, in addition to the positive responses obtained by the questionnaire. The groups performed differently in the post-training period. The TG showed statistically significant changes in the following skills: auditory closure; phonological awareness; reading; sustained auditory attention and listening. The results suggest that the PER training was effective in stimulating and developing bottom-up and top-down skills.

CONCLUSIONS: The auditory training software translation and adaptation process was successful. It proved effective in the following skill stimulations: auditory closure, auditory comprehension, sustained auditory attention, phonological awareness and pseudoword reading. The development in performance of the TG significantly outweighed that of the control group in most of the evaluated skills, whether they were bottom-up (hearing) or top-down (cognitive and linguistic).

Descriptors: hearing; auditory perceptual disorders; rehabilitation; software; acoustic stimulation; child

RÉSUMÉ

Calarga, KS. *Traduction et adaptation d'un logiciel d'entraînement auditif pour des écoliers* [Dissertation]. São Paulo: Faculté de Médecine, Université de São Paulo; 2016.

INTRODUCTION: Le bruit ambiant peut nuire à la compréhension de la parole, en particulier celle des enfants, qui manquent encore de maturité linguistique et cognitive pour accomplir la fermeture auditive. Ces limitations peuvent conduire à des difficultés d'apprentissage. Des études antérieures ont montré que l'entraînement auditif peut stimuler les compétences *bottom-up* (auditifs), les compétences *top-down* (cognitives et linguistiques) et, par conséquent, améliorer le rendement scolaire. Les logiciels d'entraînement auditif sont de plus en plus populaires de part leur nombreux avantages; ils sont plus motivants, permettent plus d'autonomie et, en même temps, fournissent des ajustements automatiques des paramètres des stimuli. En l'absence d'un logiciel brésilien d'entraînement à l'écoute dans le bruit, il est nécessaire de créer un tel outil. **OBJECTIFS:** Traduire et adapter le « Logiciel d'Écoute dans le Bruit »(LEB) aux Portugais et vérifier son efficacité sur des écoliers brésiliens, en se basant sur leur performance dans les tests auditifs, cognitifs et linguistiques. **METHODES:** (1) La version brésilienne du logiciel a été nommé « *Programa de Escuta no Ruído* (PER) ». Il a été créé après des phases de traduction, adaptation, enregistrement, mixage et programmation des stimuli; (2) Son efficacité a été étudiée par l'analyse de la performance de deux groupes appariés, avant et après la période d'entraînement auditif, en se basant sur les tests et les compétences suivantes: parole compressée (fermeture auditive), conscience phonologique (linguistic), lecture de pseudo-mots (lecture), compréhension auditive de histoire (compréhension et interprétation), *span* de chiffres (mémoire à court terme) et attention auditive soutenue. Le groupe entraîné (GE), composé de 22 élèves âgés de 9 à 10 ans, a reçu un entraînement auditif avec le PER tandis que le groupe de contrôle (CG), composée de 20 étudiants, n'a reçu aucune stimulation; (3) Après la période d'entraînement, les sujets du GE ont répondu à un questionnaire d'évaluation qualitatif sur la jouabilité et leur opinions sur le PER. **RÉSULTATS:** L'efficacité

de l'adaptation a été observée par la facilité avec laquelle les commandes ont été comprises et ordonnées mais aussi, suite aux réponses positives reçues lors du questionnaire. Les groupes ont présenté des performances différentes suite à l'entraînement. Le GE a montré des changements statistiquement significatifs dans les capacités auditives de fermeture, conscience phonologique, lecture, attention auditive soutenue et compréhension auditive . Les résultats suggèrent que l'entraînement avec le PER a été efficace pour stimuler le développement des compétences *bottom-up* et *top-down*. **CONCLUSIONS:** Le processus de traduction et adaptation du logiciel a été bien réussi. Son efficacité a été prouvée par l'amélioration des compétences de : fermeture auditive, compréhension auditif de histoire, attention auditive soutenue, conscience phonologique et lecture de pseudo-mots. Le GE a montré une amélioration de la performance supérieure aux GC, à la plupart des compétences évaluées, que ce soit *bottom-up* ou *top-down*.

Descripteurs: audition, troubles de la perception auditive; réhabilitation; logiciel; stimulation acoustique; enfant

Introdução

1. INTRODUÇÃO

A percepção da fala ocorre junto a diversos ruídos de fundo simultâneos (múltiplos falantes, ruídos contínuos ou ruídos flutuantes). Nestas condições de escuta adversas, o reconhecimento depende da integração das pistas temporais e espectrais da fala corrompida (ou mascarada). Assim, qualquer diminuição na redundância do discurso é capaz de causar uma percepção da fala inferior à esperada (Ziegler, 2009).

Uma série de estudos defende que crianças com transtornos desenvolvimentais de linguagem apresentavam evidentes déficits de percepção de fala no ruído, mas não no silêncio (Brady et al., 1983; Bradlow et al., 2003; Ziegler et al., 2005). Alguns autores relacionaram o déficit de percepção de fala no ruído à leitura, partindo do pressuposto de que ambos requerem processos cognitivos e neurais similares. Um destes processos seria a atenção auditiva, necessária tanto para filtrar o ruído do sinal quanto para decodificar os grafemas em fonemas (Facoetti et al., 2006; Perry et al., 2007).

Outro mecanismo fundamental seria a integração simultânea de diferentes pistas acústicas ao longo das escalas de tempo. Similarmente, a leitura fluente requer a integração simultânea de letras e clusters (Hawelka e Wimmer, 2005) e o mapeamento dessas unidades em um código fonológico e semântico (Harm e Seidenberg, 1999). Uma vez que a integração simultânea de diferentes tipos de informação ao longo das escalas de tempo é um denominador comum entre percepção da fala e a leitura, ambas sofrem interferências com a presença do ruído.

Considerando todas as possíveis influências negativas que a percepção da fala no ruído pode ter sobre o desempenho escolar, o treinamento auditivo pode ser eleito como ferramenta de intervenção terapêutica, já que seus sinais acústicos estimulam a plasticidade neural e outros processos cognitivos e linguísticos, gerando uma melhora das funções do sistema auditivo, (Phillips, 2002; Bamiou et al., 2006).

O treinamento auditivo é um procedimento que busca desenvolver ou reabilitar as habilidades auditivas alteradas (Musiek e Schochat, 1998). Baseia-se nos princípios da plasticidade neural, por meio da qual a prática de uma habilidade ou a exposição frequente a um estímulo podem levar a mudanças na atividade neural (Musiek et al, 2002).

A literatura aponta diversos indícios de que o treinamento auditivo promove a plasticidade neural, ou seja, uma melhora na sincronia neural e/ou uma diferenciação e reorganização da especificidade das células nervosas, por meio, por exemplo, do aumento do número de neurônios responsáveis por estas informações sensoriais, promovendo, assim, mudanças benéficas e fundamentais ao sistema nervoso auditivo central (SNAC) (Palmer et al., 1998; Chermak et al., 2007; Moore, 2007; Tremblay, 2007; Moore et al., 2009).

Os treinamentos auditivos podem ser categorizados em analíticos (*bottom-up*), sintéticos (*top-down*) ou uma combinação de ambos. (Sweetow e Palmer, 2005). O treinamento *bottom-up* enfatiza o conteúdo acústico (espectral, temporal e intensidade do sinal), e suas atividades envolvem identificação ou discriminação de sons que diferem acusticamente, como a identificação de

sílabas, palavras ou a compreensão de frases no ruído ((Blamey e Alcantara,1994; Chermak e Musiek, 1997; ASHA, 2005; Chermak e Musiek,2007).

Já o treinamento *top-down* visa a melhorar a percepção cognitiva, exercitando as habilidades de atenção, memória e linguagem, integrando o uso das informações contextuais de modo que as atividades se assemelhem mais às situações de comunicação da vida cotidiana, sendo menos formais e mais naturais (Duncan e Katz, 1983; Butler, 1984; Gagné, 1994).

Apesar de sabermos que o treinamento altera a atividade fisiológica de alguma maneira, não se sabe especificamente como o comportamento neural é alterado. Mudanças fisiológicas coincidentes com o treinamento não são relacionadas apenas a estímulos acústicos sensoriais específicos, mas a alguns processos que são comuns a todos os paradigmas treinados. Por exemplo, as atividades de treinamento envolvem exposição a diversos tipos de fatores, como atenção, memória, tomada de decisões e execução de tarefas. É possível que os mecanismos neurais associados a esses processos sejam ativados durante o treinamento e contribuam para os achados do pós-treino. Assim, a identificação dos aspectos mais efetivos de um treinamento auditivo é de fundamental importância para a ampliação dos conhecimentos sobre o funcionamento do SNAC e o aperfeiçoamento das propostas terapêuticas (Musiek et al., 2007).

Além do treino com estímulos auditivos, a intervenção auditiva também prevê modificações ambientais como a redução do nível de ruído em sala de aula, a recomendação de assento preferencial à frente da sala, o ensino e

aplicação de estratégias de comunicação e metacognição e até mesmo a utilização de um sistema de frequência modulada (FM) (Ferre, 1997; Masters et al., 1998; Bellis, 2003 ASHA, 2005; Chermak e Musiek, 2007). Entretanto, essas modificações, frequentemente, são inviáveis para boa parte das crianças brasileiras, que não podem ter acesso a orientações fonoaudiológicas e um acompanhamento individualizado.

O uso de softwares de treinamento auditivo poderia ser uma alternativa para garantir uma estimulação auditiva a esta população, haja vista o custo-benefício favorável que apresentam: podem ser utilizados em casa ou na escola (eliminando a necessidade de locomoção e disponibilidade de tempo para ir à terapia), não demandam a presença de um profissional (pois podem ser monitorados remotamente) e dispõem de recursos lúdicos e *feedback* instantâneo, incentivando o engajamento e motivação para continuar no jogo (Thibodeau, 2007; Balen e Silva, 2015).

Entretanto, ainda que a literatura internacional relate o uso de inúmeros softwares de treinamento auditivo com estímulos verbais para a estimulação das habilidades auditivas de crianças com transtorno do processamento auditivo (TPA) ou distúrbios de leitura e escrita, a literatura brasileira ainda conta com poucas publicações em que softwares disponíveis comercialmente sejam utilizados para o treinamento da escuta no ruído.

A partir dessa constatação, elaborou-se um estudo para traduzir e adaptar um software de treinamento auditivo canadense que tem como objetivo estimular as habilidades de percepção da fala no ruído. Esta pesquisa foi baseada em

estudo-piloto realizado em Montreal (com a versão canadense do software), no qual crianças com transtorno de processamento auditivo apresentaram melhoras na compreensão da fala no ruído após serem submetidas a 26 sessões de treinamento, com duração de 45 minutos cada, ao longo de 13 semanas. Espera-se que os resultados confirmem a hipótese inicial do estudo de que este software possa ser considerado uma efetiva ferramenta de treinamento auditivo, auxiliando as crianças na melhoria das habilidades trabalhadas, e que estas mudanças possam ser observadas no pós-treino.

Objetivos

2. OBJETIVOS

2.1 Objetivo geral:

O objetivo geral desta pesquisa foi traduzir e adaptar, para o português brasileiro, o software canadense de treinamento auditivo *Logiciel d'Écoute dans le Bruit* (LEB) e avaliar, por meio de testes auditivos, cognitivos e linguísticos, os efeitos deste treinamento em um grupo de escolares.

2.2 Objetivos específicos:

1. Traduzir e adaptar para o português brasileiro os estímulos do software;
2. Caracterizar e comparar as medidas *bottom-up* (auditivas) e *top-down* (cognitivas e linguísticas) dos grupos participantes (treinado e controle) em dois momentos: antes e depois do treinamento;
3. Verificar a efetividade do software por meio da comparação das evoluções de desempenho dos grupos nos testes de atenção, memória, leitura, consciência fonológica, percepção e compreensão auditiva em dois momentos: antes e depois do treinamento;
4. Verificar quais das habilidades investigadas foram mais influentes no treinamento por meio da comparação dos resultados obtidos nos testes pré e pós-treino.

Revisão da Literatura

3. REVISÃO DA LITERATURA

Os textos utilizados para embasar a fundamentação teórica deste estudo foram apresentados prioritariamente conforme o encadeamento de ideias, mas sempre que possível a ordem cronológica foi mantida. Esta revisão de literatura abordará três temas principais:

3.1 Percepção da fala no ruído;

3.2 TPA e Treinamento auditivo da percepção de fala no ruído

3.3 Softwares de treinamento auditivo e o impacto nas habilidades linguísticas.

3.1 Percepção da fala no ruído

Uma série de processos contribui para que o ouvinte perceba a fala de um interlocutor. As sequências de elementos acústicos produzidas pelo sistema vocal do locutor são recebidas pelas estruturas periféricas do sistema auditivo do ouvinte, que transmitem a informação dos estímulos acústicos (frequência, duração, intensidade) às estruturas do sistema auditivo central sob a forma de impulsos nervosos (Koch et al., 1999). As estruturas do sistema auditivo central decodificam os impulsos nervosos encaminhados, os quais são, em seguida, convertidos em representações auditivo-linguísticas do sinal por meio das experiências linguísticas do ouvinte, nomeadas processos cognitivo-linguísticos (Takayanagi et al., 2002). As interações entre esses processos cognitivo-linguísticos e os processos auditivos permitem a representação da mensagem

verbal e, assim, possibilitam o reconhecimento das palavras (Kalikow et al., 1977; Pichora-Fuller et al., 1995).

A percepção de elementos acústicos na presença de ruído demanda mais atenção do sistema auditivo devido ao combate do efeito do mascaramento (Takayanagi et al., 2002). Segundo Parikh e Loizou (2005), o ruído afeta a percepção das diferentes vogais (ou consoantes), o que atrapalha o mapeamento do sinal de entrada com as representações do léxico mental. Assim, a identificação de palavras isoladas, no ruído, é pior quando comparada ao silêncio (Chermak e Dengerink, 1981; Dubno et al., 2005). Quando as palavras são apresentadas em frases, a percepção é favorecida, pois o uso da estrutura sintática (Miller e Isard, 1963) associada ao contexto semântico (Kalikow et al., 1977), permite a seleção das estruturas lexicais mais indicadas para complementar a mensagem corrompida (Miller et al, 1951; Grosjean, 1980; Salasoo e Pisoni, 1985; Marslen-Wilson, 1987).

O processamento da informação acústica é realizado simultaneamente por mecanismos *bottom-up*, os quais exigem exclusivamente funções sensoriais, no caso auditivas, e *top-down*, que envolvem a modulação de funções cognitivas (como atenção e memória) e linguísticas (como consciência fonológica) na percepção auditiva (Shuai e Gong, 2014).

Segundo Anderson et al. (2010), as dificuldades de percepção da fala no ruído estariam associadas a prejuízos na sincronia neural, causados pela degradação da representação da fala nos níveis corticais e subcorticais. A habilidade de fechamento auditivo é a responsável por permitir que o indivíduo,

em situação de redução da inteligibilidade da fala (presença de ruído), capte informações acústicas e semânticas (processamento *top-down*) da mensagem degradada e cruze com as informações já existentes em seu léxico, de modo a permitir o "fechamento" destas informações e encontrar a palavra correta. (Keith, 1982; Schochat, 1994; Kraus, 1998; Tremblay et al., 2001; Russo e Pichora-Fuller, 2008)

Akeroyd (2008) sumarizou 20 estudos, publicados entre 1989 e 2007, que mensuraram experimentalmente a relação da percepção de fala no ruído com aspectos cognitivos por meio de análises estatísticas. Os resultados demonstraram que, de fato, as habilidades cognitivas são fundamentais para o sucesso da compreensão da fala no ruído, e algumas, inclusive, têm papel mais efetivo que outras, como a memória de trabalho e a atenção.

Diversos autores afirmam que a atenção apresenta um papel crítico na percepção da fala em condições de escuta degradadas (Carlyon et al., 2001; Shinn-Cunningham e Best, 2008; Mesgarani e Chang, 2012), sendo que o direcionamento atencional permite a separação dos diferentes estímulos competitivos para que o sinal de entrada possa ser processado pela memória (Rönnberg et al, 2008, 2013; Sörqvist e Rönnberg, 2012; Sörqvist et al, 2012).

Do mesmo modo, vários estudos demonstram que a memória de curto prazo é fundamental para a percepção da fala em condições adversas (Gordon-Salante Fitzgibbons, 1997 Parbery-Clark et al., 2009; Rönnberg et al., 2010, 2013; Mattys et al., 2012). Outros pesquisadores constataram conexões comportamentais entre a capacidade de memória de curto prazo e a percepção

de fala no ruído (Lunner, 2003; Foo et al., 2007; Lunner e Sundewall-Thoren, 2007). Bandury et al. (2001) verificaram que os sinais competitivos podem ocasionar problemas mesmo aos indivíduos que não apresentam TPA, afetando, entre outras habilidades, seus desempenhos nas tarefas de memória visual.

De acordo com o modelo de compreensão da linguagem de Rönnberg et al. (2008), *Ease of Language Understanding* (ELU), a memória de trabalho seria uma interface entre os sinais de entrada e o léxico mental, permitindo o armazenamento e o processamento da informação simultaneamente à compreensão da linguagem. Segundo este modelo, o sinal de entrada seria automático e sucessivamente enviado a um nível sub-lexical (sílaba) para encontrar a representação fonológica correspondente no léxico mental (Poeppel et al., 2008; Rönnberg et al., 2013). Esse processo de pareamento silábico aconteceria para demandar menos da capacidade da memória de trabalho, levando a um processamento de linguagem rápido e simultâneo.

Na presença do ruído, o processo de acesso lexical, rápido e implícito, seria temporariamente perturbado, gerando um desencontro com a representação fonológica no léxico mental. Assim, processos cognitivos conscientes e deliberados (como fazer inferências e processos atencionais) seriam invocados para compensar esta dificuldade, detectando e reconstruindo o estímulo auditivo degradado. Estudos prévios mostram que os processos de atenção e de elaboração de inferências dependem fortemente da capacidade de memória de trabalho. (Kane e Engle, 2000; De Neys et al., 2003). Outros estudos associam melhores capacidades de memória de curto prazo a bons desempenhos

acadêmicos e a melhores aprendizados da linguagem (Klingberg, 2010; Morrison e Chein, 2010; Ingvalson e Wong, 2013).

A consciência fonológica – aspecto do processamento fonológico relacionado à habilidade de um indivíduo reconhecer e manipular as estruturas dos sons (como sílabas e fonemas) – foi associada à habilidade das crianças em compreenderem a fala no ruído (Mody et al, 1997; Nitttrouer, 2002).

Catts (1991) afirma que a falta de conhecimento da estrutura dos sons de uma língua torna difícil o aprendizado da correspondência entre as letras e os sons da fala que eles representam. Cardoso-Martins (1995) defende que a consciência fonêmica (etapa da consciência fonológica específica dos fonemas) seria o nível de consciência fonológica mais importante na aquisição da leitura e escrita em português. Este fato também excluiria as investigações em nível de rima e aliteração, por estas não corresponderem a segmentos intra-silábicos, mas, sim, a segmentos maiores que as sílabas. Dessa forma, o desempenho em tarefas de consciência fonêmica estaria diretamente relacionado à predição das dificuldades de leitura e escrita.

O treinamento auditivo vem se mostrando um grande aliado para a estimulação tanto das estratégias *bottom-up* quanto *top-down*, tendo seus resultados refletidos até mesmo em habilidades que não foram treinadas diretamente, como as relacionadas à leitura (Tallal et al., 1996; Tallal e Rice, 1997; Friel-Patti et al., 2001; Habib et al., 2002; Agnew et al., 2004; Cohen et al., 2005; Moore et al., 2005; Vatanabe et al., 2014, dentre outros).

Considerando todos os aspectos envolvidos na percepção da fala, as consequências negativas e a influência que o ruído pode ter sobre ela – especialmente em populações que não contam com todas as estratégias necessárias para lidar com o efeito de mascaramento –, os treinamentos auditivos de percepção de fala no ruído surgem como alternativa para o desenvolvimento de estratégias de otimização da experiência auditiva. Este assunto será aprofundado no tópico a seguir.

3.2 TPA e Treinamento auditivo da percepção de fala no ruído

As crianças apresentam desempenho inferior ao dos adultos nas tarefas de reconhecimento da fala no ruído, o que sugere que elas sejam mais vulneráveis a dificuldades de compreensão em ambientes ruidosos (Eisenberg et al., 2000; Fallon et al., 2000). Essa vulnerabilidade das crianças ao efeito do mascaramento pode ser explicada por uma incapacidade de utilizar plenamente as informações sensoriais que recebem, devido à imaturidade neural, cognitiva e linguística (Chermak e Musiek, 1997; Eisenberg et al., 2000).

O TPA é uma limitação das habilidades auditivas que altera o desempenho no processamento do sinal acústico, o qual não se explica unicamente por danos da sensibilidade auditiva. Um TPA designa, por exemplo, um conjunto de limitações do desempenho ao nível da percepção de um sinal no ruído, da lateralização, da localização, da discriminação auditiva, da identificação de padrões auditivos e da organização sequencial (ASHA, 2005). Em outros termos, a pessoa que apresenta um TPA escuta bem, mas apresenta dificuldade para

organizar e interpretar o que escuta, resultando em uma dificuldade para compreender as mensagens auditivas.

Crianças com TPA demonstram maiores dificuldades para distinguir os sons verbais dos sons não-verbais em relação a seus pares que não apresentam o transtorno, logo, apresentam mais dificuldade de perceber a fala em ambientes ruidosos do que crianças com audição normal (Musiek e Geurkink, 1980; Chermak e Musiek, 1997; Bellis, 2003; ASHA, 2005; Cowan et al., 2009; Lagacé, 2009).

O fechamento auditivo é a habilidade de reconhecer o todo (palavras ou frases) quando algumas partes estão omitidas ou deterioradas (Jerger e Musiek, 2000). Déficits nesta habilidade, que é altamente solicitada para a compreensão da fala no ruído, poderiam explicar os fracos desempenhos de crianças com TPA num conjunto de situações de comunicação na presença do ruído, especialmente em sala de aula. Estas limitações podem se manifestar de diferentes maneiras.

Uma vez que há ruído, o aluno com TPA pode: apresentar dificuldades para se manter atento, tornando-se facilmente distraído (Keith, 1999), e para compreender palavras e instruções, particularmente quando elas são longas ou complexas (Jerger e Musiek, 2000); solicitar frequentemente que as informações sejam repetidas (Keith, 1999) e, possivelmente, ao fim do dia, estar mais cansado que seus pares devido ao esforço demandado para manter a atenção auditiva (Picard, 2003). Essas crianças frequentemente apresentam comorbidades como baixo desempenho acadêmico, dificuldades de aprendizagem e linguagem

(Chermak e Musiek, 1997; Ferre, 1997; Cacace, 1998; Keith, 1999; Jerger e Musiek, 2000; Bamiou et al., 2001; Depois e Lavoie, 2003; Bamiou et al., 2006).

Uma intervenção eficiente é capaz de reduzir a interferência do TPA na realização das atividades cotidianas. Os treinamentos auditivos com foco no desenvolvimento da percepção da fala no ruído relatados na literatura são majoritariamente referentes ao treinamento de idosos usuários de aparelhos de amplificação sonora individual (AASI) ou usuários de implantes cocleares (IC). Essas populações tendem a apresentar maiores dificuldades para a compreensão da fala no ruído, já que mesmo contando com programas de compressão de ruído este acaba sendo amplificado juntamente com o sinal sonoro.

Putter-Katz e colegas (2002) submeteram 20 crianças com TPA, cuja principal queixa consistia nas dificuldades de compreensão no ruído, a um programa de treinamento auditivo durante um período de 13 a 15 semanas durante 45 minutos por semana. Os participantes foram avaliados antes e após a intervenção por meio de uma bateria de testes comportamentais. Essa bateria continha um teste de reconhecimento da fala no ruído e um teste de reconhecimento de frases em competição. As terapias eram compostas por atividades baseadas tanto na abordagem *bottom-up* quanto na *top-down*. Além das tarefas de escuta e compreensão no ruído, o processo terapêutico contou com mudanças ambientais, aprendizagem de estratégias de comunicação e o envolvimento dos pais para a generalização dos aprendizados à vida cotidiana.

Uma melhora significativa dos índices de reconhecimento da fala no ruído e na fala competitiva foi observada nos testes audiológicos e no comportamento auditivo, relatada por pais e professores em sala de aula e em casa. Tais relatos sugerem uma generalização das aquisições obtidas em terapia. Ainda assim, dada a variedade de atividades realizadas, os resultados não permitem determinar quanto cada etapa do processo terapêutico influenciou os resultados positivos encontrados no pós-treino. Além do mais, a falta de um grupo controle abre espaço ao questionamento de um possível efeito de aprendizagem.

O estudo de Miller et al (2007) apresenta o software SPATS (*Speech Perception Assessment Training System*), que testa e treina as habilidades *bottom-up* e *top-down* da percepção de fala no ruído. Neste treinamento, a percepção de fala é trabalhada por meio de sílabas, palavras ou sentenças. A apresentação dos estímulos se dá de forma randômica com relação sinal/ruído adaptativa de acordo com a aprendizagem do sujeito. Este software foi inicialmente desenvolvido para pacientes com deficiência auditiva (usuários de AASI ou IC), porém já foi testado para melhorar a percepção do inglês por estrangeiros que têm este idioma como sua segunda língua. Todavia, seus desenvolvedores afirmam que o programa apresenta potencial de uso para escolares com dificuldades na percepção de fala e leitura, assim como para o ensino de linguística e para a reabilitação de pessoas com danos neurológicos.

Em 2008, Putter-Katz e seus colegas realizaram um novo estudo sobre a eficácia de um programa de intervenção para crianças com TPA, utilizando reconhecimento de fala no ruído e tarefas de escuta dicótica, antes e depois de uma intervenção de escuta no silêncio e no ruído, durante 45 minutos por

semana, em um período de 13 a 15 semanas. A queixa mais frequente dos participantes referia-se a dificuldades de compreensão de mensagens verbais na presença de ruído ou de fala competitiva. Os participantes foram separados em três grupos de acordo com os resultados obtidos nas avaliações iniciais: o grupo experimental "Ruído" (resultados baixos para o teste de fala no ruído, mas resultados normais para os testes de competição), o grupo experimental "Ruído + Dicótico" (baixos desempenhos tanto para o teste de fala no ruído, quanto para o teste de escuta competitiva) e o grupo "Controle" (idem ao grupo experimental "Ruído", mas sem receber treinamento).

As atividades propostas eram variadas e se baseavam nos processamentos *top-down* e *bottom-up*. Os estímulos utilizados consistiam em monossílabos, dissílabos, frases no silêncio e no ruído, nas quais o nível de intensidade variava em função do nível de dificuldade e do ritmo da criança. Ao comparar os resultados obtidos nos testes administrados antes e depois da intervenção, os autores notaram uma melhora no reconhecimento da fala no ruído e na fala competitiva para os dois grupos que receberam a intervenção. Nenhuma mudança significativa foi observada para o grupo Controle. Além do mais, o grupo experimental Ruído + Dicótico demonstrou uma melhora de 20% na orelha esquerda (OE) para os testes de escuta dicótica após a intervenção, levando em consideração que as crianças com TPA apresentam frequentemente um déficit nesta orelha para as tarefas de escuta dicótica (Musiek et al., 2007).

Barcroft et al. (2011) desenvolveram um programa de treinamento auditivo computadorizado de seis semanas em que 69 usuários de AASI foram aleatoriamente designados a dois tipos de treino: o primeiro grupo escutou

estímulos de fala de um único falante, e o segundo grupo, estímulos de fala com seis falantes. Após o período de treino, os sujeitos foram avaliados com um teste de discriminação em que era avaliada a percepção de fala com estímulos de um único falante e com múltiplos falantes. Ambos os grupos apresentaram ganhos significativos em ambas as versões do teste, sendo que, os participantes que passaram pelo treinamento com vários falantes apresentaram melhores resultados no teste de múltiplos falantes, enquanto os participantes que treinaram com estímulos de um único falante mostraram um melhor desempenho nesta versão do teste. Estes resultados evidenciaram ganhos de transferência proximal entre as habilidades treinadas e avaliadas, entretanto este estudo não investigou possíveis ganhos por transferências distais em habilidades não-treinadas.

O estudo de Oba et al. (2011) investigou se o treinamento auditivo pode melhorar o reconhecimento de fala de usuários de IC no ruído e se o treinamento com estímulos familiares em uma tarefa fácil de ser escutada (reconhecimento de um conjunto fechado de dígitos) melhoraria a distinção de estímulos não familiares em uma tarefa mais difícil (reconhecimento de frases em conjunto aberto).

A compreensão da fala dos usuários de IC no ruído foi avaliada antes, durante e após o treinamento auditivo com uma tarefa de reconhecimento em conjunto fechado (identificação dígitos) em *babble noise*. Antes do treino, foram realizados os testes de reconhecimento de dígitos, de frases no ruído e de sentenças apresentadas no ruído de fala constante (ou ruído *multitalker*). Depois de completar as avaliações iniciais, os participantes treinaram em casa, com

seus computadores pessoais, utilizando softwares personalizados por aproximadamente 30 minutos por dia, cinco dias por semana, durante quatro semanas, para um total de 10 horas de treinamento. Durante o treino, a relação sinal-ruído foi ajustada de acordo com o desempenho do sujeito. Feedbacks auditivo e visual foram fornecidos.

Os testes da primeira avaliação foram reaplicados após a segunda e a quarta semana de treinamento, quando foram encerrados. Os sujeitos retornaram ao laboratório um mês depois para verificar se os benefícios do treinamento haviam sido mantidos. A média dos resultados mostrou que o treino de dígitos em *babble noise* melhorou significativamente o reconhecimento de dígitos nesta mesma modalidade de ruído e no ruído constante (que não foi treinado). Os resultados demonstraram que o treinamento auditivo no ruído melhorou significativamente o desempenho dos usuários de IC na compreensão de fala no ruído e que o treino com estímulos simples, utilizando tarefas auditivas fáceis, de conjunto-fechado, melhorou o desempenho com estímulos e tarefas difíceis, de conjunto-aberto.

Os pacientes de Zhang et al (2012) foram instruídos a utilizar o software de treinamento auditivo *Sound Express* em casa, por meio de caixas-de-som, uma hora por dia, cinco dias por semana, durante quatro semanas, com implante coclear e próteses auditivas ligadas. Os sete sujeitos foram avaliados antes e depois do treino auditivo, no silêncio ou na presença de *babble noise*, em testes de identificação de vogais e consoantes, palavras, frases, gênero vocal e emoção. Ao fim do treino, houve uma melhora significativa na identificação de

vogais, consoantes e palavras nas condições com AASI e na combinação AASI+IC.

O estudo de Song et al. (2012) ofereceu as primeiras evidências empíricas de que o treinamento auditivo de curta duração, combinando as dimensões sensoriais e cognitivas, pode melhorar a forma que o sistema nervoso codifica pistas acústicas que são importantes para a escuta no ruído. Um total de 28 jovens adultos normouvintes passaram por 20 sessões de treinamento auditivo doméstico, com 30 minutos de duração, cinco vezes por semana, durante quatro semanas. Foi utilizado o software *Listening and Communication Enhancement* (LACE), o qual oferece tarefas em três categorias: compreensão de fala degradada, habilidades cognitivas e estratégias de comunicação.

As tarefas com fala degradada incluíam frases no ruído *multitalker*, fala com interlocutor concorrente (fala competitiva) e fala temporalmente-comprimida (fala rápida). As tarefas cognitivas avaliadas foram palavra ausente (fechamento auditivo) e exercícios com palavras-alvo (memória auditiva). Os estímulos eram apresentados por meio de duas caixas-de-som, posicionadas lateralmente ao computador, voltadas para o sujeito. Antes e depois do treinamento, foram realizadas avaliações eletrofisiológicas (ABR com fala) no silêncio e com ruído *multitalker*, além de testes de percepção de fala no ruído. Os sujeitos treinados exibiram melhoras significativas na percepção da fala no ruído, as quais foram retidas pelos seis meses seguintes. As respostas eletrofisiológicas no ruído demonstraram melhoras relacionadas ao treino na decodificação das pistas relacionadas ao *pitch*. Os sujeitos com maior poder de codificação de *pitch* no

pré-teste mostraram melhoras perceptuais. O grupo controle (32 sujeitos) não demonstrou mudanças eletrofisiológicas nem perceptuais.

3.3 Softwares de treinamento auditivo e o impacto nas habilidades linguísticas

O desenvolvimento de softwares de treinamento auditivo vem possibilitando que os tratamentos sejam mais intensos e menos dispendiosos, já que o aumento da acessibilidade a equipamentos informáticos permite que pacientes possam realizar o treinamento diariamente em seus computadores pessoais, sem a necessidade de deslocamento até uma consulta terapêutica. Além disso, os registros de desempenho feitos pelos programas permitem uma melhor visualização do progresso do desempenho do paciente, possibilitando, assim, a identificação do estágio real em que o ele se encontra em cada etapa.

A criação de novos softwares é constante, uma vez que a evolução tecnológica permite o desenvolvimento de ferramentas cada vez mais sofisticadas e específicas. Tallal et al. (1996) e Merzenich et al. (1996) foram precursores desta modalidade de treinamento auditivo ao desenvolver o (FFW), um conjunto de jogos de computador que deveria ser praticado sucessivamente para o desenvolvimento da linguagem oral e das habilidades fonológicas de crianças com dificuldades de aprendizagem relativa à linguagem. Esses jogos foram desenvolvidos a partir de uma teoria que relaciona as dificuldades de linguagem e alfabetização a alterações nas habilidades de processamento auditivo temporal rápido, logo, o treinamento destas habilidades levaria a uma

reorganização neural e consequente melhoria na linguagem (Tallal, 1980; Tallal, 2000).

O FFW abriu caminho para a popularização dos softwares de treinamento das habilidades auditivas, em distintas populações, especialmente para crianças com Transtorno do Processamento Auditivo. Trata-se de um programa de intervenção adaptativa, que emprega estímulos verbais e não-verbais (como tons expandidos ou sons da fala em ritmo mais lento) e pode ser utilizado para o treinamento do processamento temporal, percepção de fala e habilidades de compreensão de fala. Devido aos resultados positivos encontrados nos estudos preliminares (Tallal et al., 1996; Merzenich et al., 1996), o FFW passou a ser amplamente comercializado em países anglófonos, gerando uma série de novos estudos em que é adotado como ferramenta de intervenção:

Kast e colegas (2007) utilizaram-no para examinar se o estabelecimento de uma multiplicidade de associações visuo-auditivas poderia ajudar a atenuar os erros na escrita em crianças com dislexia do desenvolvimento. Os resultados mostraram que as crianças com dislexia, não-treinadas, obtiveram uma pequena melhora em suas habilidades de escrita, já as crianças disléxicas treinadas obtiveram uma grande evolução. O grupo que passou pelo treinamento na segunda etapa também apresentou desempenho superior.

Da mesma forma, foi observada uma forte transferência das palavras treinadas para as não treinadas, assim, as crianças que passaram pelo treinamento estavam mais capacitadas a escrever corretamente palavras que não faziam parte do treinamento auditivo. Adicionalmente, os alunos sem

dificuldades de leitura ou escrita também se beneficiaram do treino. Os autores concluíram que o treinamento melhorou fortemente as habilidades de escrita tanto das crianças com dislexia do desenvolvimento quanto do grupo controle.

Heim et al. (2013) observaram progresso em habilidades linguísticas e resultados eletrofisiológicos sugestivos de melhoras em aspectos específicos do processamento cortical sensorial, evidenciando mudanças na atividade da massa neural, em um grupo de 21 crianças com distúrbios de aprendizagem de linguagem, após um período de 32 dias de treinamento com FFW.

Outro software de TA que abrange o desenvolvimento da consciência fonológica é o "Earobics". As atividades têm por objetivo melhorar a consciência do som, a discriminação do som no ruído e silêncio; o sequenciamento sonoro, a associação do som com letras, a compreensão de instruções complexas com e sem ruído de fundo e a memória para sons e palavras, além de incluir itens para reforçar a leitura, a escrita, e a compreensão (Wasowicz, 1996).

Loo et al. (2010) realizaram uma revisão de literatura para analisar as evidências de treinamentos auditivos em computador (softwares disponíveis comercialmente) desenvolvidos para crianças com dificuldades de linguagem, leitura, aprendizagem e TPA. Foram identificados 13 estudos com o FFW, três com o *Earobics* e cinco sobre os resultados de outros programas de treinamento não-verbais e de estímulos de fala simples, disponíveis para crianças com dificuldades de linguagem, aprendizagem e leitura. Os resultados sugeriram que, com exceção das habilidades de consciência fonológica, os programas FFW e *Earobics* aparentaram ter pouco efeito sobre a linguagem, ortografia e

habilidades de leitura das crianças. No entanto, os autores concluíram que estímulos não-verbais e de fala simples podem ser efetivos na melhoria das competências de leitura das crianças, mas somente se apresentados por meio de métodos audiovisuais.

Já Stevens e colaboradores (2008) examinaram se seis semanas de treinamento intensivo (100 minutos por dia), em um programa de computador desenvolvido para melhorar as habilidades de linguagem, também influenciariam os mecanismos neurais de atenção auditiva seletiva, que já haviam sido previamente detectados como deficientes em crianças com Distúrbio Específico de Linguagem (DEL). Um grupo de 20 crianças recebeu o treino computadorizado, incluindo oito crianças diagnosticadas com DEL e 12 com desenvolvimento de linguagem típico. Um terceiro grupo, de 13 crianças, não recebeu nenhuma forma de treinamento, mas foi testado e retestado após um período comparável de tempo, para serem controles, devido às variações maturacionais e aos efeitos de teste-reteste. Antes e depois do treino, as crianças passaram por avaliações completas de linguagem e de atenção auditiva seletiva (por meio de um potencial evocado). Nos resultados, as crianças que receberam o treino mostraram maiores aumentos nos efeitos da atenção no processamento neural, indicando que esses mecanismos podem ser tratados por meio de treinamento e acompanham a melhora dos aspectos linguísticos.

Como se pode observar no quadro abaixo (Quadro 1), uma série de softwares brasileiros voltados à estimulação específica da audição para a população com TPA ou distúrbios de leitura e escrita estão disponíveis comercialmente para uso clínico:

Quadro 1. Softwares de TA desenvolvidos no Brasil e disponíveis comercialmente para uso clínico

Produto	Autor/ano	Habilidades trabalhadas
Afinando o cérebro	Gielow e Faria (2013)	Memória auditiva verbal e não verbal, escuta dicótica, fechamento auditivo e figura-fundo, percepção de padrões temporais, consciência fonológica.
MemoMusic	Gielow (2012)	Tarefas de detecção, discriminação memória auditiva para sons não verbais. Percepção de padrões temporais, ritmo e melodia.
Duo Training	Sanchez e Alvarez (2012)	Escuta dicótica em tarefas de integração ou separação binaural
EARena	Chaluper (2010) adaptado por Guedes (2012)	Treinamento auditivo para usuários de AASI. Tarefas de figura-fundo, percepção de padrões temporais (discriminação de frequência, intensidade, duração), localização sonora, memória auditiva e tempo de reação.
Escuta Ativa	Alvarez, Sanchez e Guedes (2011)	Resolução temporal, localização sonora, integração e separação binaural em tarefa dicótica, ordenação temporal, memória auditiva para sons verbais e não verbais, detecção e discriminação sonora, fechamento auditivo e figura-fundo.
Memotraining	Sanchez e Alvarez (2010)	Memória auditiva, visual e audiovisual, habilidades fonológicas, associação e integração auditivo-linguística e audiovisual.
Ear Mix	Gielow (2007)	Figura-fundo, fechamento, análise e síntese binaural e percepção de padrões acústicos.
Audio Training	Nunes e Frota (2006)	Discriminação, atenção sustentada, localização, ordenação temporal, fechamento, síntese binaural, integração e separação binaural, figura-fundo para sons não verbais, atenção seletiva, reconhecimento de padrões temporais e memória de trabalho.
Pedro na Casa Mal Assombrada	Santos et al (2006)	Detecção do som, reconhecimento e identificação sonora, discriminação auditiva, análise síntese auditiva, figura-fundo, memória sequencial auditiva, sequência de padrão de frequência e duração, reconhecimento de aspectos prosódicos/linguísticos/emocionais, organização sequencial e atenção sustentada, fechamento auditivo.
Trabalhando com os sons	Lemes (2001)	Atenção ao som, detecção, discriminação e reconhecimento de sons verbais e não verbais.

FONTE: Alvarez et al. (2015)

Apesar da volumosa lista de softwares disponíveis, a literatura nacional conta com um reduzido número de estudos científicos que demonstrem os

benefícios do treinamento auditivo em uma amostra significativa de sujeitos com TPA ou distúrbios de leitura e escrita.

Germano e Capellini (2008) adaptaram o software francês de remediação fonológica audiovisual *Play on – Jeu d’entraînement à la lecture* e verificaram sua eficácia em escolares com dislexia do desenvolvimento (Germano e Capellini, 2008). Pinheiro e Capellini (2009) verificaram a eficácia de um programa de treinamento auditivo em escolares com distúrbio de aprendizagem.

Murphy e Schochat (2008) desenvolveram um software de treinamento auditivo computadorizado e confirmaram sua eficácia em crianças com dislexia por meio da comparação dos desempenhos obtidos em testes de leitura e consciência fonológica, aplicados antes e depois da utilização do programa (Murphy e Schochat, 2011).

Apesar de alguns estudos abordarem a estimulação da percepção de fala no ruído (Nascimento, 2007; Silva e Bevilacqua, 2011), estes costumam ser direcionados à população com deficiência auditiva e/ou usuária de AASIs ou ICs. Logo, faz-se notável a necessidade do desenvolvimento de pesquisas nacionais que abordem as implicações do treinamento da escuta no ruído na população com TPA e distúrbios de aprendizagem, assim como sua associação às habilidades linguísticas e cognitivas das crianças em idade escolar.

Métodos

4. MÉTODOS

O presente estudo foi aprovado pela Comissão de Ética em Pesquisa (CEP) da diretoria clínica do Hospital das Clínicas da Faculdade de Medicina da Universidade de São Paulo (FMUSP), em 10/12/2014, sob o Protocolo de Pesquisa nº 329/14 (Anexo A) e contou com apoio financeiro da Fundação de Amparo à Pesquisa do Estado de São Paulo (FAPESP) e do *Canada-Latin America and the Caribbean Research Exchange Grants Program* (LACREG).

Conforme os objetivos já descritos, este capítulo será dividido de acordo com as fases de desenvolvimento da pesquisa, em ordem cronológica:

4.1 Apresentação do Software;

4.2 Aplicação do Software.

Deste modo, a princípio, o software será apresentado e, posteriormente, será relatada a metodologia utilizada para sua aplicação, incluindo a casuística, os materiais e os procedimentos realizados.

4.1 Apresentação do software

O Programa de Escuta no Ruído (PER) é uma tradução e adaptação do software canadense *Logiciel d'Écoute dans le Bruit* (LEB), que foi idealizado e desenvolvido pelo laboratório do Professor Dr. Benoît Jutras, na Universidade de Montreal (Canadá), com base nos programas de treinamento auditivo sugeridos por Erber (1982) e Bergeron e Henry (1994).

O PER é um software de treinamento auditivo que objetiva melhorar a compreensão da fala em ambientes ruidosos, por meio de jogos em que estímulos verbais (palavras, não palavras, frases ou pequenos textos) são

apresentados simultaneamente a um ruído de fundo, que muda de intensidade de uma atividade para outra, de acordo com o desempenho da criança. A evolução no jogo se dá pela resolução correta das atividades e consequentes mudanças de temas (fases do jogo). Já o grau de dificuldade se dá pela alteração da relação sinal ruído (R S/R) entre as atividades.

A temática do jogo baseia-se nas aventuras de duas crianças (Fred e Miyuki) e um cachorro (Decibel) que fazem descobertas sobre diversos assuntos, os quais são apresentados em 13 temas relacionados a campos semânticos distintos entre si. Cada tema é constituído por 19 tipos de atividades (que serão descritas, posteriormente, no tópico “Descrição das atividades”) nas quais, a criança escuta palavras, não-palavras, frases ou textos e tem de seguir instruções para responder corretamente o que foi proposto.

4.1.1 Classificação do Ruído e dos Estímulos

O PER foi programado com um ruído de cafeteria (*cafeteria noise*), em que um grupo de pessoas está conversando e rindo em um restaurante. Este áudio foi gravado em um bar de Montreal, utilizando um microfone do tipo *microtrack-T*. O arquivo de som estéreo está no formato *wav*, taxa de amostragem de 48000Hz e com taxa de 24 *bits*. A onda sonora deste ruído pode ser observada na Figura 1:

Figura 1- Onda sonora do ruído utilizado

As atividades do PER são baseadas nos comportamentos auditivos de detecção, identificação e compreensão, e os estímulos linguísticos são: fonemas, aspectos suprasegmentais, palavras, pares mínimos, pares máximos, frases e textos.

Existe uma gradação no programa: cada comportamento é desenvolvido dos estímulos mais simples aos mais complexos, de modo que a combinação de um comportamento auditivo simples com um estímulo mais complexo pode resultar em uma tarefa mais difícil que a de um comportamento auditivo mais complexo, que utiliza um estímulo linguístico simples. Por exemplo, a identificação de frases muito semelhantes é uma tarefa mais árdua que a compreensão de palavras bem distintas foneticamente.

Quanto aos mecanismos envolvidos na resposta da criança, pode-se dizer que as habilidades de fechamento auditivo e figura-fundo são requeridas – em maior ou menor grau, de acordo com cada tarefa – em todas as atividades do jogo, uma vez que os estímulos têm muitos traços acústicos em comum e há a

presença do ruído de fundo (*cafeteria noise*). Além destas, outras habilidades cognitivas, linguísticas e auditivas também podem estar envolvidas. O grau de demanda das habilidades aumenta gradativamente a cada atividade e pode variar conforme a tarefa proposta.

4.1.2 Descrição das atividades

As atividades desse software podem ser separadas em cinco subgrupos:

- Discriminação auditiva de palavras;
- Identificação de palavras em contexto frasal;
- Identificação de palavras isoladas;
- Identificação de frases;
- Compreensão de textos curtos, complexos ou longos.

Em seguida, encontra-se a descrição de cada atividade, assim como as ações necessárias para sua plena realização:

Atividades 1, 2, 3 e 4 - Discriminação auditiva de palavras isoladas

As atividades de 1 a 4 são estritamente sensoriais, pois apenas a discriminação auditiva é trabalhada.

A criança escuta duas palavras e tem de identificar se estas são iguais ou diferentes. Em seguida, dois ícones são apresentados: o primeiro com duas ilustrações iguais e o segundo com duas ilustrações diferentes – estas imagens sempre estão semanticamente relacionadas ao tema jogado. Caso a criança julgue que as palavras escutadas são iguais, ela deverá clicar sobre o ícone com ilustrações pariformes. No entanto, se ela julgar que as palavras são

distintas, deverá clicar sobre o ícone com ilustrações diferentes. As diferenças entre as atividades podem ser visualizadas a seguir:

- Atividade 1: as palavras são bem distintas foneticamente, tendo em comum apenas o número de sílabas e o relacionamento semântico.

Figura 2 - Tela da Atividade 1

- Atividade 2: as palavras são foneticamente semelhantes, com um limitado número de traços articulatórios em comum e mesmo número de sílabas.

Figura 3 - Tela da Atividade 2

- Atividade 3: as palavras são acusticamente muito semelhantes, com um maior número de traços articulatórios em comum e mesmo número de sílabas.

Figura 4 - Tela da Atividade 3

- Atividade 4: as palavras são extremamente semelhantes foneticamente, sendo praticamente todos os fonemas semelhantes, à exceção de um, que é muitas vezes representado por não-palavras.

Figura 5 - Tela da Atividade 4

Atividades 5, 6 e 7- Identificação de palavras em contexto frasal

Neste conjunto de atividades, a criança escuta uma frase e, em seguida, três ícones são apresentados na tela, cada um contendo a representação gráfica de uma palavra. Para responder, deve identificar dentre as opções qual foi a última palavra da frase escutada e clicar sobre ela. As atividades 5, 6 e 7 se diferenciam nos seguintes aspectos:

- Atividade 5: as palavras são foneticamente bem distintas entre si, mas sempre apresentam o mesmo número de sílabas.

Figura 6 - Tela da Atividade 5

- Atividade 6: a palavra correta é semanticamente semelhante apenas com a segunda palavra e foneticamente semelhante apenas com a terceira palavra (considerar que a ordem de apresentação das palavras é randomizada).

Figura 7 - Tela da Atividade 6

- Atividade 7: as três não-palavras são foneticamente muito semelhantes entre si.

Figura 8 - Tela da Atividade 7

Atividades 8 e 9 - Identificação de palavras isoladas

Este conjunto de atividades tem como objetivo a identificação de palavras isoladas, no qual a criança tem de identificar a correta dentre três opções. Após escutá-la a palavra, a criança deve identificar qual foi a imagem ou palavra

nomeada e clicar sobre o ícone correspondente. As atividades 8 e 9 têm as seguintes especificidades:

- Atividade 8: esta atividade também estimula o processamento visual, uma vez que a criança deve observar três ícones, cada um com uma imagem nomeada graficamente, sendo todas bem distintas foneticamente, mas apresentam o mesmo número de sílabas.

Figura 9 - Tela da Atividade 8

- Atividade 9: as três palavras apresentadas são foneticamente semelhantes e contam com o mesmo número de sílabas.

Figura 10 - Tela da Atividade 9

Atividades 10,11, 12 e 13 - Identificação de frases

Neste conjunto de atividades, a criança deve identificar e compreender os componentes das frases escutadas para poder cumprir as tarefas propostas. Abaixo, pode ser observada a descrição de cada atividade:

- **Atividade 10:** nesta atividade há a associação do fechamento auditivo com a habilidade de Figura-fundo visual. Assim, é apresentada uma imagem em que diversos personagens ou objetos aparecem em uma cena relacionada ao campo semântico do tema. A criança escuta uma frase na qual a ação, posição e/ou características apresentadas pelo personagem em questão são descritas. Logo, ela tem de identificar quem é o sujeito descrito e clicar sobre ele.

Figura 11 - Tela da Atividade 10

- **Atividade 11:** a criança escuta três frases. Na tela, os predicados das três proposições estão listados em ordem diferente à da apresentação das sentenças. A criança deve lembrar e identificar as ações referentes a cada sujeito.

Figura 12 - Tela da Atividade 11

Tema5: Passaros - Atividade 11: Identificação de frases / Nível de ruído: -8

Escute as três frases. Em seguida, clique sobre os verbos e arraste-os para as caixas que estão ao lado de seu respectivo sujeito. Quando terminar, clique em "OK".

O CHAPIM

O PERDIZ

O PERIQUITO

GRITA

ASSOBIA

CANTA

Exercício

1/10

- Atividade 12: Um total de 20 imagens são apresentadas simultaneamente à criança. Ela escuta uma frase em que uma destas imagens é descrita. Assim que identificar a gravura correta, deve arrastá-la à lacuna indicada.

Figura 13 - Tela da Atividade 12

Tema5: Profissões - Atividade 12: Compreensão de ordens simples / Nível de ruído: -8

Miyuki se prepara para ir à escola. Escute cada frase para ajudar Miyuki a não esquecer nada. Para a ajuda-la, clique na imagem correta e arraste-a para a caixa que esta piscando.

Exercício

1/10

- Atividade 13: Um conjunto de 64 numerais é apresentado na tela, alinhadamente, de modo randômico. A criança é solicitada a clicar sobre dois destes numerais na mesma ordem em que foram apresentados. Esta atividade, em especial, tem alta demanda da habilidade de memória e Figura fundo visual, uma vez que a criança tem de se lembrar dos números e obedecer à ordem de apresentação destes.

Figura 14 - Tela da Atividade 13

Atividades 14, 15, 16, 17, 18 e 19 - Compreensão de textos curtos, complexos ou longos

Neste conjunto de atividades, a criança deve compreender, interpretar e inferir informações sobre os textos escutados.

- Atividade 14: a criança escuta uma frase longa e/ou complexa. Após escutá-la, duas afirmações curtas são apresentadas. Ela tem de interpretar a informação escutada e julgar se as frases são verdadeiras ou falsas.

Figura 15 - Tela da Atividade14

Tema8 : Corpo Humano - Atividade 14 : Escuta de frases / Nivel de ruido : +4

Escute a história com atenção. Em seguida, responda se as frases são verdadeiras ou falsas, de acordo com o que você entendeu sobre a história. Quando terminar, clique em OK.

PEDRO CORTOU A MÃO.

VERDADEIRO FALSO

PEDRO FEZ COM UMA FACA.

VERDADEIRO FALSO

OK

Exercício 1/5

- Atividade 15: a criança deve escutar um texto curto que descreve um objeto relativo ao campo semântico em questão (tema), como se fosse um enigma. Ela deve compreender a história e interpretá-la para poder identificar corretamente qual objeto foi descrito.

Figura 16 - Tela da Atividade 15

Tema8 : Meios de Transporte - Atividade 15 : Compreensão de textos curtos / Nivel de ruido : -6

Descubra sobre qual meio de transporte estão falando e clique na imagem correta.

Exercício 1/5

- Atividade 16: a criança escuta um texto constituído por cerca de três ou quatro frases. Em seguida, ela tem de compreender e interpretar as informações escutadas, para poder julgar se as cinco afirmações exibidas na tela são verdadeiras ou falsas.

Figura 17- Tela da Atividade 16

Tema10 : Energia - Atividade 16 : Compreensão de texto / Nivel de ruido : +2

Escute com atenção. Em seguida, responda se as frases são verdadeiras ou falsas, de acordo com o que você entendeu sobre a história. Quando terminar, clique em OK.

1. O VENTO NÃO PRODUZ ENERGIA.	VERDADEIRO	FALSO
2. ANTIGAMENTE, O VENTO MOVIMENTAVA AS HÉLICES DOS MOINHOS.	VERDADEIRO	FALSO
3. OS MOINHOS ERAM USADOS PARA ESMAGAR GRÃOS.	VERDADEIRO	FALSO
4. OS GRÃOS TRITURADOS ERAM UTILIZADOS PARA PRODUZIR FARINHA.	VERDADEIRO	FALSO
5. HOJE EM DIA, O VENTO MOVIMENTA AS TURBINAS EÓLICAS	VERDADEIRO	FALSO

Exercício 1/1

- Atividade 17: a criança escuta uma história complexa. Em seguida, seis frases com informações relacionadas são exibidas na tela. Ela deve organizá-las, temporalmente, de acordo com a ordem dos acontecimentos apresentados na história.

•

Figura 18 - Tela da Atividade 17

Tema11 : Vegetais - Atividade 17 : Compreensão de texto / Nivel de ruido : +4

A etapa número já foi encontrada. Para continuar a atividade, clique sobre o número correto, ao lado de cada frase. Você pode mudar suas respostas. Assim que terminar, clique sobre o botão OK.

ELE AJUDA SEU VIZINHO A ESCOLHER UMA MACIEIRA NO VIVEIRO.	1	2	3	4	5	6
FRED REMOVE AS FOLHAS COM UM ANCINHO.	2	3	4	5	6	
ELE COLOCA TERRA AO REDOR DAS PLANTAS.	1	2	3	4	5	6
ELE CORTA A GRAMA.	1	2	3	4	5	6
ELE ARRANCA AS ERVAS DANINHAS.	1	2	3	4	5	6
ELE LEVA OS GALHOS DAS ÁRVORES PARA O FUNDO DO QUINTAL.	1	2	3	4	5	6

Exercício 1/1

- Atividade 18: a criança escuta uma história complexa. Em seguida, cinco frases são exibidas na tela e, ao lado de cada uma, três palavras são apresentadas. A criança deve escolher qual das palavras completa corretamente cada frase, para que as informações estejam de acordo com a história.

Figura 19 - Tela da Atividade 18

Tema12 : Espaço Sideral / Atividade 18 : Compreensão de texto / Nivel de ruido : 0

Você pode mudar suas respostas. Quando terminar, clique em OK.

1. O ASTRONAUTA ESTEVÃO, VOLTOU ONTEM...	DE MANHÃ	À NOITE	À TARDE
2. AO VER SUA FILHA CORRENDO EM SUA DIREÇÃO, ESTEVÃO FICOU...	BRAVO	FELIZ	TRISTE
3. ESTEVÃO MOSTROU...	OS VIDEOS	OS DESENHOS	AS FOTOS
4. ANTES DE TER SUA SURPRESA, A FILHA DE ESTEVÃO ESTAVA...	ANIMADA	DOENTE	CANSADA
5. A SURPRESA QUE ESTEVÃO TROUXE ERA...	AREIA LUNAR	PÊLO DE ET	GÁS

OK

Exercício 1/1

- Atividade 19: a criança escuta uma história longa. Em seguida, cinco frases são exibidas na tela e ela deve interpretá-las e responder se estas afirmações são verdadeiras ou falsas, de acordo com as informações fornecidas pela história.

•

Figura 20 - Tela da Atividade 19

Tema13 : Países / Atividade 19 : Compreensão de ordens simples / Nivel de ruido : +2

Escute a história com atenção. Em seguida, leia as frases e clique sobre verdadeiro ou falso. Quando terminar, clique em OK.

1. ANA E FELIPE FORAM PARA SALVADOR.	VERDADEIRO	FALSO
2. ANA E FELIPE FIZERAM UMA EXPEDIÇÃO NA FLORESTA AMAZÔNICA.	VERDADEIRO	FALSO
3. PEDRO, SEU GUIA, TINHA 15 ANOS DE IDADE.	VERDADEIRO	FALSO
4. ANA FOI PICADA POR UMA COBRA.	VERDADEIRO	FALSO
5. A MÃE DE PEDRO CONSEGUIU CURAR ANA.	VERDADEIRO	FALSO

OK

Exercício 1/1

4.1.3 Funcionamento do software

Para dar início ao jogo, a criança deve escolher o tema de sua preferência e clicar sobre o ícone correspondente na página inicial. Ao escolher o assunto, é apresentada uma animação lúdica sob o contexto semântico do tema em questão. Logo em seguida, o jogador é direcionado a uma das atividades.

Dentro dos temas, as atividades de 1 a 15 são apresentadas em ordem randômica, pois devido à fadiga as crianças tendem a apresentar quedas de desempenho ao fim das sessões. Assim, assegura-se que as últimas atividades do tema não sofram interferências dessa variável, de modo a oferecer condições para a plena execução e equilíbrio de desempenho entre os exercícios.

Já as atividades 16,17,18 e 19, sempre são apresentadas nesta ordem, ao final de cada tema, pois são atividades com um maior nível de complexidade e seguem uma progressão gradual do nível de dificuldade. Cabe citar que o terapeuta pode selecionar as atividades que serão propostas e determinar a ordem de apresentação destas, de acordo com os objetivos de seu planejamento terapêutico.

O quadro a seguir (Quadro 2) apresenta os títulos dos temas (fases do jogo) e exemplifica a ordem de apresentação randômica das atividades para cada assunto.

Quadro 2 - Exemplificação da aleatoriedade da ordem de apresentação das atividades

Tema	Ordem de apresentação das atividades																		
1. Esportes	10	13	3	12	5	7	14	8	4	15	9	6	2	11	1	16	17	18	19
2. Insetos	7	10	1	8	3	12	13	2	6	14	4	9	15	5	11	16	17	18	19
3. Cozinha	8	5	14	10	7	2	11	6	1	12	15	3	13	9	4	16	17	18	19
4. Mamíferos	1	4	6	3	14	12	5	9	11	10	13	7	15	2	8	16	17	18	19
5. Pássaros	2	6	12	4	5	14	15	7	13	11	1	8	9	3	10	16	17	18	19
6. Profissões	3	2	11	5	9	13	4	12	15	8	14	7	10	6	1	16	17	18	19
7. Música	4	11	15	6	2	12	1	13	7	9	3	5	8	14	10	16	17	18	19
8. Corpo Humano	15	4	2	7	10	11	6	1	13	3	5	8	12	9	14	16	17	18	19
9. Meios de Transporte	4	15	5	1	11	2	7	3	13	6	12	10	8	14	9	16	17	18	19
10. Energia	9	7	8	2	12	3	10	6	1	13	11	14	15	5	4	16	17	18	19
11. Vegetais	12	3	9	11	15	6	2	10	13	1	7	4	5	14	8	16	17	18	19
12. Espaço Sideral	11	12	4	13	1	5	8	15	14	2	6	9	10	3	7	16	17	18	19
13. Países	6	1	10	15	13	11	3	4	2	7	8	12	14	5	9	16	17	18	19

Para obter sucesso e avançar para a próxima atividade, a criança deve acertar um número igual ou superior a 70% das tarefas propostas em uma atividade. Todas as tarefas do primeiro tema são executadas com relação sinal/ruído neutra ($R\ S/R = 0$). Se a meta de 70% de respostas corretas na atividade X é atingida, no próximo tema (tema 2, por exemplo), a atividade X é realizada com maior grau de dificuldade, com diminuição da relação sinal/ruído em 2 dB. Caso a criança continue a acertar mais de 70% das tarefas desta atividade no tema seguinte (tema 3), a $R\ S/R$ será novamente diminuída em 2 dB. Este processo continua, sucessivamente, a cada tema, até a estabilização da $R\ S/R$ mínima em -10dBNA.

Entretanto, caso a criança acerte entre 30% e 70% das tarefas de alguma atividade, terá de refazê-la com a mesma $R\ S/R$. E se acertar menos de 30% das tarefas, terá de refazê-la com relação sinal/ruído 2 dB a mais em relação ao valor anterior, de modo a diminuir o grau de dificuldade. Se mesmo assim a meta de 70% de acertos não for atingida, esta atividade será reapresentada

com a mesma relação sinal/ruído, porém com as respostas corretas indicadas na tela. Assim, ao escutar e visualizar as correções, a criança cria consciência de suas dificuldades e tem a oportunidade de assimilar traços distintivos, possibilitando assim, um *feedback* em tempo real.

Essas mudanças de intensidade acontecem para que o jogo continue sempre sendo desafiador, uma vez que a relação S/R se torna cada vez mais desfavorável. Porém, ao mesmo tempo a atividade continua motivadora, já que a relação S/R é facilitada, caso a criança venha a apresentar dificuldades. Vale mencionar que ao longo do jogo, a mesma criança pode apresentar vários níveis de R S/R para atividades distintas do mesmo tema. Por exemplo, R S/R= -6 dB na "atividade 5" e R S/R= +4 na "atividade 17".

Ao fim de cada atividade, é apresentado o número de acertos obtidos, seguido por uma animação de congratulação se a porcentagem de acertos tiver sido superior a 70% ou uma animação motivacional (para incentivar a criança a refazer a tarefa proposta) caso a porcentagem de acertos tenha sido inferior a 70%.

A dinâmica de funcionamento do jogo pode ser melhor observada no Fluxograma 1 (Figura 21).

Figura 21 – Fluxograma 1: Dinâmica de funcionamento do jogo

4.2 Aplicação do Software

Depois de produzido, o software foi aplicado em alunos de uma escola pública de nível fundamental, localizada na cidade de São Paulo. O projeto de pesquisa foi analisado e aprovado pela coordenação e direção da escola em questão, a qual convidou duas turmas de 4º ano do ensino fundamental (série equivalente à faixa etária desejada de 9 a 10 anos de idade) para participar da pesquisa.

A coleta de dados ocorreu na própria escola, durante o horário de aula regular das turmas. O treinamento se deu nas aulas de informática, no período de setembro a dezembro de 2014, duas vezes por semana. Ao todo, a coleta de dados deste estudo teve duração de três meses.

4.2.1 Casuística

Participaram deste estudo 42 escolares, seguindo os seguintes critérios de seleção:

- Ser aprovado na triagem auditiva;
- Frequentar o 4º ano do ensino fundamental;
- Estar na faixa etária de 9 a 10 anos de idade, de ambos os gêneros;
- Ausência de síndromes, acometimentos psiquiátricos ou neurológicos (relatados pelos pais, por meio de anamnese ou evidentes).

Visto que a participação deste estudo não estava sujeita à apresentação de um determinado tipo de dificuldade ou perfil acadêmico pré-determinado, não foram adotados critérios que excluíssem sujeitos com alterações cognitivas, psicológicas; queixas relacionadas à aquisição da linguagem oral;

histórico de otites; queixas de leitura, escrita ou aprendizagem ou conhecimento musical (saber tocar um instrumento).

As turmas participantes assistiam aulas no período matutino, com o mesmo corpo docente. A divisão dos grupos foi estabelecida conforme a turma em que a criança estava matriculada, e a escolha da turma a receber o treinamento se deu de forma aleatória. Vale ressaltar que após o período de execução da pesquisa, o treinamento foi disponibilizado aos sujeitos do grupo não-treinado que manifestassem interesse.

Inicialmente, cada uma das turmas contava com 24 alunos (total de 48), entretanto, um sujeito do grupo controle foi transferido para outra escola no período da avaliação inicial e outros dois alunos (um de cada turma) não apresentaram o Termo de Consentimento Livre e Esclarecido (TCLE) assinado pelos responsáveis no prazo estabelecido, levando à exclusão do estudo.

Assim, o estudo foi iniciado com 45 sujeitos, os quais foram divididos em dois grupos: o grupo treinado (GT) foi composto por 23 alunos do 4º ano “C” (12 meninas e 11 meninos) e o grupo controle (GC) foi constituído por 22 alunos do 4º ano “B” (10 meninas e 12 meninos).

Todavia, três sujeitos (um do GT e dois do GC) não concluíram a reavaliação pós-treinamento, resultando em uma amostra final de 42 indivíduos, 22 do GT e 20 do GC.

4.2.2 Material

Os materiais utilizados para a realização das avaliações pré e pós-treinamento estão descritos a seguir:

- Folha de anamnese (Anexo B);
- Audiômetro Pediátrico “PA5” da marca *Interacoustics*;
- Fones de ouvido “SHP2000” da marca *Phillips*;
- Computador portátil (*laptop*) da marca “*Samsung*” modelo “275E” equipado com:
 - “Teste de Atenção Auditiva Sustentada”, desenvolvido e aplicado com o software *E-Prime Professional* (Murphy et al., 2014);
 - “Teste de Memória para Dígitos” (*SPAN* de dígitos), desenvolvido e aplicado com o software *E-Prime Professional* (Murphy et al., 2014);
 - “Teste Leitura de Pseudopalavras” adaptado de Salles (2001) e apresentado visualmente por meio do software *E-Prime Professional*;
 - “Teste de Fala Comprimida” (Rabelo e Schochat, 2007) apresentado monoauralmente pelo software *Windows Media Player*.
- Teste de Compreensão Auditiva de Texto, adaptado da avaliação da Compreensão da Leitura Textual (Salles, 2001).
- Protocolo do Teste de Consciência Fonológica, adaptado da Prova de Consciência Fonológica – PCF (Capovilla e Capovilla, 1998).
- Protocolo de Coleta para anotação das respostas de cada um dos testes supracitados (Anexo C).
- “Questionário de avaliação qualitativa do PER”, desenvolvido para que as crianças do grupo treinado avaliassem os aspectos qualitativos do jogo ao término do treinamento (Anexo D).

Para a realização do treinamento propriamente dito, cada participante dispôs dos seguintes materiais:

- Computador da marca Positivo, com sistema operacional Windows 8
- Software PER, já devidamente instalado em cada computador
- Fones de ouvido “*SHP2000*” da marca ‘*Phillips*’

4.2.3 Procedimentos

Após o consentimento da direção e coordenação da escola, os seguintes procedimentos foram adotados:

- 1) Foi realizada uma reunião com os pais e responsáveis pelas crianças para apresentação do projeto e esclarecimento de possíveis dúvidas, assim como assinatura do Termo de Consentimento Livre e Esclarecido (TCLE, Anexo E), autorizando a participação de seus filhos no estudo. Os responsáveis que não puderam comparecer à reunião inicial receberam o TCLE junto com um informativo que apresentava a pesquisa e explicava os termos e vantagens da participação ;
- 2) O protocolo de anamnese foi enviado aos responsáveis para a obtenção do histórico clínico e escolar do aluno;
- 3) Explicação, leitura e assinatura do Termo de Assentimento. As crianças foram orientadas sobre os procedimentos, importância e vantagens em participar da pesquisa e, após concordarem, assinaram o Termo de Assentimento (Anexo F)

- 4) Após o preenchimento de todos os protocolos supracitados, cada criança foi encaminhada, individualmente, a uma sala isolada para realizar a avaliação inicial, com duração de cerca de uma hora. Os procedimentos concernentes à bateria de testes aplicados serão expostos no tópico a seguir:

4.2.4 Bateria de testes para avaliação

4.2.4.1 Avaliação Audiológica:

- a) Triagem auditiva com audiômetro pediátrico, para assegurar que todos participantes respondiam a tons puros apresentados a 20 dBNA para as frequências de 500, 1000, 2000 e 4000 kHz.

- b) “Teste de Fala Comprimida” (Rabelo e Schochat, 2007).

Para a avaliação da habilidade auditiva de fechamento auditivo, foi utilizada a faixa de 70% de compressão do Teste de Fala Comprimida. A criança foi orientada a ouvir com atenção e repetir oralmente as palavras escutadas, mesmo sem ter certeza da resposta correta. Foram apresentadas 50 palavras dissílabas, monoauralmente, totalizando cerca de cinco minutos de duração, para cada orelha. Padronizou-se que a primeira orelha a ser testada seria a esquerda, seguida pela direita.

Os estímulos foram apresentados por meio de um laptop com fones de ouvido, utilizando-se do software *Windows Media Player 2013*. Para garantir a emissão monoaural, os fones foram previamente editados no software *Sound Forge 9.0*.

- c) Teste de Compreensão Auditiva de Texto, adaptado da avaliação da Compreensão da Leitura Textual (Salles, 2001).

A examinadora leu em voz alta e clara uma história de cerca de 200 palavras (Anexo G), adaptada do texto *A Coisa*, de Rocha (1997). Após a leitura, a pesquisadora fazia 10 perguntas que avaliavam compreensão inferencial e memória para eventos/caracteres descritos na história. Ao final, cada resposta correta foi contabilizada como 1 ponto (total=10 pontos).

4.2.4.2 Avaliação Cognitiva:

- a) Teste de Atenção Auditiva Sustentada (Murphy et al, 2014):

O sujeito escutava números de “1 a 7”, com duração de aproximadamente 500 ms cada (independentemente do número de sílabas), os quais foram apresentados binauralmente, em intensidade confortável. Em seguida, era instruído a apertar a tecla “espaço” sempre que escutasse os estímulos-alvo “1” ou “5”, durante 10 minutos, totalizando 140 estímulos-alvo. Para cada tentativa foi contabilizado 1 ponto, assim, os dados fornecidos pelo teste foram classificados em quatro variáveis: Número de Alarmes Falsos (número de vezes em que o sujeito respondeu a estímulos que não eram os estímulos-alvo); HIT (total de vezes em que o participante respondeu corretamente ao estímulo-alvo); Total de Erros” (número de alarmes falsos somado ao número de vezes em que o participante deixou de responder aos estímulos-alvo) e Tempo de Reação (tempo decorrido entre o fornecimento do estímulo e a resposta do sujeito). Como este teste objetivava avaliar a atenção auditiva sustentada, isoladamente, os estímulos foram apresentados apenas

auditivamente no software *E-Prime Professional*, sem *feedback* visual na tela do computador.

b) Teste de Memória para Dígitos - *Span* de Dígitos (Murphy et al. 2013):

O protocolo deste teste foi criado e aplicado por Murphy et al. (2013) para a avaliação da memória de curto prazo, por intermédio do software *E-Prime Professional*. Os sujeitos foram orientados a repetir verbalmente séries de sequências numéricas (*span* de dígitos), em ordem direta, após a exibição na tela do computador. Cada série continha 12 sequências numéricas, com uma quantidade pré-determinada de dígitos, de modo que o teste se iniciava com uma sequência de três dígitos e aumentava gradativamente (podendo chegar a até nove), conforme o desempenho da criança. Para passar a uma sequência com maior quantidade de dígitos, o sujeito aluno precisava acertar 50% das 12 sequências apresentadas em cada série. Portanto, o resultado do *span* é a última série de dígitos com mais de 50% de acertos.

4.2.4.3 Avaliação Linguística:

a) Teste de Consciência Fonológica, adaptado da Prova de Consciência Fonológica de Capovilla e Capovilla, 1998.

O teste foi realizado oralmente, evitando que a criança realizasse leitura labial. Ao início de cada tarefa, a examinadora explicava o que era proposto, apresentava duas questões-exemplo ao indivíduo e, se necessário, corrigia-o. Esta avaliação era composta por 10 tarefas, com quatro itens cada. Assim, o

número máximo de acertos para cada tarefa era quatro. A descrição de cada uma pode ser observada a seguir:

- Síntese Silábica: unir os segmentos silábicos falados pelo examinador, reconhecer e dizer a palavra formada pela união das sílabas apresentadas;
- Síntese Fonêmica: unir os segmentos fonêmicos falados pelo examinador, reconhecer e dizer a palavra formada pela união dos fonemas apresentados;
- Rima: identificar, dentre três palavras ditas pelo examinador, qual não rima com as demais;
- Aliteração: identificar, dentre três palavras ditas pelo examinador, qual não começa com o mesmo som das outras;
- Manipulação Silábica: identificar e dizer qual nova palavra se forma com a adição ou subtração de sílabas no início ou no final das palavras apresentadas;
- Manipulação Fonêmica: identificar e dizer qual nova palavra se forma com a adição ou subtração de fonemas no início ou no final das palavras apresentadas;
- Transposição silábica: dizer qual palavra se forma com a inversão da ordem das sílabas contidas nas palavras-estímulo;
- Transposição fonêmica: dizer qual palavra se forma com a inversão da ordem dos fonemas contidos nas palavras-estímulo.

b) Teste Leitura de Pseudopalavras Isoladas (adaptado de Salles, 2001).

Uma sequência de 30 pseudopalavras foi apresentada, por meio do software *E-Prime Professional*, o qual permitia a exibição individual de cada

palavra em um intervalo de três segundos. As crianças foram orientadas a ler, em voz alta, todas as "palavras inventadas" que seriam apresentadas na tela, da maneira que as compreendesse. Para a análise, foi considerada apenas a primeira resposta fornecida pela criança, logo, as autocorreções foram desconsideradas. Cada palavra lida corretamente correspondia a 1 ponto (total de 30 pontos).

4.2.5 Treinamento Auditivo

Após todos os sujeitos terem passado por este processo de avaliação inicial, os alunos do 4º ano "C" foram encaminhados para o treinamento auditivo.

O treinamento foi realizado de modo individual e simultâneo, na sala de informática da escola, no horário de aula regular. Cada criança contava com computador próprio e fone de ouvido. As sessões de treino tinham uma duração de 45 minutos e eram realizadas duas vezes por semana, até que a criança concluísse todos os temas do jogo (totalizando um período de sete a nove semanas ou de 14 a 18 sessões, de acordo com o desempenho do sujeito). Esta frequência de treinamento foi escolhida para que a pesquisa respeitasse o cronograma e calendário escolares, de modo a limitar o tempo dos alunos fora da sala de aula e, também, sofrer menor influência das abstenções.

Para viabilizar a aplicação do tratamento e permitir a padronização científica da amostra, estabeleceu-se que a turma seria dividida em dois

subgrupos, que realizariam exatamente as mesmas atividades, porém em ordem diferente:

- GT-A: formado por 11 escolares, que iniciaram o treinamento com o PER seguindo a ordem crescente (iniciando pelo tema 1 e finalizando pelo tema 13).
- GT-B: formado por 11 escolares que iniciaram o treinamento com o PER seguindo a ordem decrescente (iniciando pelo tema 13 e finalizando pelo tema 1).

As sessões de ambos os subgrupos eram subsequentes e com alternância de horários, ou seja, a cada sessão os subgrupos trocavam a ordem de treinamento. Por exemplo: na primeira sessão, o subgrupo GT-A fez o treinamento no primeiro horário, logo, na sessão seguinte, o GT-B faria o treinamento no primeiro horário.

Vale lembrar que os temas do PER podem ser jogados em ordem aleatória, conforme o interesse da criança para cada temática. A ordem estabelecida neste estudo foi pré-definida apenas para reduzir o número de variáveis da análise (como dificuldades específicas com determinadas temáticas, horário de aplicação ou o risco de nem todos os sujeitos concluírem os 13 temas em tempo hábil). Como o objetivo do presente estudo é verificar a eficácia do software adaptado, era de fundamental importância que todos os temas fossem explorados pelas crianças, independentemente da ordem em que fossem jogados. Os alunos de ambos os subgrupos foram orientados pela

pesquisadora e todas as possíveis dúvidas foram devidamente sanadas, antes e durante as sessões de treinamento.

Após a primeira metade do período de treinamento, as crianças receberam um prêmio simbólico (doces), como meio motivacional, por já terem concluído metade das fases do jogo. Daí em diante, prêmios passaram a ser sorteados semanalmente entre as crianças que cumprissem os combinados propostos (fazer as atividades com atenção, sentar-se corretamente, não conversar, chamar a pesquisadora em caso de dúvidas, relatar palavras/termos/imagens desconhecidos). Ao fim da coleta de dados, todas as crianças receberam um prêmio maior (brinquedo em miniatura) pela conclusão do jogo, como forma de agradecimento pela participação. Vale lembrar que as crianças do GC também receberam os mesmos prêmios que o GT, desta forma, elas também se sentiram ativas no estudo.

Ao término do treinamento, todas as crianças (de ambos os grupos, estudo e controle) foram reavaliadas seguindo a mesma bateria de testes (auditivos, cognitivos e linguísticos) utilizada na avaliação inicial. Além do protocolo-padrão, as crianças treinadas responderam ao Questionário de Avaliação Qualitativa do PER, o qual foi desenvolvido para conhecer as opiniões, críticas, elogios e sugestões das crianças sobre o jogo.

4.2.6 Método Estatístico

Foram realizadas análises descritivas dos resultados comportamentais por meio da construção de tabelas com valores observados das estatísticas

descritivas média e desvio padrão (Bussab e Morettin, 2002), por grupo (GT e GC) e para os períodos pré e pós-intervenção.

Para a comparação entre a variável categórica (gênero) foi utilizado o teste qui-quadrado. Para comparar as médias dos testes nos dois grupos e períodos foram aplicadas as técnicas de análise multivariada de variância (MANOVA) com medidas repetidas (Dancey e Reidy, 2013). Este teste consiste em uma técnica paramétrica bastante usual, a qual realiza uma comparação de médias utilizando a variância como uma extensão lógica dos modelos de MANOVA, que são utilizados para situações onde se tem mais do que uma variável dependente, assim como uma ou mais variável independente. Como existe um número considerável de variáveis dependentes, a MANOVA forma uma combinação linear na análise. Consequentemente, a análise informa se existe efeito das variáveis independentes na combinação linear das variáveis dependentes. Na MANOVA, o p-valor e a razão F (que é utilizada para testar a diferença global entre grupos de médias) foram analisados por meio do teste *Lambda de Wilks* (λ de Wilks). Além do nível de significância, também foram informados os valores dos graus de liberdade (gl) (Tabachnick e Fidell, 2007).

Para complementar a análise descritiva, fez-se uso do intervalo de confiança (IC), utilizado para verificar o quanto a média pode variar numa determinada probabilidade de confiança. O IC estabelecido para a análise dos dados foi de 95% de probabilidade de confiança e um nível de significância (p) de 0,05 (5%).

As análises foram realizadas com o software *SPSS 20*.

Resultados

5. RESULTADOS

Neste capítulo, serão apresentados os resultados obtidos nas fases de desenvolvimento do material e de aplicação clínica da pesquisa. Os valores considerados estatisticamente significantes foram marcados com um asterisco (*) quando igual ou menor a 0,05 (5%), com dois asteriscos (**) quando igual ou menor a 0,01, e com três asteriscos (***) quando igual ou menor que 0,001. O sinal # foi utilizado para mostrar as tendências à significância.

Para facilitar a apresentação, este capítulo será dividido em duas partes principais, Desenvolvimento do Software e Aplicação do Software (e seus respectivos subitens):

5. 1 Desenvolvimento do Software

5.1.1 Criação do programa;

5.1.2 Tradução e adaptação;

5.1.3 Gravação dos sons;

5.1.4 Mixagem dos sons.

5.2 Aplicação do software

5.2.1 Caracterização da amostra;

5.2.2 Efeito do treinamento auditivo;

5.2.3 Efeito da ordem de apresentação no treinamento auditivo;

5.2.4 Percepções dos participantes.

5.1 Desenvolvimento do Software

5.1.1 Criação do programa

O desenvolvimento da versão brasileira do PER utilizou a mesma interface da versão canadense, exclusiva para sistemas operacionais *Windows*.

As ilustrações e animações foram desenhadas por um designer gráfico, utilizando os softwares *Corel MontionStudio 3D* e *Adobe Photoshop*. O software foi concebido por um engenheiro de computação, com a ferramenta de programação *Visual Studio 2005*, estruturada pela metodologia *Unified Modeling Language* (UML), com linguagem *VB.net*.

Ao término das etapas de tradução e adaptação, gravação e mixagem dos sons, e estes foram individualmente inseridos na base de dados (no *Microsoft Access 2007*) responsável pela organização e conexão dos arquivos à interface do jogo.

5.1.2 Tradução e adaptação do software

Após estudar o conteúdo, a pesquisadora traduziu os estímulos originais do software do francês canadense para o português brasileiro. Em seguida, o conteúdo foi adaptado à cultura e hábitos brasileiros.

Ao término da etapa de tradução e adaptação dos estímulos, o material foi enviado a um experiente fonoaudiólogo brasileiro, fluente em francês, residente em Montreal (onde o software foi concebido), para revisar e corrigir erros de tradução. Por fim, a orientadora e supervisora desta pesquisa, fonoaudióloga com ampla experiência em treinamento auditivo e com

conhecimentos de língua francesa, realizou a revisão científica e linguística dos estímulos já adaptados.

Nos quadros abaixo (Quadro 3 e 4), são destacados alguns exemplos referentes à tradução e adaptação dos estímulos:

Quadro 3 - Exemplo de tradução com priorização de aspectos linguísticos

Estímulos em francês	Estímulos em português
1. corps – dort	1. cílios - filhos
2. épaule – épaule	2. ombro – ombro
3. coude – court	3. queixo – peito
4. sourcil – sourcil	4. sobrancelha – sobrancelha
5. orteil – oreille	5. pelve – pele
6. bouche – touché	6. olho - molho
7. cheville – chenille	7. dente - mente
8. main – teint	8. mão – pão
9. pied – pied	9. pé – pé
10. talon – ballon	10. bacia - macia

Legenda: Tradução da atividade 3 (*discriminação auditiva de palavras foneticamente semelhantes*) do tema 8 (Corpo Humano)

Este trecho evidencia que o processo de tradução e adaptação não priorizou a tradução literal dos estímulos, e sim a manutenção dos aspectos semânticos e semelhanças linguísticas entre os pares.

Já o Quadro 4 evidencia a adaptação cultural, tanto em atividades ao nível de palavra (com a substituição das cidades canadenses por cidades e estados brasileiros), quanto na adaptação de um texto curto, em que aspectos da cultura canadense foram substituídos por elementos da cultura brasileira.

Para exemplificar a tradução e adaptação de um tema completo, disponibilizou-se, no Anexo H, a tradução do Tema 13.

Quadro 4 - Exemplos de adaptação com priorização de aspectos culturais

Estímulos em francês	Estímulos em português
1. Beaupré, Beaudry, Beauport 2. Chapais, Chapeau, Charette 3. Mont-Lebel, Mont-Élie, Mont-Louis 4. Lévis, Moisie, Granby 5. Bellefeuille, Beloeil, Belcourt, 6. Lachine, Laval, LaSalle 7. Port-Daniel, Port-Cartier, Port-Menier 8. Grosses-Roches, Gros-Morne, Grosse-Ile 9. Saint-Sauveur, Saint-Samuel, Saint-Siméon 10. Mont-Royal, Montréal, Mont-Joli	1. Barretos, Bahia, Bauru 2. Curitiba, Cubatão, Cuiabá 3. Maceió, Macaé, Macapá 4. Porto Alegre, Porto Seguro, Porto Velho 5. Limeira, Linhares, Londrina 6. Itapevi, Itapeva, Itatiba 7. Araraquara, Araras, Araçatuba 8. Guarujá, Guarapari, Guarulhos 9. Santo Amaro, Santo Antônio, Santo André 10. São Miguel, São Paulo, São Roque
11_act15_no5 «Shen Ming aime beaucoup une sorte d'arbre. Cet arbre pousse un peu partout au Québec. L'automne, ses feuilles deviennent jaunes, oranges ou rouges. Au printemps, on peut entailler le tronc de cet arbre pour recueillir une eau sucrée.»	11_act15_no5 "Sheila adora um tipo de árvore. Esta árvore cresce em vários lugares do Brasil. Ela dá um fruto que é verde e dentro dele, há água e uma polpa branca. Você pode beber a água deste fruto ou fazer doces com sua polpa."

A primeira linha traz um trecho retirado da atividade 8 (identificação de palavras bem distintas foneticamente) do tema 13(Países).

A segunda linha traz um trecho da atividade 15 (compreensão de textos curtos) do tema 11 (Vegetais).

5.1.3 Gravação dos estímulos

A gravação dos estímulos foi realizada em uma sala acusticamente isolada na *École d'Orthophonie et Audiologie* da Universidade de Montreal. O registro do som se deu por meio de dois microfones "ACT-5T" da marca *Mipro* e um console de mixagem de som "EPM6", da marca *Soundcraft*. Foi utilizado o software "Matrox Veturra Capture", em um computador "MAC Mini Serveur", da marca *Apple*, com processador 2.3 Ghz Intel core I7, memória 4Go 1600

Mhz DDR3. O retorno auditivo foi fornecido por fones de ouvido “HD203” da marca *Sennheiser*.

Todos os estímulos verbais de personagens femininos foram locucionados pela pesquisadora. Já para a locução dos estímulos de personagens masculinos, foi contratado um locutor do sexo masculino, ambos naturais de São Paulo (capital). Ao final das gravações, os estímulos foram analisados por três experientes pesquisadoras na área de treinamento auditivo, a fim de verificar se o material estava claro, compreensível e condizente com a pronúncia do sotaque paulistano. Esta verificação é fundamental, pois os estímulos de um programa de treinamento auditivo devem ser perfeitamente inteligíveis, para que apenas as modificações paramétricas previstas interfiram na compreensão do sinal.

5.1.4 Mixagem dos estímulos

Levando em consideração que se trata de um software de escuta no ruído – cuja relação sinal/ruído é alterada conforme o desempenho apresentado pelo jogador – é importante que os estímulos estejam calibrados na mesma intensidade do ruído para que possíveis disparidades não atrapalhem o bom desenvolvimento do treinamento.

Assim, seguindo os mesmos parâmetros adotados na versão original do software, estabeleceu-se que os estímulos deveriam ser calibrados a 83,5 dBNA (± 1 dBNA), intensidade em que é possível obter uma boa acuidade auditiva, sem gerar distorções nem causar danos à audição (WHO, 1999). Vale mencionar que ao jogar a criança ajusta a intensidade dos estímulos, de modo que 60 dBNA é o valor de saída máximo que chega ao jogador.

Para a realização deste processo, um computador enviou os estímulos a uma orelha artificial (modelo AEC100 0656 da marca “*Larson-Davis*”) acoplada a um sonômetro (modelo 824A da marca “*Larson-Davis*”), que por sua vez estava conectado a um audiômetro (*MAICO MA41*). Então, aferiu-se que para obter o valor de saída almejado, a amplitude da onda sonora de cada arquivo de som deveria ser calibrada em um valor médio de -22,2 dB *RMS* (*Root Mean Square*) no software *Sound Forge 9.0*.

5.2 Aplicação do software

5.2.1 Caracterização da amostra

Na Tabela 1, podemos observar as proporções entre os gêneros e a média de idade dos sujeitos.

Tabela 1. Proporções entre gêneros e média de idade dos sujeitos

	GT (n=22)	GC (n=20)
Gênero Feminino (%)	54,54	45
Gênero Masculino (%)	45,45	55
Idade (anos)	9,92	10

GT: Grupo Treinado; GC: Grupo Controle

No que se refere ao gênero, podemos verificar uma distribuição simétrica intra-grupo. Pela análise do qui-quadrado, não foi detectada diferença estatisticamente significativa entre as porcentagens, nem para o grupo controle $\chi^2(1) = 0.18$, $p=0.67$ tampouco para o grupo treinado $\chi^2(1) = 0.04$, $p=0.84$.

No que se refere à idade, observa-se distribuição semelhante entre os dois grupos. Pela ANOVA, não foram detectadas diferenças estatisticamente significantes entre as médias das idades [$F(1,20) = 1,78$, $p=0,19$].

Sobre a caracterização da amostra na avaliação inicial, a Tabela 2 apresenta os valores de média e desvio padrão dos testes realizados inicialmente, tanto para o GT quanto para o GC.

Tabela 2. Valores de média e desvio-padrão das variáveis de desempenho dos grupos treinado (GT) e controle (GC), na avaliação pré-treinamento.

	GT (n=22)		GC (n=20)	
	Média	DP	Média	DP
Atenção - Alarme Falso	9,05	7,57	6,45	3,99
Atenção - HIT	106,95	18,46	110,95	18,86
Atenção – Total de Erros	42,14	22,76	36	21,56
Atenção - Tempo de Reação	1149,8	86,28	1156,9	55,32
Memória - SPAN de Dígitos	4,64	1	4,6	0,6
Compreensão Auditiva (%)	54,09	26,31	71	23,6
Leitura de Pseudopalavras	78,96	25,65	85,48	15,9
Fala Comprimida - OD (%)	52	8,37	49,85	9,95
Fala Comprimida - OE (%)	46,27	11,15	47,9	9,37
Consciência Fonológica - Rima e Aliteração	6,5	1,47	7,3	0,98
Consciência Fonológica - Silábica	14,95	1,29	15,15	1,27
Consciência Fonológica - Fonêmica	7,5	3,08	9,25	4,31

GT: Grupo treinado; GC: Grupo controle; DP: Desvio Padrão; OD: Orelha Direita; OE: Orelha Esquerda

Para verificar se os resultados iniciais diferiam entre si, foi realizada uma análise multivariada (MANOVA), a qual mostrou que não houve diferença estatisticamente significativa entre os dois grupos para a avaliação inicial [$F(14,29) = 12$, $p=0,38$, $\eta^2_{\text{partial}} = 0.35$, λ de Wilks = 0.65]. Logo, é possível

afirmar que os grupos apresentavam desempenhos similares para as variáveis aplicadas no momento da avaliação inicial.

5.2.2 Efeito do treinamento auditivo

A Tabela 3 exibe os valores de média e desvio-padrão no desempenho nas avaliações pré e pós-treinamento auditivo.

Tabela 3 - Valores de média e desvio-padrão para o desempenho de ambos os grupos, nas avaliações pré e pós-treinamento auditivo

	GT				GC			
	Pré		Pós		Pré		Pós	
	Média	DP	Média	DP	Média	DP	Média	DP
Alarmes Falsos	9,05	7,58	5,64	4,91	6,45	3,99	7,85	5,29
HIT	106,95	18,46	109,14	14,88	110,95	18,86	110,60	19,56
Total de erros	42,14	22,76	36,50	17,50	36,00	21,57	37,65	23,62
Tempo de reação	1149,76	86,28	1168,76	89,13	1156,93	55,32	1144,11	85,02
Span	4,64	1,00	5,18	1,18	4,60	0,60	5,00	0,92
Compreensão	54,09	26,31	80,00	16,62	71,00	23,60	76,00	16,98
Leitura	78,96	25,65	84,06	23,89	85,49	15,90	79,33	23,29
Fala Comprimida	OD 52,00 OE 46,27	8,37	63,91	8,20	49,85	9,95	58,60	9,50
Rima e Aliteração	6,50	1,47	7,95	0,21	7,30	0,98	7,60	0,68
Consciência Silábica	14,95	1,29	15,91	0,29	15,15	1,27	15,90	0,31
Consciência Fonêmica	7,50	3,08	14,23	2,18	9,25	4,32	11,65	4,13

GT: Grupo treinado; GC: Grupo controle; DP: Desvio Padrão; OD: Orelha Direita; OE: Orelha Esquerda

A MANOVA de medidas repetidas mostrou uma importante interação entre os períodos pré e pós dos grupos GT e GC [$F(12,29) = 6,03$, $p < 0,001^{***}$, $\eta^2_{\text{partial}} = 0.71$, λ de Wilks = 0.29]. Isso indica que o GT possui desempenho significativamente diferente do GC entre os períodos pré e pós, quando são consideradas todas as variáveis dependentes.

A fim de verificar a contribuição relativa de cada uma das variáveis dependentes para a diferença multivariada observada na interação período X grupo, foi realizada a análise univariada (Tabela 4).

Tabela 4 – Influência do treinamento sobre as variáveis

Variável	F	p-valor	η^2_{partial}
Alarmes Falsos - Atenção	5,75	0,02*	0,13
HIT - Atenção	0,30	0,59	0,01
Total de Erros - Atenção	1,52	0,23	0,04
Tempo de Reação - Atenção	2,54	0,12	0,06
SPAN de Dígitos - Memória	0,37	0,55	0,01
Compreensão (%)	10,51	0,002**	0,21
Leitura de Pseudopalavras (%)	7,60	0,009**	0,16
Fala Comprimida - OD (%)	1,87	0,18	0,05
Fala Comprimida - OE (%)	4,85	0,03*	0,11
Rima e Aliteração – Consc.Fonológica	11,25	0,002**	0,22
Silábica – Consciência Fonológica	0,30	0,59	0,01
Fonêmica – Consciência Fonológica	28,52	<0,001***	0,42

A partir desse resultado, é possível afirmar que as variáveis destacadas na Tabela 4 apresentaram diferenças estatisticamente significantes na comparação entre GT e GC. Em outras palavras, para as variáveis Alarme Falso, Compreensão, Leitura de Pseudopalavras, Fala Comprimida em OE e Consciência Fonológica em Nível Fonêmico, os grupos GT e GC apresentaram evoluções diferentes.

A seguir, podem ser observados alguns gráficos de desempenho com intervalos de confiança de 95%, para uma melhor visualização dos resultados:

Figura 22 - Resultados médios e barra de erros indicando o IC (95%) entre o pré e pós – treino para as variáveis da habilidade: atenção auditiva

Figura 23 - Resultados médios e barra de erros indicando o IC (95%) entre o pré e pós treino para a habilidade: memória.

Figura 24 - Resultados médios e barra de erros indicando o IC (95%) entre o pré e pós treino para as habilidades auditivas fechamento auditivo e compreensão auditiva de texto.

Figura 25. Resultados médios e barra de erros indicando o IC (95%) entre o pré e pós-treino para as habilidades: consciência fonológica e leitura de pseudopalavras.

Com a intenção de corroborar e detalhar os resultados obtidos por meio da MANOVA com medidas repetidas, foi realizada uma *One-Way ANOVA* (Tabela 5) para verificar as diferenças nos desempenhos de GT e GC entre os períodos pré e pós.

A variável Desempenho foi obtida pela subtração dos resultados observados nas avaliações no período pós menos os registrados no período pré:

$$[\text{Desempenho} = \text{Avaliação pós} - \text{Avaliação pré}]$$

Tabela 5 – Comparação dos desempenhos dos grupos treinado (GT) e controle (GC), verificados pelas diferenças brutas entre os resultados.

EFEITO	F	p-valor
Alarmes Falsos – Atenção	5,75	0,021*
HIT	0,30	0,59
Erros Totais – Atenção	1,52	0,23
Tempo de Reação – Atenção	2,54	0,12
SPAN de Dígitos – Memória	0,37	0,55
Compreensão (%)	10,51	0,002***
Leitura de Pseudopalavras (%)	7,60	0,009**
Fala Comprimida – OD (%)	1,87	0,18
Fala Comprimida – OE (%)	4,85	0,03*
Rima e Aliteração – Consc. Fonológica	11,25	0,002*
Silábica – Consciência Fonológica	0,30	0,59
Fonêmica – Consciência Fonológica	28,52	<0,001***

Nos gráficos de caixa *box-plot* (Figura 26-Figura 13), estão dispostas as distribuições do desempenho, tanto para GT quanto para GC.

Figura 26 – Desempenhos na variável Alarmes Falsos”

Figura 27 - Desempenhos na variável HIT

Figura 28 - Desempenhos na variável Total de Erros

Figura 29 - Desempenhos na variável Tempo de Reação

Figura 30 - Desempenhos na variável Span de Dígitos

Figura 31 - Desempenhos na variável Compreensão Auditiva

Figura 32 - Desempenhos na variável Leitura de Pseudopalavras

Figura 33 - Desempenhos na variável Fala Comprimida (OD)

Figura 34 - Desempenhos na variável Fala Comprimida (OE)

Figura 35 - Desempenhos na variável Rima e Aliteração

Figura 36 - Desempenhos na variável Consciência Silábica

Figura 37 - Desempenhos na variável Consciência Fonêmica

5.2.3 Efeito da ordem de apresentação no treinamento auditivo

Conforme descrito na metodologia, o grupo treinado foi dividido em dois subgrupos. Um deles, o GT-A, executou os temas em ordem crescente (do tema 1 ao 13) e o outro subgrupo, GT-B, os executou em ordem decrescente (do tema 13 ao 1). O desempenho de cada subgrupo pode ser observado na Tabela 6.

Tabela 6 - Valores de média e desvio padrão para cada subgrupo

		GT-A (n=12)				GT-B (n=10)			
		Pré		Pós		Pré		Pós	
		Média	DP	Média	DP	Média	DP	Média	DP
Alarmes Falsos		8,67	9,45	3,67	3,77	9,50	4,93	8,00	5,25
Detecções Incorretas		34,92	19,42	29,17	14,76	30,80	18,01	32,90	15,55
Total de Erros		43,58	25,19	32,83	16,08	40,40	20,66	40,90	18,95
Tempo de Reação		1170,59	75,56	1193,19	66,35	1124,77	95,51	1139,45	106,79
SPAN de Dígitos		4,33	0,49	4,83	1,19	5,00	1,33	5,60	1,08
Compreensão Auditiva		47,50	23,40	75,00	18,34	62,00	28,60	86,00	12,65
Leitura de Pseudopalavras		76,13	32,04	79,67	31,76	82,35	16,02	89,33	6,44
Fala Comprimida- OD		50,17	7,36	64,50	9,65	54,20	9,36	63,20	6,48
Fala Comprimida- OE		47,83	12,72	63,00	8,59	44,40	9,23	60,60	13,57
Rima e Aliteração		6,25	1,66	8,00	0,00	6,80	1,23	7,90	0,32
Consciência Silábica		14,75	1,66	15,92	0,29	15,20	0,63	15,90	0,32
Consciência Fonêmica		7,17	3,19	14,00	2,49	7,90	3,07	14,50	1,84

GT: Grupo treinado; DP: Desvio Padrão; OD: Orelha Direita; OE: Orelha Esquerda.

Como o intuito deste software de treinamento é que as crianças possam jogar os temas randomicamente, de acordo com seu interesse, foi realizada uma análise univariada (ANOVA) para investigar se a ordem de apresentação dos temas teve influência nos resultados dos testes. Esta análise revelou que apenas a variável Fala Comprimida na Orelha Direita apresentou diferença estatisticamente significativa $F(1,21) = 4,56$, $p = 0,045$ para a ordem de aplicação dos temas.

5.2.4 Percepções dos participantes

Tendo em vista que os objetivos primários deste estudo eram traduzir e adaptar o PER e em seguida verificar sua eficácia em um grupo de escolares, é de fundamental importância saber a opinião das crianças treinadas (GT) sobre o software, em especial a respeito de aspectos referentes às suas preferências, à jogabilidade, às dificuldades e aos ganhos proporcionados pelo jogo. Assim, foi aplicado um questionário qualitativo, cujas questões e seus respectivos resultados serão exibidos a seguir:

Figura 38 – Pergunta e resultados referentes à Questão 1

Questão	Pergunta	Resultados
1	Que nota você dá para o jogo, de acordo com essas carinhas? (escala de 1-5)	<p>Nota média: 4,30</p>

Esta questão tinha como objetivo saber o que a criança pensava sobre o software de uma maneira geral. Ela deveria observar as ilustrações e identificar qual delas estava mais relacionada com seus sentimentos sobre o PER. Posteriormente, no momento da análise, cada imagem foi relacionada a uma nota de 1 a 5. Assim, a nota média atribuída pelo grupo foi “4,30”, indicativo de um bom índice de aceitação do jogo pelas crianças.

Figura 39 - Pergunta e resultados referentes à Questão 2

Com esta pergunta, procurou-se saber se as crianças, de fato, tinham interesse no jogo ou se o praticavam apenas por ser uma atividade proposta em contexto escolar. As únicas alternativas sugeridas eram "sim" ou "não".

Dentre as 22 crianças entrevistadas, cinco (21,73%) disseram que "não" e 18 (78.26%) disseram que "sim", indicando que o jogo era agradável para a maior parte delas.

Figura 40 - Pergunta e resultados referentes à Questão 3

A terceira questão visava a investigar a frequência na qual as crianças sentiam cansaço durante as sessões de treinamento. As respostas possíveis eram: "nunca", "poucas vezes", "às vezes", "muitas vezes" e "sempre".

Como podemos observar na Figura 40, a maior parte das crianças (39,13%) respondeu que "às vezes" sentia-se cansada enquanto jogava e 30,43% delas disseram que "poucas vezes" sentiram-se cansadas.

Figura 41 - Pergunta e resultados referentes à Questão 4

Esta pergunta visava a investigar se as crianças compreendiam bem as instruções para a resolução das tarefas e, assim, confirmar que o software é autoexplicativo. A Figura 41 permite observar que a maior parte das crianças

(39,13%) sempre compreendia facilmente as instruções. Entretanto, 34,78% às vezes apresentavam dúvidas. Esse dado sugere que apesar da maior parte dos entrevistados ter tido facilidade, as explicações não foram sempre claras para todos os usuários.

Figura 42 - Pergunta e resultados referentes à Questão 5

Com esta questão, gostaríamos de investigar se o ruído causou algum desconforto nos participantes. Como é possível observar na Figura 42, os participantes apresentaram reações diversas quanto ao ruído de fundo, sugerindo que esta questão está associada às características individuais de cada sujeito.

Figura 43 - Pergunta e resultados referentes à Questão 6

A questão 6 investiga se, de fato, o ruído de fundo teve influência na compreensão do sinal. A Figura 43 indica que o ruído teve interferência na compreensão da fala para todas as crianças, em graus diferentes.

Figura 44 - Pergunta e resultados referentes à Questão 7

Uma vez que todo conteúdo do software aborda diversas temáticas com respaldo pedagógico, investigou-se os possíveis aprendizados que as crianças possam ter obtido com o PER. Ao serem questionadas se o software havia lhes agregado algum novo conhecimento, 91,30% (Figura 44) delas responderam que sim. Apenas duas crianças alegaram não ter aprendido nada.

A fim de investigar quais gêneros de conhecimentos foram assimilados, perguntou-se o que os participantes haviam aprendido. A descrição de todos os aprendizados listados pode ser observada no Anexo I. De um modo geral, as crianças obtiveram ganhos lexicais (com a apresentação de novas palavras) e de conhecimentos enciclopédicos (modo de funcionamento, novas informações agregadas). Duas crianças relataram melhoras na ordenação temporal ("colocar objetos em ordem"), sendo que uma delas relatou melhora na leitura.

Figura 45 - Pergunta e resultados referentes à Questão 8

A fim de se obter uma devolutiva das próprias crianças sobre a percepção de possíveis efeitos do treinamento, foi-lhes questionado se haviam percebido alguma mudança em seu comportamento auditivo e desempenho escolar. Como vemos na Figura 45, a maior parte das crianças (60,86%) observou mudanças no comportamento auditivo e desempenho escolar, contra 39,13%, que alegaram não ter percebido nenhuma mudança. A fim de investigar quais foram as mudanças observadas pelas crianças que responderam "sim", foi-lhes pedido um pequeno relato individual, que podem ser observados no Anexo J.

Discussão

6. DISCUSSÃO

Neste capítulo será realizada uma análise crítica dos resultados encontrados no estudo. A discussão seguirá a mesma organização de tópicos do capítulo de resultados.

6.1 Criação do Software de Treinamento Auditivo

O principal objetivo do presente estudo foi traduzir e adaptar o software *Logiciel d'Écoute dans Le Bruit* (LEB), o qual foi denominado Programa de Escuta no Ruído (PER) - em português, haja vista que há uma demanda por programas nacionais com essas características, ou seja, softwares que estimulem a percepção de fala no ruído.

A literatura cita algumas razões para a tradução e adaptação de instrumentos existentes em outra língua, como o fato de a adaptação ser um processo mais rápido e menos dispendioso que a produção de um novo instrumento em uma nova língua e, também, o fato de um instrumento adaptado passar mais segurança que um recém-desenvolvido, por já haver experiências prévias bem-sucedidas (Hambleton e Patsula, 1999).

No que se refere ao processo de tradução de instrumentos de avaliação, como questionários ou testes, é recomendado um cuidadoso processo de tradução e adaptação a fim de evitar significados inesperados que possam interferir em dados normativos (Radanovic e Mansur, 2002; Barbosa et al., 2014). Beaton et al. (2000) sugeriram uma metodologia para o processo de tradução e adaptação cultural de questionários, que pode ser sintetizada nas seguintes etapas: (1) dupla tradução para o idioma-alvo, (2) elaboração de uma

versão síntese das duas traduções, (3) dupla retro-tradução para o idioma original e (4) avaliação por comitê de especialistas e (5) teste-piloto, com avaliação qualitativa por parte dos sujeitos.

Apesar de o rigoroso seguimento deste tipo de metodologia ser fundamental para a adaptação de testes e questionários diagnósticos, esta não se faz necessária para ferramentas terapêuticas, que não se baseiam em dados normativos, como é o caso do *PER*, que apenas fornece registros de acertos e erros com a finalidade exclusiva de monitorar a evolução clínica. Como se trata de um treinamento auditivo, o enfoque deste processo deve estar voltado para a clareza no fornecimento das instruções das tarefas manutenção da efetividade terapêutica destas. Assim, o método adotado para a tradução torna-se menos importante que a comprovação da aplicabilidade clínica e da eficácia do programa, em um número significativo de sujeitos.

Neste estudo, o processo de tradução e adaptação dos estímulos auditivos contou com a revisão científica e linguística de profissionais com experiência em treinamento auditivo e fluência nos dois idiomas em questão. Durante o processo de adaptação transcultural, foram necessárias substituições de termos (sílabas, palavras ou expressões frasais) e Figuras para garantir as equivalências semânticas e culturais com o instrumento original. Pela similaridade decorrente da origem latina, comum aos dois idiomas em questão, muitos termos puderam ser literalmente traduzidos. Nas atividades voltadas para a discriminação auditiva (Quadro 3), deu-se preferência para a manutenção da similaridade fonética dos pares, em detrimento do significado da tradução literal. Para tal, foram determinados critérios prévios para a escolha de palavras substitutas, como semelhante estrutura silábica (extensão) ou som inicial similar

ao dos estímulos originais, sempre procurando manter o contexto semântico do tema em questão.

Já nas atividades voltadas à compreensão de histórias, os aspectos culturais foram favorecidos, levando em consideração as equivalências nos contextos sociais e culturais de ambos os países (Quadro 4), sendo que sempre nestes casos, também, procurou-se manter os aspectos semânticos do tema em questão.

Questões importantes sobre a adaptação do software para os quais não cabe discussão, mas que nem por isso são menos importantes, serão apresentados em detalhes no item Considerações Finais.

6.2 Aplicação do software

6.2.1 Caracterização da amostra

Todos os participantes do presente estudo eram alunos de duas turmas de 4º ano do nível fundamental de uma Escola Estadual, localizada no município de São Paulo. Os dados fornecidos pela administração da escola revelam que a população em questão possuía um baixo nível socioeconômico.

A literatura aponta que crianças que se desenvolvem em um padrão socioeconômico mais baixo podem apresentar habilidades auditivas e linguísticas menos aprimoradas. Este desenvolvimento deficitário seria justificado pelo fato de ambientes sócio-econômico-culturais desfavoráveis serem pouco construtivos e estimulantes para o desenvolvimento infantil geral, dificultando a formação de aspectos necessários para o reconhecimento dos sons da fala e levando a repercussões no desempenho das diversas habilidades

envolvidas no reconhecimento de fala frente ao ruído competitivo (Becker et al, 2013; Stevens et al., 2009; Hackman et al., 2010; Halpern et al., 2000)

Esta informação é de extrema relevância para o estudo em questão, já que um dos objetivos da pesquisa era verificar a jogabilidade do software. Assim, bons resultados encontrados em um grupo socioeconomicamente menos favorecido evidenciariam que o conteúdo e a linguagem abordados pelo treinamento seriam acessíveis para todas as crianças desta faixa etária e que os desafios estabelecidos pelo treinamento não seriam muito exigentes para esta população.

Em relação aos fatores gênero e idade, como podemos observar na Tabela 1, a distribuição foi feita de maneira homogênea entre os grupos, garantindo a equivalência destes. A faixa etária de 9 a 10 anos de idade foi adotada por esperar-se que os alunos estivessem devidamente alfabetizados, critério fundamental para possibilitar a leitura e resolução das tarefas propostas no software e, também, por já terem atingido a maturação neural auditiva, permitindo a plena avaliação do processamento auditivo (Neves e Schochat, 2005).

Além do mais, não foram feitas distinções de desempenho acadêmico (facilidade ou dificuldade nos conteúdos escolares) para a montagem dos grupos. Ambos contaram com participantes de diversos perfis de desempenho acadêmico, pois o estudo não pretendia avaliar o efeito do treinamento em crianças de determinado perfil acadêmico, e sim a jogabilidade do software e o efeito deste treinamento.

Os participantes deste estudo não foram submetidos à avaliação formal do processamento auditivo em cabina acústica. Todas as crianças das duas turmas

foram submetidas aos mesmos procedimentos de avaliação, sendo que o GT recebeu treinamento com o software PER, enquanto o GC não passou por nenhuma outra estimulação fora da grade escolar comum às demais. Apesar de ter sido disponibilizado treinamento para os sujeitos do GC, após o término da pesquisa, não houve manifestação de interesse por parte de seus responsáveis. Os sujeitos que não se enquadravam nos critérios de inclusão e exclusão, obtidos previamente por meio de anamnese e questionários respondidos pelos pais, participaram das atividades como os demais sujeitos, porém seus dados não foram computados para análise neste estudo.

A Tabela 2 caracteriza o desempenho dos grupos na avaliação pré-treinamento. A análise multivariada revelou que os dois grupos apresentavam desempenho estatisticamente similar [$F(14,29) = ,12$, $p=0,38$, η^2 parcial = 0.35, λ de Wilks = 0.65] na avaliação inicial. Este dado dá substrato às comparações entre ambos os grupos. Uma vez que o desempenho dos grupos no pré-treino é equivalente, possíveis mudanças no período pós-treino somente poderiam ser atribuídas ao treinamento.

6.2.2 Efeito do treinamento auditivo

A análise comparativa geral dos grupos revelou que estes apresentaram desempenhos com diferenças estatisticamente significantes, no período pós-treinamento [$F(12,29) = 6,03$, $p<0,001^{***}$, η^2 parcial = 0.71, λ de Wilks = 0.29]. Esse dado sugere que o treinamento com o PER tenha influenciado o comportamento do grupo treinado, pois, conforme observado na análise multivariada (MANOVA) da avaliação inicial, os grupos apresentavam desempenhos estatisticamente iguais.

Os resultados médios dos grupos, nos períodos pré e pós-treinamento (Tabela 3), e a sobreposição das barras de desempenho das Figuras 22, 23, 24 e 25 permitem verificar que o GT apresentou um desempenho geral superior ao do GC. Para verificar a significância estatística das evoluções de desempenho, foi conduzida uma análise univariada, a qual pode ser observada na Tabela 4. Seus resultados revelaram que as variáveis para as quais os dois grupos apresentaram comportamentos significativamente distintos foram: Fala Comprimida na Orelha Esquerda, Alarmes Falsos (Atenção), Leitura de Pseudopalavras, Consciência Fonêmica, Rima e Aliteração e Compreensão Textual Auditiva.

Esses achados sugerem que o treinamento com o PER foi capaz de estimular as habilidades de processamento auditivo (otimizando o reconhecimento da Fala Comprimida na Orelha Esquerda), atenção (redução do número de alarmes falsos), leitura de pseudopalavras (melhora na acurácia de leitura), consciência fonológica (consciência fonêmica, rima e aliteração) e compreensão textual auditiva em ambiente silencioso (processamento auditivo e interpretação textual).

Estes dados vão ao encontro de diversos estudos nos quais melhoras em habilidades auditivas, cognitivas e linguísticas foram estimuladas por meio de treinamento auditivo computadorizado (Tallal et al., 1996; Merzenich et al., 1996; Stevens et al., 2008; Germano e Capellini, 2008; Pinheiro e Capellini, 2009; Murphy e Schochat, 2014).

As particularidades sobre o efeito do treinamento em cada variável estudada serão discutidas nos tópicos a seguir, onde cada habilidade será analisada individualmente.

6.2.2.1 Atenção auditiva sustentada

Tendo em vista a importância dessa habilidade e o potencial de estimulação da atenção proporcionado pelas atividades do PER, estipulou-se que um dos objetivos do presente estudo seria mensurar a influência do treinamento na habilidade cognitiva de atenção auditiva sustentada. Assim, o teste de atenção auditiva sustentada desenvolvido por Murphy et al. (2014) foi eleito como ferramenta de avaliação. O protocolo deste teste foi desenvolvido e aplicado por meio do software *E-PrimeProfessional*, seguindo os parâmetros pré-estabelecidos pelo modelo de Posner (1980). Por ainda não ter sido aplicado em uma amostra significativa de sujeitos, o teste não apresenta normatização populacional de desempenho. Assim, a ferramenta foi utilizada, apenas para comparar a performance dos próprios sujeitos em dois momentos.

Ao analisarmos os dados da Tabela 3, ilustrados pelas Figuras 22, 26, 27, 28 e 29, é possível constatar que o GT obteve evolução na execução de três das quatro variáveis estudadas. Enquanto o GT obteve uma notável redução no número de Alarmes Falsos, o GC teve um aumento desta variável, ou seja, os sujeitos do GT passaram a "chutar" menos que o GC. Quanto à acurácia (HIT), os sujeitos do GT melhoraram seu desempenho na detecção dos estímulos-alvo, enquanto o GC obteve uma piora. Finalmente, o GT diminuiu o número total de erros, enquanto o GC apresentou um maior número de erros. A única variável em que o GT demonstrou desempenho inferior ao GC foi Tempo de Reação.

Segundo Riccio et al. (1996), a variável "Alarmes Falsos" seria um indicativo de impulsividade e estaria relacionada à estratégia de antecipação dos

estímulos. O estudo de Murphy et al. (2014) relaciona o alto número de alarmes falsos, apresentados por crianças com distúrbio fonológico, às dificuldades para discriminação de estímulos auditivos. Já Diamond (1990) diz que os "chutes" poderiam ser frutos da combinação de déficits na memória de trabalho e funções inibitórias imaturas, as quais estariam relacionadas à região pré-frontal. Bari e Robbins (2013) corroborariam esta hipótese ao observar que diversos estudos com ressonância magnética funcional e *PET-scan* associaram baixos desempenhos em testes de acerto/erro com a porção medial do córtex pré-frontal.

Quanto ao aumento do tempo de reação apresentado pelo GT, podemos inferir que esteja relacionado à diminuição da impulsividade e ao maior cuidado ao chegar a uma solução, o que acarretaria um consequente aumento do tempo de resposta. Como este dado está associado à melhora da acurácia e diminuição do total de erros, é possível refutar que o aumento do tempo de reação esteja relacionado a declínios na atenção sustentada, assim como a dificuldades para a discriminação dos estímulos. Ao mesmo tempo, a equivalência desta hipótese se daria ao verificarmos que o GC reduziu seu tempo de reação e apresentou uma piora na acurácia (HIT) associada ao aumento da impulsividade (Alarmes Falsos) e do total de erros, indicando que o fator impulsividade e possíveis dificuldades de discriminação dos estímulos possam ter interferido.

Apesar de o GT ter apresentado uma evolução de desempenho superior à do GC, na maior parte das variáveis deste teste (Figuras 26-29) a única relacionada à atenção a apresentar evolução de desempenho estatisticamente significativa intergrupos foi o número de "Alarmes Falsos", (Tabelas 4 e 5). Assim, a notável redução do número de "Alarmes Falsos", associada ao

aumento do HIT, nos resultados do GT (Tabela 3 e Figura 22), sugere que estas melhoras possam ter sido impulsionadas pelo treinamento auditivo, que mesmo sem contar com tarefas para a estimulação específica da atenção auditiva, dispõe de atividades de discriminação, identificação e compreensão de estímulos linguísticos, as quais demandam a constante sustentação da atenção auditiva. Além disso, as funções inibitórias (controle da impulsividade) desses sujeitos foram estimuladas durante o jogo, uma vez que só era permitido responder ao término da apresentação de todos os estímulos. Isso pode ser justificado pela hipótese de Yotsumoto e Watanabe (2008), de que a exposição repetida a sinais, em um contexto importante, levaria a um processamento mais eficiente do sistema sensorial.

6.2.2.2 Memória de curto prazo

Outra habilidade cognitiva muito demandada na percepção da fala no ruído é a memória. De acordo com o modelo de compreensão da linguagem de Rönnberg et al. (2008), a memória de curto prazo seria uma interface entre a entrada da informação sensorial (auditiva ou visual) e o léxico mental, permitindo o processamento da informação ao mesmo tempo em que há a compreensão linguística. A escuta em ambientes desfavoráveis demanda um maior uso do processamento da memória de curto prazo, (Lunner et al., 2009), diminuindo, assim, os recursos disponíveis para o armazenamento dos sinais de entrada (Rabbitt, 1968).

O PER, mesmo sem ter sido desenvolvido para estimular a memória, a utiliza indiretamente em todas as suas atividades, tanto por seu envolvimento na compreensão da fala no ruído quanto nas atividades em que os estímulos

auditivos devem ser guardados para o correto assinalamento da resposta. Tendo em vista esta estimulação, o presente estudo questionou se o treinamento com o PER seria capaz de melhorar a capacidade de memória de curto prazo dos participantes por meio da transferência distal da aprendizagem (a melhora de uma habilidade por meio de um treinamento não ligado diretamente à habilidade avaliada).

Uma comparação da transferência distal em jovens adultos e idosos sugere que apenas os primeiros se beneficiariam desta (Schmiedek et al., 2010). O estudo de Melby-Lerva e Hulme (2013) encontrou alguma evidência de que o treino da memória de trabalho seria susceptível à transferência distal.

O presente estudo investigou a influência do treinamento sobre esta habilidade por meio do teste "Span de Dígitos". Os resultados encontrados (Tabela 3, Figuras 23 e 30) revelam que ambos os grupos apresentaram evoluções para a variável "Span". Contudo, apesar de estes dados e gráficos indicarem uma melhora levemente superior ao grupo treinado, as análises transcritas nas Tabelas 4 e 5 indicam que não houve diferença estatisticamente significativa entre o desempenho dos grupos ($F= 0,37$ $p= 0,55$ $\eta^2_{\text{parcial}}=0,01$) na reavaliação, sugerindo que o treinamento com o PER não foi efetivo para a melhora da capacidade da memória de curto prazo. Esse achado vai de encontro aos de estudos que relataram poucas evidências de transferência distal após o treino da memória de trabalho em idosos (Dahlin et al., 2008; Schmiedek et al., 2010).

Esse dado pode ser justificado pelo fato de o teste utilizado para avaliar os ganhos do PER (*Span* de Dígitos) avaliar especificamente o *loop* fonológico da memória de curto prazo (Baddeley, 1986), que apesar de fundamental no

processo de compreensão da fala no ruído, não é diretamente estimulado por tarefas realizadas em nível de sentença.

O treinamento em questão contempla tarefas de extração de significado, as quais requerem interações da memória de trabalho, acesso lexical e acesso à memória de longo prazo (Hickok e Poeppel, 2007). Estudos prévios (Smiths et al., 2013; Wilson et al., 2010) preconizaram que estímulos em nível de sentença, como os do PER, não são ideais para desenvolver a memória de trabalho. Supõe-se que evoluções nos aspectos relacionados à memória poderiam ter sido observadas se houvesse sido aplicado um teste que avaliasse a memória de longo prazo, a qual acaba sendo mais estimulada por sentenças, em vez da memória de curto prazo.

Apesar de se ter conhecimento desta possibilidade, a já extensa bateria de testes aplicados não comportaria a inclusão de mais provas. Além do elevado número de sujeitos a serem avaliados em um curto período de tempo, uma bateria de testes longa seria muito cansativa para os sujeitos, podendo levar a prejuízos em seus desempenhos e desestimulá-los a continuar na pesquisa. Assim, optando por testes mais sintéticos, mas que permitissem avaliar um número maior de habilidades, não foi possível desbravar todos os aspectos relacionados à memória.

Cabe, ainda, apontar que o teste de memória utilizado avaliava apenas a memória de curto prazo visual. Esta escolha se deu ao considerar a riqueza de estímulos visuais que o PER propicia para a estimulação da memória visual. Entretanto, apesar de ser um software visuo-auditivo, sua abordagem enfoca os estímulos auditivos. Esta limitação pode ter sido responsável por não terem sido encontradas melhoras estatisticamente significantes no teste proposto. Assim,

sugere-se que estudos futuros avaliem a memória auditiva e a memória de longo prazo.

6.2.2.3 Consciência fonológica

Considerando a hipótese de Nittrouer (2002), de que o aprendizado da estrutura fonológica do sinal facilitaria a percepção da fala em ambientes ruidosos, e os relatos de diversos autores, que investigaram a interferência do treinamento auditivo computadorizado nas habilidades da consciência fonológica (Tallal et al., 1996; Merzenich et al., 1996; Wasowicz, 1996; Stevens et al., 2008; Segers e Verhoeven, 2004; dentre outros), verificou-se pertinente a investigação do efeito do treinamento na Consciência Fonológica, pois, afinal, o software dispõe de atividades de discriminação auditiva, nos níveis silábico e fonêmico.

Assim, foi empregado o Teste de Consciência Fonológica (adaptado de Capovilla e Capovilla, 1998). Os desempenhos médios registrados para este teste (Tabela 3; Figuras 24, 33 e 34), revelam que o GT apresentou evolução superior ao GC em todas as variáveis, sendo estatisticamente significativa para Rima e Aliteração ($p\text{-valor} = 0,002^{**}$) e altamente significativa para Consciência Fonêmica ($p\text{-valor} = <0,001^{***}$), como observado nas Tabelas 4 e 5.

Estes achados indicam que o PER foi capaz de influenciar a habilidade de Consciência Fonológica, corroborando com diversos estudos que também observaram melhora de aspectos do processamento fonológico após o treinamento auditivo (Merzenich et al. 1996; Tallal et al., 1996; Wasowicz, 1996; Loo et al., 2010; Gaab et al., 2007) e sugerem que o PER, além de atuar no treinamento da percepção da fala no ruído, também estimula o conhecimento da

estrutura dos sons da língua e a correspondência grafema-fonema/fonema-grafema, potencializando o aprendizado do processo de leitura e escrita.

A análise descritiva dos testes (Tabela 3) expõe que os indivíduos do GC também apresentaram um melhor desempenho na reavaliação, apesar de essa diferença não ser significativa. Diversos autores (Pereira et al, 1993; Schochat, 1994; Wilson et al, 2003; Freitas et al.,2005; McArthur et al.,2007) também encontraram esse tipo de melhora e justificaram este achado pelo efeito da familiaridade com a situação do teste. Este efeito ficou evidente, em especial no teste de consciência fonêmica, no qual, a pesquisadora observou que os sujeitos necessitaram de mais tempo de treinamento para a compreensão da tarefa na primeira avaliação, fato que os deixou mais apreensivos e, possivelmente, levou a um pior desempenho. Entretanto, na segunda situação de avaliação, os sujeitos já conheciam o modo de execução do teste, dispensando a necessidade de treino e tornando a situação mais confortável.

6.2.2.4 *Leitura de pseudopalavras*

O teste de leitura de pseudopalavras aplicado no presente estudo foi adaptado da pesquisa de Salles (2001) e apresentado visualmente por meio do *Software E-Prime Professional*. A avaliação da leitura, apenas por meio de pseudopalavras, visou a isolar a habilidade de decodificação grafema-fonema, excluindo possíveis influências do contexto lexical na avaliação.

Os resultados observados no período pós-treino (Tabela 3; Figuras 25 e 32) indicam que o GT apresentou evolução, enquanto o GC obteve queda no desempenho. Ao analisar os dados das Tabelas 4 e 5, é possível confirmar a

significância estatística do melhor desempenho apresentado pelo GT na habilidade de leitura de pseudopalavras. Este dado sugere que o treinamento com o PER foi efetivo para estimular a decodificação grafema-fonema. Esta hipótese seria plenamente justificável pela, já demonstrada, influência do treinamento na consciência fonológica, habilidade altamente relacionada ao bom desempenho em leitura. Outro fator importante é o constante exercício da leitura ao utilizar o software, pois, apesar de essencialmente auditivo, diversas atividades do PER demandam e estimulam a leitura, como as atividades finais, em que a compreensão textual é exercitada.

Quanto à possível piora do GC, deve-se considerar os altos desvios-padrões apresentados neste teste (Tabela 3). Valores de desvio-padrão altos são indicativos de grande variabilidade de respostas, logo, esse dado implicaria em que a individualidade de alguns sujeitos pode ter influenciado a média do grupo de modo negativo.

Outra hipótese é de que os sujeitos do GC utilizaram mais a estratégia *top-down* de excesso de previsão na leitura. Esta estratégia está relacionada à ansiedade, já que o indivíduo tenta “adivinhar” o final da palavra com base em seu arcabouço lexical, em vez de decodificá-la pela rota fonológica. É sabido que pseudopalavras apresentam estruturas semelhantes às de palavras do idioma em questão, porém, como estas não constam no léxico do indivíduo, torna-se impossível prever as estruturas que as constituem (Salles e Parente, 2002). Como visto na avaliação da habilidade de Atenção Auditiva Sustentada, os sujeitos que receberam o treinamento com o PER obtiveram uma redução da ansiedade (impulsividade), evidenciada pela redução do número de “Alarmes Falsos”, variável associada à antecipação do estímulo, na avaliação pós-treino.

Assim, os sujeitos do GT antecipariam menos as respostas quando comparados aos sujeitos do GC, que, por não receberem o treinamento, continuariam a apresentar a impulsividade responsável pela estratégia de excesso de previsão.

6.2.2.5 Fechamento auditivo

Todas as tarefas do PER contavam com a presença de um ruído de fundo, de modo a exercitar continuamente a habilidade de fechamento auditivo. Assim, a efetiva mensuração dos possíveis ganhos obtidos pelo treinamento demandou uma prova em que a redundância dos estímulos fosse reduzida (Chermak e Musiek 1997).

Deve-se considerar que por se tratar de um treinamento para o aprimoramento da percepção da fala no ruído, teoricamente a ferramenta mais indicada para avaliar os ganhos seria o Teste de Fala no Ruído Branco. Todavia, considerando que o teste em questão seria muito similar às tarefas do treinamento, poderia vir a “contaminar” os resultados, indicando uma melhora na atividade treinada, e não, necessariamente, uma melhora na habilidade de fechamento auditivo. Como este estudo tem como um de seus objetivos investigar a influência do treinamento com o PER na habilidade de fechamento auditivo, optou-se por utilizar o teste de fala comprimida.

O teste de fala comprimida é uma prova monótica de baixa redundância, na qual os estímulos têm seus parâmetros de duração modificados, mas mantêm os parâmetros de frequência e velocidade da fala inalterados, sendo, assim, adequada para avaliar a habilidade auditiva de fechamento. A escolha do nível mais alto de compressão do teste (70%) se deu por este ser mais difícil e ter

menor inteligibilidade, exigindo mais do indivíduo (Musiek et al., 1994; Wilson et al. 1994; Rabelo e Schochat, 2007).

O estudo de Musiek et al. (1993) revelou que o reconhecimento das palavras com 70% de compressão é uma tarefa árdua até mesmo para indivíduos sem alterações no processamento auditivo. Já a escolha da lista de dissílabos, em detrimento da lista de monossílabos, se deu pelo fato de os primeiros serem mais redundantes, aumentando a influência lexical e semântica. Após o processo de compressão, estes se tornam mais difíceis de serem compreendidos que os monossílabos com o mesmo nível de compressão, pois a língua portuguesa conta com um número muito maior de dissílabos que monossílabos, possibilitando que o sujeito formule uma gama de possibilidades que originam outras palavras (Rabelo e Schochat, 2007).

Apesar de ainda não terem sido concluídas pesquisas com amostra estatisticamente considerável para a normatização deste teste, em crianças brasileiras acredita-se que seus resultados apresentariam média de acertos inferior à encontrada por Rabelo e Schochat (2007) para adultos (média de 68,4% de acertos para a faixa de dissílabos com 70% de compressão), devido aos efeitos da maturação neural e do arcabouço linguístico. Tendo em vista que o presente estudo visava apenas a mensurar e comparar os desempenhos com os próprios sujeitos e não com dados populacionais normatizados, o teste eleito é igualmente adequado para avaliar a habilidade de fechamento auditivo em crianças.

Como foi observado pela ANOVA (Tabela 2), ambos os grupos apresentaram desempenhos equivalentes no período pré-treinamento, logo, seria esperado que os resultados evoluíssem de maneira equivalente no pós-

treinamento. Apesar de ambos terem melhorado seus desempenhos para as duas orelhas (Tabela 3; Figuras 24,33 e 34), – o que pode ser justificado pelo rápido processo de aprendizagem da tarefa pelo efeito teste-reteste e assimilação das frequentes estimulações pelas quais as crianças desta faixa etária passam (Chermak e Musiek, 1997; Eisenberg et al., 2000) – as Tabelas 2 e 3 revelaram que o GT obteve uma melhora estatisticamente significativa, superior ao GC, na orelha esquerda ($F= 4,85$; $p\text{-valor}=0,03$ e $n^2_{\text{partial}}= 0,11$). Este achado sugere que o treinamento auditivo com o PER tenha levado a uma maior estimulação e desenvolvimento da habilidade de fechamento auditivo, corroborando diversos estudos em que o treinamento auditivo levou a melhoras em habilidades auditivas (Tallal et al., 1996; Merzenich et al., 1996; Wasowicz, 1996; Murphy e Schochat, 2011), comprovando a efetividade do treinamento.

Não há relatos literários que justifiquem o fato de não ter ocorrido melhora estatisticamente significativa para a orelha direita. Acredita-se que esse fato tenha se dado ao acaso, já que ambas as orelhas foram estimuladas simultaneamente. Outra hipótese seria que, provavelmente, o GT não tenha apresentado evolução estatisticamente significativa na orelha direita (OD) devido ao efeito-teto, ou seja, os valores encontrados para esta orelha, no pós-treino (63,91% de acertos), já estavam, possivelmente, próximos ao percentual máximo de acertos que crianças nesta faixa etária poderiam atingir.

Como explicado previamente, o teste de fala comprimida aplicado não apresenta normatização para crianças, mas tendo conhecimento que os adultos avaliados por Rabelo e Schochat (2007) apresentaram média de acertos de 68,8% para a OD neste mesmo teste, estima-se que as crianças apresentem desempenho máximo inferior ao demonstrado por adultos, pois, como é sabido

(Chermak e Musiek, 1997; Eisenberg et al, 2000), crianças ainda não são capazes de processar plenamente as informações sensoriais devido à imaturidade neural, cognitiva e linguística.

Os dados da Tabela 3; Figuras 24, 33 e 34 revelam que ambos os grupos apresentaram porcentagens médias de acertos maiores para a fala comprimida na orelha direita quando comparadas às da orelha esquerda, tanto no pré quanto no pós-treino. Apesar de essas diferenças não serem significantes, esses dados vão ao encontro dos de Rabelo e Schochat (2007), em que maiores porcentagens médias de acertos foram encontradas para a orelha direita quando comparadas à esquerda.

Seria cabível supor que este achado estivesse ligado ao fato de o processamento linguístico estar associado ao hemisfério esquerdo. Logo, a transmissão da mensagem pelas vias auditivas contralaterais faria com que a informação recebida pela orelha direita chegasse antes à porção cortical responsável pela linguagem, no hemisfério esquerdo. Entretanto, sabe-se que não existe diferença significativa entre o desempenho da OD e da OE, porque, embora o hemisfério esquerdo seja preferencial para a linguagem, nos testes monóticos (como é o caso da fala comprimida), as vias ipsi e contralaterais do Sistema Auditivo Central atingem ambos os hemisférios, compensando a preferência da OD em relação à OE e propiciando um desempenho semelhante entre as duas orelhas (Kimura, 1961). Além do mais, a literatura pesquisada não refere estudos em que haja diferença significativa de desempenho para a habilidade de fechamento auditivo entre orelhas.

Assim, a hipótese mais plausível para justificar o melhor desempenho da orelha direita é a do efeito de aprendizagem da tarefa. Para tal, devemos

ênfatizar que a primeira orelha a ser avaliada foi a esquerda. A literatura (Schochat,1994; Desgualdo et al., 1992) relata que melhores desempenhos na segunda orelha testada costumam ocorrer pela aprendizagem da tarefa, pois, como o ouvinte já teve a primeira submetida ao teste, o sistema auditivo se habitua àquela situação de teste e pode contar com mais pistas acústicas. O estudo de Schochat (1994) constatou o melhor desempenho na segunda orelha testada em relação à primeira no teste de fala no ruído.

Outro fator que contribui para o efeito de aprendizagem é que o teste de fala comprimida utilizado neste estudo apresentava a mesma lista de palavras em ambas as orelhas. O fato de a ordem de apresentação das palavras ocorrer randomicamente não anula o efeito de aprendizagem: é mais fácil compreender uma palavra degradada quando escutada pela segunda vez do que quando escutada pela primeira (Pereira,1993; Schochat,1994; Zalcman, 2011). Essa hipótese seria corroborada pelo estudo de Wilson et al. (2003), no qual evidenciou-se que melhoras nos limiares de recepção de fala estavam associadas ao aprendizado do procedimento de avaliação (prática da tarefa de escutar e responder, familiaridade com o narrador, habituação com ambiente de teste), ou seja, a aprender a fazer o teste, e não ao aprendizado das palavras e frases do teste.

6.2.2.6 Compreensão auditiva

Pode-se dizer que a “Compreensão Auditiva de Texto” é o teste mais completo da bateria, uma vez que demanda o uso de habilidades cognitivas, linguísticas e auditivas e se assemelha mais às tarefas da vida cotidiana. Todas as atividades do PER são voltadas à compreensão da fala no ruído em diversos

níveis (fonema, sílaba, palavra, frase, texto) e, além da compreensão dos estímulos auditivos em si, desenvolvem a interpretação textual.

Os resultados do teste de Compreensão Auditiva (Tabela 3; Figura 24 e 31) demonstram que o GT apresentou evolução de desempenho superior ao do GC. As Tabelas 4 e 5 indicam que a melhora do GT foi significativamente superior à do GC. A significativa melhora neste teste pode ter sido motivada pelo conjunto de habilidades estimuladas pelo PER, afinal, sabe-se que as atividades do software exercitaram tanto a compreensão auditiva quanto a estimulação de habilidades *bottom-up* e *top-down*, as quais constituem base para a plena compreensão auditiva. Este achado estaria de acordo com a hipótese elaborada por Murphy e Schochat (2008), que ao não encontrarem melhoras na compreensão leitora após um treinamento temporal, exclusivamente com estímulos não-verbais (*bottom-up*), estimaram que um treinamento com estímulos verbais (*top-down*), com tarefas relacionadas à habilidade avaliada, seria mais efetivo para sua estimulação.

Os resultados positivos encontrados após o treinamento estariam de acordo com outros autores que afirmam que a recepção de sentenças complexas depende de processos perceptuais e atencionais que o indivíduo adquire ao longo da vida, e a natureza destes depende de estimulações durante o desenvolvimento que podem levar à plasticidade neural. Estas estimulações estão relacionadas à exposição repetida a determinados estímulos ou treinamento, que envolva, simultaneamente, aspectos *bottom-up* e *top-down* (como o PER), e culminem em aprendizados de habilidades perceptivas e habilidades genéricas. '(Palmer et al., 1998; Musiek et al., 2002; Phillips,

2002; Bamiou et al., 2006; Chermak et al., 2007; Moore, 2007; Tremblay, 2007; Moore et al., 2009).

6.2.3 Efeito da ordem de apresentação dos temas

Como o intuito deste software de treinamento auditivo é que as crianças possam jogar os temas randomicamente, de acordo com seus interesses, foi investigado se a ordem de apresentação dos temas influenciaria os resultados dos testes. Assim, o GT foi dividido em dois subgrupos: o subgrupo GT-A jogou os temas em ordem crescente (do 1 ao 13) e o subgrupo GT-B jogou em ordem decrescente (do 13 ao 1). Na Tabela 6, estão expostos os valores de desempenho e respectivos desvios-padrão nos dois momentos de avaliação para ambos os subgrupos.

Para verificar se as diferenças de desempenho entre os subgrupos apresentavam significância estatística, foi conduzida uma análise univariada (ANOVA), a qual revelou que apenas a variável Fala Comprimida na Orelha Direita apresentou diferença estatisticamente significativa $F(1,21) = 4,56$, $p=0,045$ para a ordem de aplicação dos temas. Esse achado poderia ser explicado pelo fato de os temas iniciais (1-Esportes, 2-Cozinha, 3-Insetos) terem um vocabulário mais familiar para a população estudada, quando comparados aos temas finais (13-Países, 12- Espaço Sideral, 11-Vegetais). Como é sabido, a compreensão de sentenças degradadas pelo ruído é facilitada quando o ouvinte já conta com o arcabouço lexical necessário, permitindo que estratégias *top-down* colaborem com o fechamento auditivo (Kalikow et al., 1977; Pichora-Fuller et al., 1995). Assim, é possível que os sujeitos do GT-A tenham apresentado maior facilidade para reconhecer a

mensagem alterada e compreender as propostas do jogo no momento inicial, quando os sujeitos ainda estão se adaptando ao cumprimento das tarefas solicitadas.

De qualquer forma, ao verificar que das 12 variáveis estudadas apenas uma apresentou diferença estatisticamente significativa, pode-se concluir que a ordem em que os temas são jogados não interfere no efeito do treinamento. Este é um importante achado, já que se espera que o PER seja um software que possa ser explorado livremente pela criança, otimizando sua autonomia e atuação ativa. Além da já comprovada eficácia do PER para estimulação de habilidades *top-down* e *bottom-up*, o treinamento computadorizado conta com as vantagens já previstas por Thibodeau (2007): os parâmetros e a ordem de apresentação das atividades são automaticamente ajustados conforme o desempenho da criança; reforços positivos são fornecidos ao fim de cada atividade; a criança fica mais motivada pelo interesse despertado pelo computador; não há a necessidade do acompanhamento de um fonoaudiólogo ou adulto para direcionar a atividade; o treinamento pode ser feito em casa (ou outro local), eliminando gastos com transporte e tempo de deslocamento.

6.2.4 Percepções dos participantes

O presente estudo teve como um de seus objetivos verificar se os escolares compreenderiam as instruções, as tarefas e o manuseio do jogo, de modo a certificar a clareza das instruções e a aplicabilidade deste. A escolha desta população (sem queixas de aprendizado ou TPA) se deu como forma de garantir a exclusão de possíveis vieses de amostra clínica quando um futuro estudo for

conduzido com as populações-alvo: escolares com TPA e distúrbios de aprendizagem, que devem obter os melhores benefícios deste programa.

A análise qualitativa, obtida por meio do questionário de avaliação do PER, mostrou que o software foi bem aceito entre as crianças, já que obteve uma boa nota média na Questão 1 (4,3 pontos, numa escala onde 5,0 era a nota máxima) e 78,26% dos participantes (Figura 39) afirmaram que gostariam de jogá-lo mais vezes. Isso se deve, possivelmente, à interface amigável, interativa e motivadora do jogo. Mesmo relatando que, por vezes, as atividades propostas eram cansativas (Figura 40), a maior parte das crianças afirmou ter compreendido as instruções de manuseio do software na maior parte das situações (Figura 41). Esses achados são importantes, pois confirmam que o PER apresenta uma linguagem clara e acessível ao público em questão. Entretanto, ao mesmo tempo, chamam atenção para o referido cansaço, provavelmente causado pelo alto grau de exigência das atividades durante um prolongado período de tempo (45 minutos). Este dado sugere que o tempo de duração das sessões seja repensado no planejamento de futuros estudos.

Todas as crianças relataram que em ao menos um momento o ruído interferiu na compreensão da fala (Figura 43) entretanto nem sempre este ruído causou-lhes incômodo (Figura 42), de modo que diversos níveis de queixa foram registrados, sugerindo que esta questão esteja associada às susceptibilidades individuais de cada sujeito.

Outro ponto interessante a destacar é que praticamente todos os sujeitos relataram ter adquirido novos aprendizados com o PER (Figura 44), sendo que boa parte relatou ter obtido ganho lexical (com a apresentação de novas palavras) e conhecimento enciclopédico (modo de funcionamento dos objetos,

sistemas, tarefas cotidianas ou novas informações), sugerindo que, além de instrumento terapêutico, o PER também agrega conteúdos nos âmbitos educativos e sócio-culturais. Além destes aprendizados, a maior parte das crianças (60,86%) relatou ter percebido mudanças em seu próprio comportamento auditivo e desempenho escolar após o treinamento (Figura 45). Estes relatos estariam de acordo com dados encontrados na avaliação pós-treinamento, em que se comprovou a melhora estatisticamente significativa de habilidades *top-down* e *bottom-up* do GT após o treinamento com o PER.

As devolutivas pós-treinamento não apontaram a necessidade de novas modificações nas instruções ou nos estímulos, definindo esta como a versão final do PER para processos de intervenção clínica. Assim, a análise qualitativa deste estudo condiz com os dados da avaliação formal, com testes padronizados, confirmando a adequação do PER à estimulação auditiva da população em questão.

6.3 Considerações Finais

Considerando as numerosas etapas deste estudo, viu-se a importância de os pontos principais serem ressaltados. A criação do software foi composta por um demandioso e cuidadoso processo de tradução e adaptação dos estímulos, seguido pela gravação, mixagem e programação destes em uma base de dados. Apesar de não haver resultados quantitativos sobre tal processo, este não foi menos importante. A pesquisadora, supervisionada pelo idealizador do programa, foi a responsável direta por cada passo de sua criação. Prezando sempre pela qualidade dos materiais ao final de cada etapa, os estímulos foram verificados individualmente.

Após a programação, o software foi testado por três pesquisadoras especialistas em treinamento auditivo para verificar a presença de possíveis erros ou falhas, além de certificarem a capacidade de o material prover a devida estimulação da compreensão da fala no ruído. A versão final do software é o resultado desse trabalho, o qual pode ser atestado pela qualidade do programa, as avaliações dos participantes e os bons resultados obtidos nos testes pós-treinamento.

O software PER, de maneira geral, mostrou-se eficaz para estimular as habilidades auditivas, cognitivas e linguísticas (*bottom-up* e *top-down*) do grupo treinado, fato que pôde ser comprovado pelas evoluções estatisticamente significantes no pós-treinamento. As percepções por parte dos participantes revelaram um bom índice de aceitação para o software, indicando que os processos de tradução, adaptação e confecção dos estímulos foram bem executados.

Como limitação, pode-se dizer que este estudo não investigou a fundo cada uma das habilidades estudadas. Apesar de ter conhecimento sobre as importantes implicações de cada habilidade, a bateria de avaliação foi cuidadosamente elaborada, de modo a abranger a avaliação das distintas habilidades, sem tornar-se longa e cansativa para os sujeitos, considerando, ainda, o grande número de sujeitos a serem avaliados em um curto período de tempo. Vale ressaltar que estas investigações não eram o principal objetivo da pesquisa em questão, e sim a disponibilização do treinamento com o software PER em português brasileiro. Assim, essas implicações podem ser investigadas em estudos futuros.

Outra limitação no delineamento do estudo foi a não inclusão de um grupo controle-placebo para investigar a efetividade do treinamento perante uma intervenção não específica.

Pesquisas futuras devem investigar a efetividade do treinamento com o PER nas populações-alvo que motivaram seu desenvolvimento: escolares com TPA e/ou dificuldades de aprendizagem. Considerando os bons resultados obtidos com escolares sem queixas de TPA e/ou aprendizagem e os indícios encontrados na literatura, acredita-se que estas populações possam ser muito beneficiadas pela intervenção com o PER.

Conclusões

7. CONCLUSÕES

O presente estudo alcançou seu objetivo geral. Os estímulos do software de treinamento auditivo *Logiciel d'Écoute dans le Bruit* (LEB) foram traduzidos e adaptados do francês canadense para o português brasileiro, recebendo a denominação Programa de Escuta no Ruído (PER).

As habilidades auditivas, cognitivas e linguísticas, dos grupos participantes, foram caracterizadas em dois momentos (pré e pós-treinamento), sendo que o grupo treinado apresentou evolução de desempenho, estatisticamente significativa, superior ao grupo controle, para a maior parte das habilidades avaliadas, sejam elas *bottom-up* (auditivas) ou *top-down* (cognitivas e linguísticas), comprovando a efetividade do software para o treinamento auditivo.

As habilidades mais influenciadas pelo treinamento com o PER, foram: fechamento auditivo, compreensão auditiva de história, atenção auditiva sustentada, consciência fonológica e leitura de pseudopalavras.

Referências Bibliográficas

8. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

Agnew JA, Dorn C, Eden GF. Effect of intensive training on auditory processing and reading skills. *Brain and Language*. 2004; 881:21-5.

Akeroyd, MA. Are individual differences in speech reception related to individual differences in cognitive ability? A survey of twenty experimental studies with normal and hearing-impaired adults. *International Journal of Audiology*. 2008; 47 (2): 53-71.

Alvarez AMM, Guedes MC, Sanchez ML. Processamento Auditivo- Treinamento Auditivo-neurocognitivo. In Tratado de Audiologia. 2015.

American Speech-Language-Hearing Association (ASHA). (central) *Auditory Processing Disorders* [Technical Report]. 2005. Disponível em: <http://www.asha.org>.

Anderson S, Skoe E, Chandrasekaran B, Kraus N. Neural timing is linked to speech perception in noise. *The Journal of Neuroscience*. 2010;30 (14): 4622-6.

Baddeley AD. *Working Memory*. Oxford University Press. 1986.

Balen AS, Silva LTN. *Programas Computadorizados no Treinamento Auditivo*. In: Boéchat EM, Menezes PL, Couto CM, Frizzo ACF, Scharlach RC, Anastasio ART. Tratado de Audiologia. 2 ed. Rio de Janeiro: Guanabara Koogan, 2015. p 523-31.

Bamiou DE, Campbell N, Sirimanna T. Management of auditory processing disorders. *Audiological Medicine*. 2006; 4: 46-56.

Bamiou DE, Musiek FE, Luxon LM. Aetiology and clinical presentations of auditory processing disorders: A review. *Archives of Diseases in Childhood*. 2001; 85: 361-5.

Bandury SP, Tremblay S, Macken WJ. Auditory distraction and short-term memory: Phenomena and practical implications. *Human factors*. 2001; 43: 12-29.

Barbosa DLF, Miranda MC, Bueno OFA. Tradução e adaptação do pay attention - um programa de treinamento dos processos da atenção para crianças. *Psicol. Reflex. Crit*. 2014; 27 (4): 775-83.

Barcroft J, Sommers MS, Tye-Murray N, Mauzé E, Schroy C, Spehar B. Tailoring auditory training to patient needs with single and multiple talkers: transfer-appropriate gains on a four-choice discrimination test. *Int J Audiol*. 2011; 50(11):802-8.

Bari A, Robbins TW Inhibition and impulsivity: Behavioral and neural basis of response control. *Prog Neurobiol*. 2013; 108:44–79.

Beaton DE, Bombardier C, Guillemin F, Ferraz MB. Guidelines for the process of cross-cultural adaptation of self-report measures. *Spine*. 2000; 25(24):3186-91.

Becker KT, Costa MJ, Lessa AH. Reconhecimento de fala em escolares de 7 a 10 anos de dois distintos níveis socioeconômico-culturais. *Rev. CEFAC*, 2013.

Bellis TJ. Assessment and management of central auditory processing disorders disorders in the educational setting: From science to practice (2nd edition). Toronto: *Thomson Delmar Learning*. 2003.

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.1994:102-122.

Blamey P, Alcantara, JI. Research in auditory training. In: Gagné,JP, Tye-Murray N. (editores). Research in audiological rehabilitation : current trends and future directions. *Journal of the Academy of Rehabilitation Audiology*. 1994;27:161-91.

Bradlow AR, Kraus N, Hayes E. Speaking clearly for children with learning disabilities: sentence perception in noise. *J Speech Lang Hear Res*. 2003; 46: 80-97.

Brady S, Shankweiler D, Mann VA. Speech perception and memory coding in relation to reading ability. *Journal of Experimental Child Psychology*. 1983; 35: 345–67.

Butler K. *Language processing and halfway up the down staircase*. In: Wallach, G. & Butler, K. (Eds.). Language learning disabilities in school age children. Baltimore: Williams & Wilkins.1984.

Cacace AT, McFarland DJ. Central auditory processing disorder in school aged children: A critical review. *Journal of Speech, Language and Hearing Research*. 1998; 41, 355-373.

Capovilla AGS, Capovilla FC: Prova de Consciência Fonológica: desenvolvimento de dez habilidades da pré-escola à segunda série. Temas sobre Desenvolvimento. 1998; 7:14–20.

Capovilla FC, Macedo EC, Capovilla AGS, Charin S. Competência de leitura: Modelos teóricos e sistemas computadorizados para avaliação de leitura silenciosa e em voz alta. *Ciência Cognitiva: Teoria, Pesquisa e Aplicação*.1998; 2(4): 597–676.

Cardoso-Martins C. Sensivity to rhymes, syllables, and phonemes in literacy acquisition in Portuguese. *Reading Res Quarterly*. 1995; 30 (4): 808-27.

Carlyon RP, Cusack R, Foxton JM, Robertson IH. Effects of attention and unilateral neglect on auditory stream segregation. *J. Exp. Psychol. Hum. Percept. Perform*. 2001; 27: 115–27.

Catts HW. Early identification of dyslexia: Evidence from a follow-up study of speech-language impaired children. *Ann Dyslexia*. 1991;41 (1):163-77.

Chein JM, Morrison AB. Expanding the mind's workspace: training and transfer effects with a complex working memory span task. *Psychon Bull Rev*. 2010; 17 (2):193-9.

Chermak GD, Dengerink J. Word identification in quiet and in noise. *Scand. Audiol*. 1981;10: 55–60.

Chermak GD, Musiek FE. Central auditory processing disorders: new perspectives. San Diego, CA: *Singular Publishing Group*, Inc.1997.

Chermak GD, Musiek FE. Handbook of (Central) Auditory Processing Disorders: Auditory Neuroscience and Clinical Diagnosis. Vol. I. San Diego: *Plural Publishing*, 2007.

Chermak GD, Musiek FE. Handbook of (Central) Auditory Processing Disorders: Comprehensive Intervention, Vol II. San Diego: Plural Publishing, 2007.

Cohen YE, Russ BE, Gifford GW. Auditory processing in the posterior parietal cortex. *Behav Cogn Neurosci Rev*. 2005; 4 (3):218-31.

Cowan J, Rosen S, Moore DR. Putting the auditory processing back into auditory processing disorder in children. In Cacace AT, McFarland DJ. Controversies in Central Auditory Processing Disorder California: *Plural Publishing*. 2009; 187- 98.

Dahlin E, Nyberg L, Beackman L, Neely AS. Plasticity of executive functioning in young and older adults: Immediate training gains, transfer, and long-term maintenance. *Psychol. Aging*. 2008; 23:720–30.

Dancey CP, Reidy J. Estatística sem matemática para psicologia. 5 ed. Porto Alegre: Artmed, 2013

De Neys W, Schaeken W, D'Ydewalle G. Working memory span and everyday conditional reasoning: a trend analysis. *Proceeding of the twenty-fifth Annual Conference of the Cognitive Science Society*. Boston, MA; 2003: 312–7.

Depuis JL, Lavoie C. Intervention multidisciplinaire auprès d'un enfant ayant un TAC. *Fréquences*. 2003; 16: 12-5.

Diamond A. *Developmental time course in human infants and infant monkeys, and the neural bases of inhibitory control in reaching*. In: Diamond A. The development and neural bases of higher cognitive functions. New York: New York Academy of Sciences. 1990; 637–76.

Dubno, JR, Horwitz, AR, Ahlstrom JB. Word recognition in noise at higher-than-normal levels: decreases in scores and increases in masking. *J. Acoust. Soc. Am*. 2005; 118: 914–22.

Duncan JF, Katz J. *Language and auditory processing: Top-down and bottom-up*. Em: Laskey EZ, Katz, J. (editores). Central auditory processing problems of speech-language and hearing disorders. Pro-Ed: Austin, TX: 1983.

Eisenberg LS, Shannon RV, Martinez AS, Wygonski J, Boothroyd A. Speech recognition with reduced spectral cues as a function of age. *The Journal of the Acoustical Society of America*. 2000; 107: 2704-10.

Erber NP. Screening auditory abilities. In: Erber NE. *Auditory training*. Washington, DC: Alexander Graham Bell Association for the Deaf. 1982: 47-71.

Facoetti A, Zorzi M, Cestnick L, Lorusso ML, Moltenia M, Paganoni P, Umiltà C, Mascetti G. The relationship between visuo-spatial attention and nonword reading in developmental dyslexia. *Cognitive Neuropsychology*. 2006; 23: 841-55.

Fallon M, Trehub SE, Schneider BA. Children's perception of speech in multitalker babble. *Journal of the Acoustical Society of America*. 2000; 108: 3023-9.

Ferre, JM. Processing Power: A guide to CAPD assessment and management, San Antonio: Communication skill builders. 1997.

Foo C., Rudner M, Rönnberg J, Lunner T. Recognition of speech in noise with new hearing instrument compression release settings requires explicit cognitive storage and processing capacity. *J. Am. Acad. Audiol.* 2007;18: 618-31.

Friel-Patti S, DesBarres K, Thibodeau L. Case Studies of Children Using Fast ForWord. *American Journal of Speech-Language Pathology*. 2001; 10: 203-15.

Gaab N, Gabrieli JDE, Deutsch GK, Tallal P, Temple E. Neural correlates of rapid auditory processing are disrupted in children with developmental dyslexia and ameliorated with training: an fMRI study. *Restorative neurology and neuroscience*. 2007; 25 (3-4): 295-310

Germano GD, Capellini SA. Eficácia do programa de remediação auditivo-visual computadorizado em escolares com dislexia. *Pró-Fono*. 2008; 20(4):237-42.

Grosjean, F. Spoken word recognition processes and gating paradigm. *Percept. Psychophys.* 1980; 28: 267-83.

Habib M, Rey V, Daffaure V, Camps R, Espesser R, Joly-Pottuz B et al. Phonological training in children with dyslexia using temporally modified speech: a three-step pilot investigation. *Int J Lang Commun Disord*. 2002; 37(3):289-308.

Hackman DA, Farah MJ, Meaney MJ. Socioeconomic status and the brain: mechanistic insights from human and animal research. *Nature Reviews Neuroscience*. 2010; 11: 651-9.

Halpern R, Giugliani ERJ, Victora CG, Barros FC, Horta BL. Fatores de risco para a suspeita de atraso no desenvolvimento neuropsicomotor aos 12 meses de vida. *J Pediatr*. 2000; 76: 421-8.

Hambleton RK, Patsula L. Increasing the validity of adapted tests: myths to be avoided and guidelines for improving test adaptation practices. *Journal of Applied Testing Technology*. 1999;1:1-12.

Harm MW, Seidenberg MS. Phonology, reading acquisition, and dyslexia: insights from connectionist models. *Psychological Review*. 1999; 106: 491- 528.

Hawelka S, Wimmer H. Impaired visual processing of multi-element arrays is associated with increased number of eye movements in dyslexic reading. *Vision Research*. 2005; 45: 855–63.

Heim S, Keil A, Choudhury N, Thomas Friedman J, Benasich AA. Early gamma oscillations during rapid auditory processing in children with a language-learning impairment: changes in neural mass activity after training. *Neuropsychologia*. 2013; 51(5):990-1001.

Hickok G, Poeppel D. The cortical organization of speech processing. *Nat. Rev. Neurosci*. 2007; 8: 393–402.

Ingvalson EM, Barr AM, Wong PCM. Poorer phonetic perceivers show greater benefit in phonetic-phonological speech learning. *J. Speech Lang. Hear. Res*. 2013; 56 :1045–50.

Jerger J, Musiek F. Report of the consensus conference on the diagnosis of auditory processing disorders in school-aged children. *Journal of the American Academy of Audiology*. 2000; 11: 467-74.

Kalikow DN, Stevens KN, Elliott LL. Development of speech intelligibility in noise using sentence materials with controlled word predictability. *J. Acoust. Soc. Am*. 1977; 61: 1337–51.

Kane MJ, Engle R W. Working memory capacity, proactive interference, and divided attention: limits on long-term memory retrieval. *J. Exp. Psychol. Learn. Mem. Cogn*. 2000; 26: 336–58.

Kast M, Meyer M, Vögeli C, Gross M, Jäncke L. Computer-based multisensory learning in children with developmental dyslexia. *Restor Neurol Neurosci*. 2007; 25 (3-4): 355–69.

Keith RW. Audiological and auditory language tests of central auditory function. *Central auditory and language disorders in children*. San Diego: College-Hill. 1982; 61-76.

Keith, RW. Clinical issues in central auditory processing disorders. *Language, Speech and Hearing Services in Schools*. 1999; 30: 339-44.

Kimura D. Some effects of temporal-lobe damage on auditory perception. *Canad. J. Psychol.*, 1961: 15(3).

Klingberg T. Training and plasticity of working memory. *Trends Cogn. Sci.* 2010; 14, 317–24.

Koch DB, McGee TJ, Bradlow AR, Kraus N. Acoustic-phonetic approach toward understanding neural processes and speech perception. *J Am Acad Audiol.* 1999; 10(6):304-18.

Kraus N, McGee TJ, Koch DB. Speech sound perception and learning: biologic bases. *Scand Audiol Suppl.* 1998; 49:7-17.

Lagacé J. Problèmes de perception de la parole dans le bruit chez les enfants qui présentent un trouble de traitement auditif. [Tese de Doutorado]. Montreal: Université de Montréal: 2009.

Loo JH, Bamiou DE, Campbell N, Luxon LM. Computer-based auditory training (CBAT): benefits for children with language and reading-related learning difficulties. *Dev Med Child Neurol.* 2010; 52(8): 708-17.

Lunner T, Rudner M, and Rönnberg J. Cognition and hearing aids. *Scand. J. Psychol.* 2009; 50: 395–403.

Lunner T. Cognitive function in relation to hearing aid use. *Int. J. Audiol.* 2003. 42: 49–58.

Lunner T, Sundewall-Thorén E. Interactions between cognition, compression, and listening conditions: effects on speech-in-noise performance in a two-channel hearing aid. *J Am Acad Audiol.* 2007; 18(7):604-17..

Marslen-Wilson W. Functional parallelism in spoken word-recognition. *Cognition.* 1987; 25: 71–102.

Masters MG, Stecker NA, Katz J. Central auditory processing disorders: Mostly management. Needham Heights, MA: Allyn & Bacon. 1998.

Mattys, S. L., Davis, M. H., Bradlow, A. R., and Scott, S. K. Speech recognition in adverse listening conditions: a review. *Lang. Cogn. Proc.* 2012; 27: 953–78.

McArthur G. Test-retest effects in treatment studies of reading disability: the devil is in the detail. *Dyslexia.* 2007; 13 (4): 240-52.

Melby-Lervåg M, Hulme C. Is working memory training effective? A meta-analytic review. *Dev Psychol.* 2013; 49(2): 270-91.

Merzenich, MM, Jenkins WM, Johnston P, Schreiner C, Miller SL e Tallal P (1996). Temporal processing deficits of language-learning impaired children ameliorated by training. *Science.* 1996; 271: 77-81.

Mesgarani N, Chang EF. Selective cortical representation of attended speaker in multi-talker speech perception. *Nature*. 2012; 485: 233–36.

Miller GA, Heise GA, Lichten W. The intelligibility of speech as a function of the context of the test materials. *J. Exp. Psychol.* 1951; 41: 329–35.

Miller GA, Isard S. Some perceptual consequences of linguistic rules. *J. Verbal. Learning. Verbal. Behav.* 1963; 2: 217-28.

Miller JD, Watson CS, Kewley-Port D, Sillings R, Mills WB, Burleson DF. SPATS: Speech Perception Assessment and Training System. *The Journal of the Acoustical Society of America*. 2007; 122 (5):3063.

Mody M, Studdert-Kennedy M, Brady S. Speech perception deficits in poor readers: auditory processing or phonological coding? *Exp Child Psychol.* 1997; 64: 199-231.

Moore DR, Halliday LF, Amitay S. Use of auditory learning to manage listening problems in children. *Philosophical Transactions of the Royal Society B: Biological Sciences*. 2009; 364(1515):409-20.

Moore DR, Rosenberg JF, Coleman JS. Discrimination training of phonemic contrasts enhances phonological processing in mainstream school children. *Brain Lang.* 2005; 94 (1):72-85.

Moore, D.R. Auditory processing disorders: Acquisition and treatment. *Journal of Communication Disorders*. 2007; 40: 295 - 304.

Murphy, CFB. Desenvolvimento de software para treinamento auditivo e aplicação em crianças com dislexia. [Tese]. São Paulo: Faculdade de Medicina, Universidade de São Paulo; 2008

Murphy CFB, Schochat E. Effect of nonlinguistic auditory training on phonological and reading skills. *Folia Phoniatr Logop.* 2011; 63(3): 147–53.

Murphy CF, La Torre R, Schochat E. Association between top-down skills and auditory processing tests. *Braz J Otorhinolaryngol.* 2013 ;79(6):753-9.

Murphy CFB, Zachi EC, Roque DT, Ventura DSF, Schochat E. Influência da memória, atenção, QI e idade em testes de processamento auditivo temporal: estudo preliminar. *CoDAS* 2014;26(2):105-11.

Musiek FE, Baran JA, Pinheiro ML. Neuroaudiology: case studies. Behavioral and electrophysiological test procedures. San Diego: *Singular*; 1993: 7-28.

Musiek FE, Geurkink NA. Auditory perceptual problems in children: Considerations for the otolaryngologist and audiologist. *The Laryngoscope*. 1980; 90: 962-971.

Musiek FE, Schochat E. Auditory training and central auditory processing disorders. *Seminar in Hearing*. 1998; 19: 357-66.

Musiek FE, Shinn J, Hare C. Plasticity, auditory training and auditory processing disorders. *Seminar in Hearing*. 2002; 23: 263 -276.

Musiek FE, Chermak GD, Weihing J. Auditory training. In: Musiek FE, Chermak GD. *Handbook of (Central) Auditory Processing Disorders: Comprehensive Intervention*. San Diego, CA: Plural Publishing. 2007; 2: 77-106.

Nascimento LT. *Programa computacional de ensino das habilidades auditivas*. [Tese]. São Carlos: Universidade Federal de São Carlos, 2007.

Neves IF; Schochat, E. Maturação do processamento auditivo em crianças com e sem dificuldades escolares. *Pró-Fono Revista de Atualização Científica*. 2005;17 (3): 311-20.

Nittrouer S. Learning to perceive speech: how fricative perception changes, and how it stays the same. *J Acoust Soc Am*. 2002;112 (2):711-9.

Oba SI, Fu QJ, Galvin JJ. Digit training in noise can improve cochlear implant users' speech understanding in noise. *Ear Hear*.2011; 32(5):573-81.

Palmer CV, Nelson CT, Lindley GA The functionally and physiologically plastic adult auditory system. *J Acoust Soc Am*. 1998;103(4):1705-21.

Parbery-Clark A, Skoe E, Lam C, Kraus N. Musician enhancement for speech-in-noise. *Ear Hear*.2009; 30(6):653-61.

Parikh G, Loizou PC. The influence of noise on vowel and consonant cues. *J. Acoust. Soc. Am*. 2005; 118: 3874–88.

Pereira LD Processamento auditivo. *Temas sobre Desenvolvimento*. 1993;12 (11): 7-14.

Pereira LD, Gentile C, Osterne, FJV, Borges ACLC, Fukuda Y. Considerações preliminares no estudo do teste de fala com ruído em indivíduos normais. *Acta WHO*. 1992;11(3):119-22.

Perry C, Ziegler JC, Zorzi M. Nested incremental modeling in the development of computational theories: the CDP+ model of reading aloud. *Psychological Review*. 2007; 114: 273 - 315.

Phillips DP. Central auditory system and central auditory processing disorders: Some conceptual issues. *Seminar in hearing*. 2002; 23: 251-61.

Picard M. L'école québécoise est-elle accessible à tous les élèves qui présentent des difficultés d'écoute? *Fréquences*. 2003; 16: 7-11.

Pichora-Fuller KM, Scheider B, Daneman M. How young and old adults listen to and remember speech in noise. *Journal of the Acoustical Society of America*. 1995; 97: 593- 608.

Pinheiro, FH; Capellini, SA. Desenvolvimento das habilidades auditivas de escolares com distúrbio de aprendizagem, antes e após treinamento auditivo, e suas implicações educacionais. *Rev. psicopedag.* 2009; 26 (80): 231-41.

Poeppel D, Idsardi WJ, van Wassenhove V. Speech perception at the interface of neurobiology and linguistics. *Philos. Trans. R. Soc. Lond. B Biol. Sci.* 2012; 363: 1071–86.

Posner MI. Orienting of attention. *Q J Exp Psychol.* 1980;32(1):3-25.

Putter-Katz H, Adi-Bensaid L, Feldman I, Miran D, Kushnir D, Muchnick et al. Treatment and evaluation indices of auditory processing disorders. *Seminars in Hearing.* 2002; 23: 357-64.

Putter-Katz H, Adi-Bensaid L, Feldman I, Hildesheimer M. Effects of speech in noise and dichotic listening intervention programs on central auditory processing disorders. *Journal of Basic & Clinical Physiology & Pharmacology.* 2008; 19: 301-316.

Rabbitt PM. Channel-capacity, intelligibility, and immediate memory. *Q. J. Exp. Psychol.* 1968; 20: 241–8.

Rabelo CM, Schochat E. Time-compressed speech test in Brazilian Portuguese. *Clinics.* 2007; 62(3):261-72.

Radanovic M, Mansur LL. Performance of a Brazilian population sample in the Boston Diagnostic Aphasia Examination: a pilot study. *Braz J Med Biol Res.* 2002; 35(3): 305-17.

Riccio CA, Cohen MJ, Hynd GW, Keith Rw. Validity of the Auditory Continuous Performance Test in differentiating central processing auditory disorders with and without ADHD. *J Learn Disabil.* 1996; 29 (5): 561-6

Rönnerberg J, Rudner M, Foo C., Lunner T. Cognition counts: a working memory system for ease of language understanding (ELU). *Int. J. Audiol.* 2008; 47: 99–105.

Rönnerberg J, Rudner M, Lunner T, Zekveld A. When cognition kicks in: working memory and speech understanding in noise. *Noise Health.* 2010; 12: 263–69.

Rönnerberg, J., Lunner, T., Zekveld, A., Sörqvist, P., Danielsson, H., Lyxell, B., et al. The Ease of Language Understanding (ELU) model: theoretical, empirical, and clinical advances. *Front. Sys. Neurosci.* 2013; 7: 31.

Russo FA., Pichora-Fuller MK. Tune In or tune out: age-related differences in listening to speech in music. *Ear Hear.* 2008; 29(5):746-60.

Salasoo A, Pisoni D. Interaction of knowledge source in spoken word identification. *J. Mem. Lang.* 1985; 24: 210–31.

Salles JF. O uso das rotas de leitura fonológica e lexical em escolares: relações com compreensão, tempo de leitura e consciência fonológica. 2001. [Dissertação de Mestrado]. Porto Alegre: Universidade Federal do Rio Grande do Sul, 2001.

Salles JF, Parente MAMP. Processos Cognitivos na Leitura de Palavras em Crianças: relações entre compreensão e tempo de leitura. *Psicologia: reflexão e Crítica*. 2002; 15 (2); 321-331.

Sandra Gordon-Salant, Peter J. Fitzgibbons. Selected cognitive factors and speech recognition performance among young and elderly listeners. *Journal of Speech, Language, and Hearing Research*. 1997; 40: 423-43.

Schmiedek F, Lovden M, Lindenberger U. Hundred days of cognitive training enhance broad cognitive abilities in adulthood: Findings from the COGITO study. *Front. Aging Neurosci* . 2010; 2, 27.

Schochat E. Percepção de fala: presbiacusia e perda auditiva induzida pelo ruído [tese]. São Paulo: Universidade de São Paulo - Faculdade de Filosofia, Letras, Ciências Humanas; 1994.

Segers E, Verhoeven L. Computer-supported phonological awareness intervention for kindergarten children with specific language impairment. *Lang Speech Hear Serv Sch*. 2004;35 (3):229-39.

Shinn-Cunningham BG, Best V. Selective attention in normal and impaired hearing. *Trends. Amplif*. 2008;12: 283–99.

Shuai L, Gong T. Temporal relation between top-down and bottom-up processing in lexical tone perception. *Frontiers in Behavioral Neuroscience*. 2014;8:97.

Silva MP. *Aplicabilidade do Software Auxiliar na Reabilitação de Distúrbios Auditivos (SARDA) em crianças com deficiência auditiva*. [Dissertação]. Bauru: Universidade de São Paulo, 2011.

Smiths C, Govert ST, Festen JM. The digits-in-noise test: Assessing auditory speech recognition abilities in noise. *J. Acoust. Soc. Am*. 2013; 133: 1693–706.

Song JH, Skoe E, Banai K, Kraus N. Training to improve hearing speech in noise: biological mechanisms. *Cereb Cortex*. 2012; 22(5):1180-90.

Sörqvist P, Rönnberg J. Episodic long-term memory of spoken discourse masked by speech: what role for working memory capacity. *J. Speech. Lang. Hear. Res*. 2012; 55: 210–18.

Sörqvist P, Stenfelt S, Rönnberg J. Working memory capacity and visual-verbal cognitive load modulate auditory-sensory gating in the brainstem: toward a unified view of attention. *J. Cogn. Neurosci*. 2012; 24: 2147–54.

Stevens C, Fanninga J, Cocha D, SandersaL, Nevillea H. Neural mechanisms of selective auditory attention are enhanced by computerized training:

Electrophysiological evidence from language-impaired and typically developing children. *Brain research*. 2008; 1205: 55 – 69.

Stevens C, Lauinger B, Neville H. Differences in the neural mechanisms of selective attention in children from different socioeconomic backgrounds: an event-related brain potential study. *Developmental Science*. 2009;12(4):634-46.

Sweetow R, Palmer CV. Efficacy of individual auditory training in adults: a systematic review of the evidence. *J Am Acad Audiol*. 2005; 16(7):494–504.

Tabachnick BG, Fidell LS. *Using multivariate statistics*. 5.ed. Boston: Pearson Allyn & Bacon. 2007.

Takayanagi S, Dirks D, Moshfegh A. Lexical and talker effects on word recognition among native and non-native listeners with normal and impaired hearing. *Journal of Speech, Language and Hearing Research*. 2002;45: 585-97.

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: 81-84.

Tallal P. Experimental studies of language learning impairments: From research to remediation. In: Bishop DMV, Leonard LB. Speech and language impairments in children. *Psychology Press*. 2000; 131-55.

Tallal P, Rice ML. Evaluating new training programs for language impairment. *Summer*.1997; 39(3):12-3.

Thibodeau LM. Computer-based auditory training (CBAT) for (Central) Auditory Processing Disorders. In: Chermak GD, Musiek FE. Handbook of Central Auditory Processing Disorders, Volume II: Comprehensive Intervention. San Diego: Plural Publishing; 2007: 167-206.

Tremblay K, Kraus N, McGee T, Ponton C, Otis B. Central auditory plasticity: changes in the N1-P2 complex after speech-sound training. *Ear Hear*. 2001; 22 (2): 79-90.

Tremblay K. Training-related changes in the brain: evidence from human auditory-evoked potentials. *Seminar in Hearing*. 2007; 28(2):120-32.

Tyler RS, Witt SA, Dunn CC, Wang W. Initial development of a spatially separated speech-in-noise and localization-training program. *J Am Acad Audio*. 2010; 21(6):390-403.

Vatanabe TY, Navas ALGP, Mariano SPB, Murphy CB, Durante AS. Desempenho de crianças com distúrbio de leitura após o treino auditivo. *Audiol Commun Res*. 2014;19(1):7-12.

Wasowicz J. In Chermak GD, Musiek FE. Handbook of (central) auditory processing disorders: Comprehensive intervention v. II. San Diego, CA: *Plural Publishing*, Inc. 2013.

WHO (World Health Organization). Berglund B, Lindvall T, Schwela DH (editors). Guidelines for Community Noise. Geneva; 1999.

Wilson RH, Bell TS, Koslowski JA. Learning effects associated with repeated word-recognition measures using sentence material. *J Rehabil Res Dev*. 2003; 40 (4): 329-36.

Wilson RH, Peece JP, Salamon DL, Sperry JL, Bornstein SP. Effects of time compression plus reverberation on the intelligibility of Northwestern University auditory test. *J Am Acad Audiol*. 1994; 5: 269-77.

Wilson RH, McArdle R, Betancourt MB, Herring K, Lipton T, Chisolm TH. Word-recognition performance in interrupted noise by young listeners with normal hearing and older listeners with hearing loss. *J. Am. Acad. Audiol*. 2013; 21, 90–109.

Yotsumoto Y, Watanabe T. Defining a link between perceptual learning and attention. *PLoS Biol*. 2008; 26;6(8):221.

Zalcman TE. Avaliação comportamental e eletrofisiológica do processamento auditivo (central) em idosos com comprometimento cognitivo leve [tese]. Universidade de São Paulo, Faculdade de Medicina; 2011.

Zhang T, Dorman MF, Fu QJ, Spahr AJ. Auditory training in patients with unilateral cochlear implant and contralateral acoustic stimulation. *Ear Hear*. 2012; 33(6):70-9.

Ziegler, Pech-Georgel C, George F, Alario FX, Lorenzi C. Deficits in speech perception predict language learning impairment. *Proc Natl Acad Sci*. 2005; 102:14110-5.

Ziegler JC, Pech-Georgel C, George F, Lorenzi C. Speech-perception-in-noise deficits in dyslexia. *Dev Sci*. 2009; 12: 732-45.