ERIKA BISCARO LAPERUTA

Treinamento de habilidades auditivas e cognitivas: uma nova proposta

Tese apresentada à Faculdade de
Medicina da Universidade de São Paulo
para obtenção do título de Doutora em
Ciências

Programa de Ciências da Reabilitação

Orientadora: Profa. Dra. Eliane
Schochat

São Paulo

2021

ERIKA BISCARO LAPERUTA

Treinamento de habilidades auditivas e cognitivas: uma nova proposta

Tese apresentada à Faculdade de
Medicina da Universidade de São Paulo
para obtenção do título de Doutora em
Ciências

Programa de Ciências da Reabilitação

Orientadora: Profa. Dra. Eliane
Schochat

São Paulo

2021

Dados Internacionais de Catalogação na Publicação (CIP)

Preparada pela Biblioteca da
Faculdade de Medicina da Universidade de São Paulo

©reprodução autorizada pelo autor

Laperuta, Erika Biscaro
Treinamento de habilidades auditivas e
cognitivas : uma nova proposta / Erika Biscaro
Laperuta. -- São Paulo, 2021.
Tese (doutorado) -- Faculdade de Medicina da
Universidade de São Paulo.
Programa de Ciências da Reabilitação.
Orientadora: Eliane Schochat.

Descritores: 1.Treinamento auditivo 2.Sistema
nervoso central 3.Adulto 4.Idoso 5.Habilidades
auditivas 6.Memória 7.Atenção 8.Programa de
treinamento 9.Testes neuropsicológicos 10.Percepção
auditiva

USP/FM/DBD-237/21

Responsável: Erinalva da Conceição Batista, CRB-8 6755

À minha família pela presença, dedicação, incentivo, apoio e amor
incondicional.

AGRADECIMENTOS

O presente trabalho foi realizado com apoio da Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior – Brasil (CAPES) - Código de Financiamento 001.

À minha orientadora, Profa. Dra. Eliane Schochat, pelas inúmeras contribuições para esta pesquisa e por transmitir tão bem todo o seu enorme conhecimento.

Às meninas do Laboratório de Pesquisa e Prática em Neuroaudiologia (LIF PAC) por compartilhar seus conhecimentos e experiências.

Aos sujeitos dessa pesquisa que se disponibilizaram com todo cuidado e atenção para a validação deste trabalho. Sem vocês não seria possível!

Às fonoaudiólogas e amigas Ms. Elisa Hopman, Dra. Isabela Cortez e Patricia Gomes por não medirem esforços para convidar sujeitos para esta pesquisa. E por abrirem seus consultórios e suas casas para viabilizar a avaliação pré e pós treino de uma parte dos sujeitos. A ajuda de vocês tornou a coleta de dados muito mais fácil.

À fonoaudióloga e amiga Profa. Dra. Aline Neves Pessoa Almeida por pesquisar diversos artigos relacionados a essa pesquisa.

Às fonoaudiólogas e amigas Ms. Millena Nobrega e Profa. Dra. Mabel Gonçalves por estarem sempre presentes.

Ao Sandro, técnico da Escola de Comunicação e Artes da Universidade de São Paulo (USP), pela paciência e grande auxílio na gravação e mixagem dos estímulos. E por me receber tão bem todas as inúmeras vezes necessárias para editar as gravações.

À fonoaudióloga Profa. Dra. Ana Claudia Fiorini, por sempre trazer contribuições incríveis e por todo o entusiasmo que demonstra com as minhas conquistas.

Às fonoaudiólogas Profa. Dra. Renata Mota Mamede Carvalho e Dra. Ivone Neves Lobo pelas contribuições durante o exame de Qualificação.

Aos meus pacientes que são uma fonte de inspiração e que me ensinam tanto todos os dias.

Aos meus amigos profissionais e pessoais que direta ou indiretamente, contribuíram para a realização deste trabalho.

Muito obrigada!

Esta tese está de acordo com as seguintes normas, em vigor no momento desta publicação:

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

1	INTRODUÇÃO.....	16
2	OBJETIVOS	21
3	REVISÃO DE LITERATURA.....	22
3.1	Plasticidade neural e treinamento de habilidades cognitivas.....	22
3.2	Plasticidade auditiva, treinamento auditivo e desenvolvimento de softwares	37
3.3	Audição e cognição	54
4	MÉTODO	61
4.1	Desenvolvimento do site.....	61
4.1.1	GRAVAÇÕES E EDIÇÕES.....	63
4.1.2	MIXAGEM DOS ESTÍMULOS	64
4.2	Aplicação do treinamento	64
4.2.1	AVALIAÇÃO DO PROCESSAMENTO AUDITIVO (PA)	65
4.2.2	APLICAÇÃO DA AVALIAÇÃO COGNITIVA MONTREAL (MoCA)	67
4.3	Procedimentos.....	67
4.4	Sessões de realização do ThAC	68
4.5	Método estatístico	69
4.5.1	INTERPRETAÇÃO DO TAMANHO DO EFEITO	69
5	RESULTADOS	70
5.1	Desenvolvimento do ThAC	70
5.1.1	APRESENTAÇÃO.....	70
5.1.2	SOBRE O THAC	70
5.1.3	DESCRIÇÃO DAS ATIVIDADES	71
5.1.4	RUÍDO DE FUNDO UTILIZADO.....	88
5.1.5	DESENVOLVIMENTO DO SITE	90
5.1.6	MIXAGEM DOS ESTÍMULOS	92
5.1.7	SITE THAC.....	94
5.2	Caracterização da amostra do estudo	106

5.3	Comparação dos momentos pré e pós-treinamento em relação ao desempenho em testes cognitivos e de processamento auditivo....	106
5.4	Caracterização do desempenho da amostra do estudo nas atividades do treinamento.....	108
5.5	Comparação das sessões em relação ao desempenho de acordo com a atividade do treinamento	111
6	DISCUSSÃO.....	117
6.1	Desenvolvimento do ThAC	117
6.1.1	SOBRE O THAC	117
6.1.2	DESCRIÇÃO DAS ATIVIDADES.....	120
6.1.3	RUÍDO DE FUNDO UTILIZADO.....	128
6.2	Caracterização da amostra do estudo	129
6.3	Caracterização do desempenho da amostra do estudo nas atividades do treinamento.....	131
6.4	Aplicabilidade das atividades.....	133
6.5	Comentários finais.....	135
6.5.1	ADESÃO AO TREINAMENTO AUDITIVO.....	137
7	CONCLUSÕES.....	140
	REFERÊNCIAS.....	144
8	ANEXOS.....	141

LISTA DE FIGURAS

Figura 1 – Onda sonora do ruído utilizado	63
Figura 2 – Tela da atividade 1	72
Figura 3 – Tela da atividade 2	73
Figura 4 – Tela da atividade 3	74
Figura 5 – Tela da atividade 4	75
Figura 6 – Tela da atividade 5	77
Figura 7 – Tela da atividade 6	78
Figura 8 – Tela da atividade 7	79
Figura 9 – Tela da atividade 8	81
Figura 10 – Tela da atividade 9	82
Figura 11 – Palavra “cadeira”, à esquerda, com velocidade 60% mais rápida; e palavra “cadeira”, à direita, na velocidade original	83
Figura 12 – Palavra “futebol”, à esquerda, com velocidade 70% mais rápida, e palavra “futebol”, à direita, na velocidade original	84
Figura 13 – Tela da atividade 10	84
Figura 14 – Tela da atividade 11	85
Figura 15 – Tela da atividade 12	86
Figura 16 – Tela da atividade 13	87
Figura 17 – Ícone “Ajuda”, destacado em vermelho, e respectiva caixa de diálogo	88
Figura 18 – Fluxograma das atividades a respeito da relação sinal ruído com base em Calarga et al. (2018)	89

Figura 19 – Tela inicial do ThAC	94
Figura 20 – Imagem utilizada na atividade “Imagens”	104

LISTA DE TABELAS

Tabela 1 – Caracterização da amostra quanto ao gênero e à escolaridade..	106
Tabela 2 – Caracterização da amostra do estudo em relação à idade	106
Tabela 3 – Valores descritivos e análise comparativa dos momentos em relação ao desempenho em testes cognitivos e de processamento auditivo.....	107
Tabela 4 – Caracterização da amostra do estudo em relação ao desempenho nas atividades do treinamento.....	108
Tabela 5 – Caracterização da amostra do estudo em relação ao desempenho nas atividades A5 e A7 revisadas.	110
Tabela 6 – Análise da distribuição dos dados referentes à taxa de acertos nas atividades de acordo com a sessão e com a atividade	112
Tabela 7 – Valores descritivos e análise comparativa das sessões em relação à taxa de acertos de acordo com cada atividade.	113

LISTA DE ABREVIATURAS, SÍMBOLOS E SIGLAS

ASHA	American Speech-Language Hearing Association
AAS	Aparelho de Amplificação Sonora
CCL	Comprometimento Cognitivo Leve
DA	Doença de Alzheimer
dB	Decibel
et al.	e outros
FFW	Fast ForWord
GC	Grupo Controle
GT	Grupo Treinado
LEB	Logiciel d'Écoute dans le Bruit
MoCA	Montreal Cognitive Assessment
PA	Processamento Auditivo
PER	Programa de Escuta no Ruído
R S/R	Relação Sinal Ruído
TA	Treinamento Auditivo
LACE	Listening and Auditory Communication Enhancement
TAM	Treinamento Auditivo Musical
TCLE	Termo de Consentimento Livre e Esclarecido

RESUMO

Laperuta EB. *Treinamento de habilidades auditivas e cognitivas*: uma nova proposta [tese]. São Paulo: Faculdade de Medicina, Universidade de São Paulo; 2021.

Introdução: O Treinamento Auditivo (TA) pode ser utilizado para aprimorar os processos auditivos em qualquer população que apresente alterações associadas ao sistema nervoso auditivo central. O sucesso do TA está diretamente relacionado à plasticidade neural. A maioria dos treinamentos existentes focam exclusivamente o treino das habilidades auditivas, sem estimular aspectos cognitivos, como memória e atenção. No Brasil, ainda há poucos instrumentos computadorizados de TA voltados para a população adulta e/ou idosa, se comparados com a variedade de programas para a população infantil. Para que o treinamento possa beneficiar a comunicação no dia a dia, é importante realizar uma abordagem auditivo-cognitiva integrada, pois o treinamento trabalharia os processos cognitivos já aplicados ao uso. A hipótese deste estudo é que um programa de treinamento que considere tais fatores possa se estabelecer como ferramenta efetiva de treinamento auditivo, auxiliando os pacientes na melhoria das habilidades trabalhadas. **Objetivo:** Desenvolver um programa de treinamento para habilidades auditivas e cognitivas baseado no LEB, para o público adulto, em português, que visa aprimorar as habilidades auditivas, além de influenciar positivamente as habilidades cognitivas por meio da abordagem auditivo-cognitiva; e avaliar sua aplicabilidade. **Método:** Desenvolvimento do site para treinamento denominado Treinamento de Habilidades Auditivas e Cognitivas (ThAC), e aplicação do treinamento em adultos jovens sem queixas auditivas e cognitivas, para validação deste. O objetivo do ThAC é trabalhar as habilidades auditivas e cognitivas por meio de atividades em que estímulos (palavras, não palavras, textos) sejam apresentados simultaneamente a um ruído de fundo, que muda de intensidade de uma atividade para outra, de acordo com o desempenho do paciente. O grau de dificuldade se dá pela alteração da relação sinal-ruído entre as atividades. **Resultados:** Foram desenvolvidos 13 tipos de atividades, apresentados de forma randômica. As avaliações pré e pós-treinamento e o programa foram aplicados a uma amostra de 49 indivíduos, dos quais 38 (77,55%) participaram de todas as etapas do estudo. Os resultados sugerem que o treinamento é aplicável na população amostral. **Conclusão:** De acordo com os resultados, houve diferença estatisticamente significativa entre os momentos pré e pós-treinamento em relação ao desempenho dos testes. Sendo assim, observou-se melhora do desempenho nos testes cognitivos e de processamento auditivo após o treinamento, sugerindo a existência de uma relação entre os dois aspectos pesquisados, uma vez que tanto os aspectos auditivos quanto os cognitivos foram influenciados positivamente no pós-treino.

Descritores: Treinamento auditivo; Sistema nervoso central; Adulto; Idoso; Habilidades auditivas; Memória; Atenção; Programa de treinamento; Testes neuropsicológicos; Percepção auditiva.

ABSTRACT

Laperuta EB. *Auditory and cognitive skills training: a new proposal* [thesis]. São Paulo: "Faculdade de Medicina, Universidade de São Paulo"; 2021.

Introduction: Auditory Training (AT) is used to improve auditory processes in any population that presents alterations associated with the central auditory nervous system. The success of a TA is directly related to neural plasticity. Most of the existing training focuses exclusively on auditory skills, without stimulating cognitive aspects, such as memory and attention. In Brazil, there are still few computerized AT instruments aimed at the adult and/or elderly population, when compared to the greater variety of programs aimed at children. For training to benefit daily communication, it is important that an integrated auditory-cognitive approach is performed, since the training would work with the cognitive processes already applied to use. The hypothesis of this study is that a training program that considers these factors can establish itself as an effective auditory training tool, helping patients to improve their skills. **Objective:** To develop a training program for auditory and cognitive skills based on LEB, for adults, in Portuguese, which aims to improve auditory skills, in addition to positively influencing cognitive skills through the auditory-cognitive approach; and to evaluate its applicability. **Method:** This study is divided into two parts, as follows: development of the website for the training titled Training of Auditory and Cognitive Skills (ThAC); the application of this training in young adults without auditory and cognitive complaints, for validation. The objective of the ThAC is to focus on auditory and cognitive skills through activities in which stimuli (words, nonwords, texts) are simultaneously presented to a given background noise, which changes in intensity from one activity to another, according to the patient's performance. The degree of difficulty is established by the change in the signal-to-noise ratio between activities. **Results:** Thirteen types of activities were developed and presented randomly. The pre- and post-training assessments and the program were applied to a sample of 49 individuals, of which 38 (77.55%) participated in all stages of the study. The results suggest that the training is applicable to the sample population. **Conclusion:** According to the results, there was a statistically significant difference between the pre- and post-training moments in relation to the performance in the tests. Thus, it was observed an improvement in performance in cognitive tests and auditory processing after the training, suggesting the existence of a relationship between the two aspects addressed, since both auditory and cognitive aspects were positively influenced in the post-training.

Descriptors: Auditory training program; Central nervous system; Adult; Aged; Auditory skills; Memory; Attention; Training program; Neuropsychological tests; Auditory perception.

1 INTRODUÇÃO

O Treinamento Auditivo (TA) pode ser utilizado para aprimorar os processos auditivos em qualquer população que apresente alterações associadas ao sistema nervoso auditivo central (Chermak; Musiek, 2002).

O sucesso do TA está diretamente relacionado à plasticidade neural. Uma vez que o cérebro pode ser alterado por estimulação acústica ou pela falta desta, o TA pode melhorar as habilidades auditivas e, conseqüentemente, o desempenho auditivo do paciente (Musiek et al., 2002; Schochat et al., 2002)

As tarefas utilizadas em um treinamento auditivo devem ser apropriadas para a idade e o nível de linguagem e cognição do paciente. Além disso, devem ser variadas; por exemplo, uma mesma sessão deve abordar diferentes habilidades e propor estratégias diversas para estimular as habilidades auditivas (Musiek; Schochat, 1998).

Os programas de treinamento auditivo devem considerar os princípios da neurociência. Dessa forma, devem ser intensivos, a fim de explorar a plasticidade e a reorganização cortical; extensivos, maximizando a generalização e minimizando os déficits funcionais; e abrangentes, para incluir aprendizagem, garantindo melhor resultado terapêutico e redução dos déficits funcionais (ASHA, 2005; Moore, 2006).

Os treinamentos auditivos podem ser caracterizados como analíticos (*bottom-up*), sintéticos (*top-down*) ou uma combinação destes (Sweetow; Palmer, 2005). O treinamento *bottom-up* enfatiza o conteúdo acústico (espectral, temporal e a intensidade do sinal) e suas atividades envolvem a identificação e

a discriminação dos sons que diferem acusticamente por meio do uso de sílabas, palavras e frases no ruído. Essa intervenção refere-se a uma estimulação sensorial, ou seja, engloba estratégias que melhoram a qualidade do sinal (ASHA, 2005; Chermak, Musiek, 2007).

O treinamento *bottom-up* pode ser definido como o processamento e a extração das características dos sinais acústicos de entrada, e se refere especificamente à percepção do *pitch* e das variações de frequência e intensidade do estímulo acústico (Shuai; Gong, 2014).

Já o processamento *top-down* é definido como o reconhecimento e a compreensão dos sinais de entrada de acordo com a experiência e conhecimento da linguagem, e está associado a processos de memória e atenção (Shuai; Gong, 2014). Esse processamento visa à percepção cognitiva e trabalha as habilidades de atenção, memória e linguagem, integrando o uso das informações contextuais de modo que as atividades se assemelhem mais às situações da vida cotidiana (Duncan, Katz, 1983; Gagné, 1994; Shuai, Gong, 2014).

O processamento da informação acústica é realizado simultaneamente por mecanismos *bottom-up* (que exigem informações sensoriais), *top-down* (que envolvem as funções cognitivas de memória e atenção), e linguísticas (consciência fonológica) (Shuai; Gong, 2014).

A partir dos diversos estudos que comprovam a mudança no substrato neural até mesmo em idosos, e considerando que as respostas neurais nas áreas responsáveis pela decodificação do som podem ser modificadas intencionalmente quando expostas de forma intensa à prática de escuta ativa (Saunders, 2012), houve um aumento no desenvolvimento de programas de TA

que estimulam habilidades auditivas, como: localização sonora, discriminação auditiva, fechamento auditivo, processamento temporal, separação binaural e integração binaural (Musiek, 2005).

Mudanças fisiológicas coincidentes com o treinamento não estão relacionadas apenas a estímulos acústicos sensoriais específicos, mas a alguns processos que são comuns a todos os paradigmas treinados. Ou seja, as atividades de treinamento envolvem exposição a diversos fatores, como atenção, tomada de decisão e execução de tarefas. É possível que os mecanismos neurais associados a esses processos sejam ativados durante o treinamento e contribuam nos achados pós-treinamento. Dessa forma, a identificação dos aspectos mais efetivos do TA é fundamental para a ampliação dos conhecimentos sobre o funcionamento do sistema nervoso auditivo central e o aperfeiçoamento das propostas terapêuticas (Musiek et al., 2007).

Ainda, é importante levar em consideração os estudos que relacionam os aspectos auditivos e cognitivos. Baltes e Lindenberger (1997) questionam, por exemplo, se as perdas auditivas e cognitivas coexistem devido a um mesmo processo degenerativo; se o declínio cognitivo conduz aos prejuízos de percepção auditiva; ou se a diminuição da percepção auditiva compromete transitoriamente o desempenho cognitivo. Porém, o que se percebe é que a maior parte dos treinamentos existentes abordam exclusivamente o treino das habilidades auditivas, sem estimular aspectos cognitivos, como a memória e a atenção.

Algumas pesquisas vêm demonstrando que resultados mais positivos são alcançados quando se utiliza a abordagem auditivo-cognitiva, a qual direciona os processos cognitivos que dão base à percepção da fala, permitindo a melhor

estruturação da informação auditiva recebida (Smith et al., 2009; Anderson et al., 2013).

Avila et al. (2014) investigaram o efeito de um TA nas habilidades auditivas e cognitivas, em indivíduos com Comprometimento Cognitivo Leve (CCL). Além disso, também pesquisaram a existência de correlações, antes e após o treinamento auditivo, entre os aspectos auditivos e cognitivos. De acordo com os resultados, houve correlações significantes antes e depois do TA no tocante às habilidades cognitivas e auditivas para todos os grupos, sugerindo uma relação entre os dois aspectos pesquisados. Essa relação pode ter a ver com a existência de características comuns aos testes cognitivos e auditivos aplicados. Por exemplo, a memória auditiva, que é uma habilidade que deve se apresentar, necessariamente, íntegra para o bom desempenho em ambos os aspectos avaliados. Além disso, essa habilidade também foi estimulada durante o TA, o que nos levaria a pensar que tanto os aspectos auditivos quanto os cognitivos seriam influenciados positivamente após o treinamento.

Em 2016, Calarga traduziu e adaptou o software canadense *Logiciel d'Écoute dans le Bruit* (LEB), idealizado e desenvolvido pelo Professor Dr. Benoît Jutras em seu laboratório, na Universidade de Montreal, Canadá. A autora, que nomeou o software por Programa de Escuta no Ruído (PER) e o desenvolveu para a população infantil, concluiu que as habilidades auditivas, sejam elas *bottom-up* (auditivas) ou *top-down* (cognitivas e linguísticas), apresentaram melhora no grupo treinado, comprovando a efetividade do treinamento.

No Brasil, ainda existem poucos instrumentos computadorizados de TA voltados para a população adulta e/ou idosa, se comparados com a maior variedade de programas voltados para crianças. Em se tratando de populações

diferentes, com demandas distintas, fazem-se necessárias a adequação e a individualização do planejamento terapêutico para que haja engajamento, adesão, interesse e motivação por parte do paciente (Sweetow, 2008). Assim, os poucos programas hoje disponíveis direcionados para adultos e idosos precisam ser utilizados e otimizados a fim de que todo o seu potencial seja explorado, permitindo maior personalização e funcionalidade do processo de reabilitação.

Além disso, para que os benefícios do treinamento possam ser aplicados na comunicação do dia a dia, é importante conduzir uma abordagem auditivo-cognitiva integrada. Por meio dela, pode-se trabalhar os processos cognitivos já aplicados ao uso, ou seja, aqueles integrados à percepção da fala em detrimento de uma estimulação sensorial isolada, que tende a menores benefícios pelo fato de as tarefas não contemplarem o objetivo.

Considerando o exposto, o objetivo deste estudo foi o desenvolvimento de um programa de treinamento para habilidades auditivas e cognitivas baseado no LEB, para o público adulto, em português, que visa aprimorar as habilidades auditivas, além de influenciar positivamente as habilidades cognitivas por meio da abordagem auditivo-cognitiva, e avaliar sua aplicabilidade.

A hipótese é de que esse programa de treinamento possa ser considerado uma ferramenta efetiva de treinamento auditivo, auxiliando os pacientes na melhoria das habilidades trabalhadas.

2 OBJETIVOS

Esta pesquisa tem por objetivos:

1. Desenvolver e propor um programa de treinamento direcionado às habilidades auditivas e cognitivas para adultos e idosos
2. Avaliar a aplicabilidade do programa de treinamento
3. Caracterizar e comparar as medidas *bottom-up* (auditivas) e *top-down* (cognitivas) dos sujeitos participantes, antes e depois do treinamento

3 REVISÃO DE LITERATURA

O corpo teórico que embasa esta pesquisa apresenta-se conforme o encadeamento de ideias, mas quando possível, é mantida a ordem cronológica.

3.1 PLASTICIDADE NEURAL E TREINAMENTO DE HABILIDADES COGNITIVAS

Musiek e Berge (1998) afirmam que as mudanças que ocorrem nas células nervosas sob influências ambientais moduladas e controladas promovem a plasticidade neural. Plasticidade neural são as modificações que podem ocorrer na atividade neural devido à prática de uma habilidade ou exposição frequente à um estímulo (Graffman, 2000).

Oliveira et al. (2001) classificam a plasticidade neural em três estágios:

1. Desenvolvimento: durante a diferenciação celular na embriogênese, em que células indiferenciadas por expressão genética passam a ser neurônios. Após a proliferação, migram para os locais adequados e fazem conexões entre si. Os neurônios dispõem de uma capacidade intrínseca sobre a sua posição em relação aos outros neurônios, e seus axônios alcançam seus destinos graças aos marcadores de natureza molecular.
2. Aprendizagem: pode ocorrer em qualquer momento de vida de um indivíduo, levando ao aprendizado de algo novo e modificando o comportamento de acordo com o que foi aprendido. A aprendizagem requer aquisição de conhecimento e capacidade de guardar e integrar essa aquisição para ser resgatada quando necessário.

3. Após lesão neural: as células traumatizadas liberam aminoácidos e seus neurotransmissores, que tornam os neurônios mais excitados e mais vulneráveis à lesão. Nesse caso, os neurônios podem liberar o neurotransmissor glutamato, que altera o equilíbrio do íon cálcio e induz seu influxo para o interior das células nervosas, ativando várias enzimas tóxicas que levam o neurônio à morte.

Nasreddine et al. (2005) evidenciaram, em estudo do *Montreal Cognitive Assessment* (MoCA), 87% de especificidade do teste na sensibilidade para identificar idosos comprometidos, e 90% para detectar comprometimento cognitivo leve em pessoas sem comprometimentos. Além disso, a sensibilidade para detectar casos de doença de Alzheimer com o MoCA foi de 100%. Devido às suas características psicométricas e à sua utilidade nesses casos, esse teste foi validado e adaptado por diferentes países. No Brasil, o estudo de Nasreddine et al. (2005) indicou boas características psicométricas para esse teste.

O MoCA tem sido sugerido como instrumento eficaz para auxiliar no rastreamento do CCL. Sua simplicidade e administração rápida fazem com que seja útil para avaliar a maioria dos domínios cognitivos, apresentando alta sensibilidade para comprometimento cognitivo leve.

De acordo com Nasreddine et al. (2005), o MoCA pretende cumprir uma necessidade urgente que até então não havia sido respondida por outros instrumentos de rastreamento para detectar pacientes com CCL e diferenciá-los dos normais e idosos com DA.

Em 1974, Baddeley e Hitch propuseram o modelo de memória de trabalho (*working memory*), também chamado de memória operacional. Este, conforme os autores, é um sistema múltiplo de memória, noção que veio substituir o

conceito de memória de curto-prazo. Assim, deixa de ser entendido como apenas um armazenador temporário, e sim como um processador ativo capaz de manipular um conjunto limitado de informações por um curto período.

O modelo inicial definiu a memória de trabalho como um sistema composto por três componentes: o executivo central, que atuaria como controlador atencional; e dois subsistemas de apoio especializados no processamento e na manipulação de quantidades limitadas de informações específicas, a alça fonológica e o esboço visuoespacial. Em 2000, Baddeley ampliou o modelo, acrescentando um quarto componente: o retentor episódico, responsável pela integração das informações mantidas temporariamente na memória de trabalho com aquelas provenientes dos sistemas de longo-prazo, em uma representação episódica única. Juntos, esses componentes estariam envolvidos em atividades cognitivas superiores, tais como: aprendizagem, compreensão da linguagem, leitura, aritmética, resolução de problemas e produção da própria consciência.

Kendel et al. (1993) afirmam que o aprendizado é o processo pelo qual se obtém conhecimento de mundo, e a memória é o processo que faz com que esse conhecimento fique guardado para ser recuperado mais tarde. Esta apresenta duas etapas:

- Memória DE curto prazo: persiste por curto período e está relacionada às alterações funcionais do sistema nervoso central.
- Memória DE longo prazo: estoca permanentemente a informação após alterações estruturais do sistema nervoso central.

Os estudos de Ball et al. (2002) indicaram que a plasticidade neural ocorre durante todo o desenvolvimento humano, e que a estimulação cognitiva pode gerar melhora e manutenção do funcionamento cognitivo em idosos.

O objetivo dessa pesquisa, chamada *Advanced Cognitive Training for Independent and Vital Elderly* (ACTIVE), foi avaliar três tipos de intervenção para a melhora no desempenho cognitivo dos idosos e no desempenho das atividades de vida diária (AVDs), como preparar uma refeição, dirigir, fazer uso de medicação e administrar questões financeiras. A amostra foi composta por 2.802 idosos de 65 a 94 anos de idade, com bom status cognitivo e independentes para realizar as AVDs. Esses idosos foram acompanhados durante dois anos. O grande avanço dessa pesquisa frente às anteriores, além do maior tamanho da amostra, foi o fato de ter sido um estudo controlado, randomizado e parcialmente cego.

A intervenção foi composta por quatro grupos, um de controle e três de intervenção. Os grupos de intervenção foram divididos em: treino de memória, treino de raciocínio lógico e treino de velocidade de processamento. Esses três tipos de intervenção foram selecionados pelos autores porque existem poucos estudos nessa área e porque essas variáveis estão muito relacionadas com as AVDs. Cada grupo recebeu treinamento durante dez sessões. A intervenção de memória foi direcionada para a memória episódica. Foi ensinada aos participantes uma estratégia mnemônica para recordação de lista de palavras, sequências de itens, e apresentado um texto, cuja história deveria ser reportada com alguns detalhes.

Os idosos participaram de intervenções individuais e grupais, em que foram ensinados a organizar listas de palavras, categorizá-las e criar imagens mentais e associativas para recordar as palavras e o texto. No treino de raciocínio, o foco do estudo foi direcionado para as habilidades de resolução de problemas, como

identificar os passos para fazer uma carta, programar uma viagem e administrar as doses da medicação.

Os participantes foram ensinados a identificar os passos da tarefa e treinar em grupo e individualmente. No treino de velocidade de processamento, o foco do estudo foi direcionado para as habilidades visuais. Os participantes tinham de encontrar a informação solicitada no computador, o mais rápido possível. Após onze meses do início do treinamento, foi proporcionado um reforço para 60% dos idosos de cada um dos três grupos de intervenção. Esse reforço teve a duração de quatro sessões de 75 minutos durante o período de duas ou três semanas.

Os resultados indicaram aumento significativo nas habilidades-alvo logo após o treino, isto é, 87% dos idosos no grupo de raciocínio lógico, 74% no grupo de velocidade de processamento, e 26% no grupo de memória apresentaram melhora no pós-teste. O reforço também gerou aumento nessas habilidades para os grupos raciocínio lógico e velocidade de processamento. Entretanto, os efeitos não foram generalizados para tarefas cotidianas, como atividades básicas e instrumentais da vida diária. Esse resultado talvez possa ser explicado pelo fato de os idosos treinados não apresentarem declínio funcional, o que pode ter gerado efeito teto.

Contudo, esse estudo sugere que intervenções não farmacológicas podem ter efeito significativo e duradouro no desempenho cognitivo de idosos saudáveis. Os resultados também sugerem que a memória é mais resistente a alterações (ou seja, tem menor plasticidade) que as outras habilidades treinadas no estudo.

De acordo com Green (2000), a memória é uma importante função cognitiva humana que se relaciona com outras funções, como a linguagem e a atenção. Desempenha papel integrador, unificador e constitutivo em relação à nossa experiência pessoal e à nossa experiência sobre o mundo físico. Somente o ser humano tem um sistema de memória tão complexo que lhe permite codificar, armazenar e integrar informações provenientes de múltiplas fontes e usá-las para interpretar, organizar e iniciar experiências, tanto sobre o mundo quanto sobre si mesmo.

Yassuda (1999) realizou um estudo com idosos que receberam um dos seguintes treinos: treino mnemônico aliado a um componente educativo, visando alterar crenças negativas sobre memória e envelhecimento; ou treino mnemônico somente. O grupo controle recebeu treino após o término do estudo. Os resultados revelaram que, ao final da intervenção, o primeiro grupo (crenças e estratégias) apresentou maior conhecimento e crenças mais positivas sobre a memória quando comparado aos outros grupos. Entretanto, o desempenho em tarefas de memória episódica foi similar para os dois primeiros grupos, o que sugere que alterações na memória subjetiva (crenças e atitudes) não tornam o treino mais eficaz.

Willis et al. (2006) revelaram boa manutenção dos ganhos associados ao treino inicial e menor declínio nas atividades diárias entre os participantes que receberam treino de raciocínio indutivo, sugerindo que o treino cognitivo pode ter influência na autonomia dos idosos.

Yassuda et al. (2006) tiveram como objetivo testar os efeitos de um programa de treino de memória episódica de quatro sessões em uma amostra de 69 brasileiros acima de 60 anos. Os autores quantificaram alterações do pré

e do pós-teste em tarefas de memória episódica e em variáveis que pudessem estar associadas ao desempenho de memória, tais como o uso de estratégias, queixas de memória, autoeficácia, velocidade do processamento e humor. Os autores testaram a hipótese de que, após o treino, o idoso teria melhor desempenho de memória devido ao aumento do uso das estratégias mnemônicas ensinadas ou devido a alterações em outras variáveis. Yassuda et al. (2006) concluíram que, após o treino, os idosos fazem uso mais intenso de estratégias de memória, mas que isso não garante melhor desempenho. Em resumo, os idosos usaram a estratégia, mas não se beneficiaram dela.

Carvalho et al. (2010) conduziram um treino com cinco sessões enfatizando uma única estratégia mnemônica, visto que treinos com menor número de sessões, incluindo múltiplas estratégias, geraram efeitos modestos entre idosos brasileiros. Os autores testaram a hipótese de que, após o treino, os idosos apresentariam mudanças na memória episódica devido à plasticidade neural ao intensificar o uso da estratégia ensinada e apresentando maior velocidade de processamento. Os resultados indicaram que o treino de memória episódica envolvendo a aprendizagem e a prática com a estratégia de categorização promoveu melhora significativa no desempenho em tarefa de memória episódica e uso acentuado da estratégia treinada.

Wood et al. (2000), a fim de testarem o efeito do treinamento em velocidade de processamento sobre a memória operacional, avaliaram dois grupos de idosos pareados por idade e escolaridade. Um grupo treinou estratégias atencionais aplicadas às tarefas de velocidade de processamento, e o outro realizou um treinamento controle em habilidades imaginativas aplicadas à recordação de associação face-nome.

As tarefas utilizadas no treinamento da velocidade de processamento foram as de reconhecimento perceptual, enquanto no treinamento em associação de pares face-nome foram usadas sete listas diferentes contendo 20 figuras. As figuras eram formadas pela fotografia de um rosto acompanhado de um nome próprio. Foram alcançados resultados significativos. O grupo que treinou associação de pares face-nome conseguiu fazer um número significativamente maior de associações a partir da quarta sessão de treinamento.

O grupo que treinou velocidade de processamento obteve melhoras significativas de desempenho nas tarefas de velocidade de processamento. Os resultados obtidos nos programas de treinamento para idosos foram efetivos em ambas as modalidades empregadas (velocidade de processamento e associação de pares face-nome). Por outro lado, os efeitos positivos do treinamento não se generalizaram para outras medidas de habilidades cognitivas, como a memória operacional.

Lasca (2003) teve como objetivo avaliar os efeitos de um programa de treinamento de memória para idosos e validar material para treinamento de memória envolvendo a técnica de organização. Foram incluídos, no estudo, 39 mulheres de 60 a 75 anos. Todas participaram de um pré-teste e de um pós-teste realizado sete dias depois do pré-teste. Na mesma sessão do pré-teste, foi posto em prática o treino de memória, que consistiu na oferta de instruções sobre como categorizar duas listas de itens de compras de supermercado segundo o critério de similaridade e as vantagens dessa técnica. Imediatamente depois do treino, os sujeitos eram convidados a praticar o uso da estratégia com uma nova lista. Os resultados mostraram que a técnica de organização utilizada em um

programa de treino mnemônico para idosos promove modesta melhora de memória.

Teixeira-Fabricio et al. (2012) testaram a eficácia de um treino cognitivo de seis sessões, baseado na apresentação e prática de estratégias de memória (categorização) e na realização de atividades que recrutam as funções executivas. O treino teve como foco o ensino do uso da estratégia de categorização, a estimulação da atenção, da memória episódica e das funções executivas. O estudo identificou e comparou as estratégias mnemônicas utilizadas pelos participantes antes e após o treino, segundo faixas de escolaridade.

Participaram do estudo 31 idosos, divididos em Grupo 1 (com até oito anos de escolaridade) e Grupo 2 (com nove ou mais anos de escolaridade). Foram aplicadas questões sociodemográficas, escalas cognitivas e uma lista de estratégias possíveis para identificação das estratégias usadas. Os resultados indicaram a influência da escolaridade no uso de estratégias de memória no pré-teste. No pós-teste, os achados apontaram para o aumento na velocidade de processamento e na utilização de estratégias. Os autores concluíram que o uso de estratégias, a autoeficácia para a memória e o ganho após o treino cognitivo podem ser influenciados pela escolaridade.

Souza e Chaves (2006) analisaram o efeito da estimulação da memória sobre o desempenho de 46 idosos saudáveis no Mini Exame do Estado Mental (MEEM). O autor observou que a maioria dos participantes apresentou aumento estatisticamente significativo nos escores do MEEM após o treino de memória. As atividades de treino ocorreram em oito sessões com duração de duas horas, totalizando 16 horas. Elas consistiram em palestras, aplicação de jogos,

atividades e exercícios de raciocínio de diferentes tipos de memória e demais funções cognitivas. Os exercícios eram essencialmente compostos por resolução de problemas e cálculos, por memorização visual e por leitura.

No estudo de Wolinsky et al. (2006) foi investigada a eficácia de três intervenções cognitivas (treino de memória, argumentação ou velocidade de processamento) na qualidade de vida de 1.804 idosos saudáveis. Os idosos participaram de dez sessões de treino que focalizaram a instrução e a prática de exercícios. Os autores verificaram que, após cinco anos, todas as três intervenções foram bem-sucedidas quanto à proteção contra os declínios na qualidade de vida.

Smith et al. (2009) averiguaram a eficácia de um novo programa de treinamento cognitivo computadorizado baseado em plasticidade cerebral: o *Improvement in Memory with Plasticity-based Adaptive Cognitive Training* (IMPACT). Participaram 487 idosos com mais de 65 anos sem diagnóstico de comprometimento cognitivo. Os sujeitos foram divididos em dois grupos. No primeiro grupo foi aplicado o IMPACT, e no segundo foi empregado um programa de estimulação cognitiva já utilizado – grupo controle ativo. A duração do treinamento foi de uma hora por dia, cinco dias por semana, durante oito semanas, totalizando 40 horas. Os autores concluíram que o programa experimental foi mais eficaz para a melhora das medidas de memória e atenção do que o programa utilizado no grupo controle ativo.

Irigaray et al. (2012) verificaram os efeitos de um treino de atenção, memória e funções executivas na cognição de idosos saudáveis. Participaram 76 idosos, divididos em grupo experimental (GE) e grupo controle (GC). O GE foi submetido a 12 sessões de treino de atenção, memória e funções executivas.

As sessões foram divididas em três partes de aproximadamente 30 minutos. Os resultados demonstraram que o GE apresentou melhor desempenho em tarefas de atenção, memória de trabalho, linguagem (inferências e escrita espontânea), praxia construcional, resolução de problemas e funções executivas.

Flak et al. (2014) avaliaram a eficácia de um treino da memória de trabalho com base em um programa de computador. O estudo contou com 90 idosos que apresentavam CCL, os quais foram distribuídos aleatoriamente em dois grupos. Ambos os grupos utilizaram o programa por aproximadamente 30 a 40 minutos por dia, cinco dias por semana, durante cinco semanas. Para o grupo intervenção, o programa era adaptável, isto é, o nível de dificuldade das tarefas aumentava durante as intervenções. Como resultados, os autores apontaram que o treino realizado em computador acarreta mudanças positivas na memória e pode representar uma nova forma de tratamento eficaz.

Chan et al. (2014) utilizaram tablets com idosos para verificar os benefícios na cognição e na função cotidiana. Para os autores, o tablet é uma ferramenta flexível que permite executar várias tarefas diárias. Participaram 54 adultos entre 60 e 90 anos de idade, divididos em três grupos: grupo iPad e dois grupos controle. Um grupo placebo se envolveu em tarefas que não exigiam nova aprendizagem; o outro teve interação social regular, mas sem aquisição de habilidades ativas. O grupo iPad participou de um programa de 10 semanas, onde passavam pelo menos 15 horas de cada semana aprendendo um conjunto de habilidades associadas com o dispositivo. Em comparação com os dois controles, o grupo iPad demonstrou melhor resultado na memória episódica e na velocidade de processamento, mas não diferiu daqueles quanto ao controle mental ou ao processamento visuoespacial. Como conclusão, os autores

apontaram que o treino com uso de tablet melhorou a cognição por meio do engajamento produtivo e forneceu um benefício adicional de domínio tecnológico entre os adultos mais velhos, aumentando a independência e melhorando a qualidade de vida percebida.

Por sua vez, Zimmer et al. (2017) avaliaram 16 idosos com o objetivo de verificar o uso do tablet como ferramenta de intervenção em treino de memória com idosos. Os idosos com perfil cognitivo normal e sem sintomatologia depressiva foram divididos por conveniência em Grupo Intervenção Convencional (GIC) e Grupo Intervenção Tablet (GIT), e submetidos a um programa de treino de memória específico. Ambos os grupos realizaram avaliação pré-intervenção seguida de quatro sessões de treinamento e reavaliação pós-intervenção. Também foram submetidos à avaliação por meio da aplicação de um Questionário Sociodemográfico, da Escala de Depressão Geriátrica (GDS-15) e do MEEM. Para avaliação da memória, foram utilizados o Teste de Aprendizado Auditivo Verbal de Rey (RAVLT) e o Teste Pictórico de Memória (TEPIC-M). Os resultados apontaram que a melhora de desempenho após as intervenções foi semelhante nos dois grupos. O uso do tablet gerou o mesmo padrão de resultados comparado ao treino convencional, indicando que esta pode se tornar uma ferramenta adequada para intervenção com idosos visando ao treino de memória.

Brito et al. (2019) idealizaram uma nova combinação de técnicas de treinamento de memória no formato DVD. Os autores elaboraram um conjunto de orientações e exercícios na forma de um Treinamento de Memória de Trabalho em DVD para idosos. Os autores aplicaram o treinamento em 16 idosos saudáveis, falantes nativos do português brasileiro, com idade acima de 60 anos

(média etária de 67,43 anos), para verificar se o programa seria capaz de produzir melhora no desempenho da memória dos participantes.

Foram realizadas quatro avaliações computadorizadas, específicas para memória de trabalho, as quais se intercalaram entre as exposições dos módulos dos dois primeiros DVDs. As avaliações foram realizadas de forma individual, com data e horário previamente agendados, enquanto que os DVDs foram exibidos em grupo e em sala de aula com recurso audiovisual. O grupo experimental compareceu a dois encontros semanais com avaliação e exposição ao treinamento de memória. O tempo de duração da avaliação foi de aproximadamente 15 minutos, e a exposição dos módulos variou entre 14 minutos e 20 segundos e 53 minutos e 52 segundos.

Brito et al. (2019) concluíram que a prática dos exercícios contidos no DVD melhorou o desempenho da memória de trabalho dos participantes. Assim, inferiram que o treinamento cognitivo pode se refletir em alternativa positiva para a melhora da memória de trabalho dos idosos durante o período de estimulação.

Rapp et al. (2002) desenvolveram um estudo com 19 idosos com CCL para avaliar o impacto do treino em idosos com esse diagnóstico. Dez realizaram o treino e nove fizeram parte do grupo controle. Foram realizadas seis sessões de treino, com duração de duas horas cada, nas quais foram trabalhadas informações sobre memória e técnicas mnemônicas. Não houve diferença estatística entre os dois grupos em testes específicos, apesar de ter sido observado, nos dados brutos, que os idosos que participaram do treino tiveram escores maiores no resgate tardio da lista de palavras. Houve mudanças na memória subjetiva dos idosos que realizaram o treino, os quais referiram ter mais controle sobre a memória, mas isso não modificou o número de esquecimentos

do grupo. Após seis meses, os participantes do treino tiveram desempenho igual ao do pré-teste, enquanto os idosos do grupo controle tiveram piora no desempenho.

No estudo de Belleville et al. (2006), foram selecionados 45 idosos, divididos em dois grupos: treino de memória, composto por 20 idosos com CCL e nove normais, totalizando 29; e grupo controle, com 16 participantes, dos quais oito eram idosos com CCL, e oito normais. Foram realizadas oito sessões de treino, e cada grupo foi composto de, no máximo, cinco idosos. A intervenção tinha o objetivo de melhorar a memória episódica, e para isso foram treinadas estratégias de imagem visual e organização. Foram realizadas sessões de pré-treino focadas em tarefas de função executiva, velocidade de processamento e imagem visual, que incluíram técnicas de relaxamento e informações sobre memória e envelhecimento.

No grupo que recebeu treino, foi percebida melhora significativa da memória episódica, detectada na recordação tardia de listas de palavras e associação de nomes e faces, tanto para os idosos normais como para aqueles com diagnóstico de CCL. Os participantes com maior escolaridade e menos idade foram os que mais obtiveram benefícios com a intervenção. O grupo controle, independentemente do perfil cognitivo, não apresentou modificações na memória objetiva.

Apesar da melhora no desempenho, o grupo com CCL continuou a ter pior desempenho do que os idosos normais no pós-teste. Entretanto, ao compararem o desempenho dos idosos com CCL no pós-treino com o dos idosos normais no pré-treino, foi encontrado, em alguns casos, desempenho semelhante. O resultado sugere que, após o treino, os idosos com CCL voltaram a apresentar

perfil cognitivo semelhante ao dos indivíduos normais no momento antes do treino.

Calero e Navarro (2007) também realizaram estudo de treino com idosos com CCL. Dos 133 idosos participantes, 78 compuseram o grupo experimental (27 com CCL e 51 normais), e 55 o grupo controle (28 com CCL e 27 normais). Foram realizadas 14 sessões de uma hora cada, duas vezes por semana. O treino focou as habilidades de memória, atenção, orientação e fluência verbal. Foram ensinadas estratégias mnemônicas para que os idosos as utilizassem no cotidiano, diminuindo potenciais dificuldades.

Os resultados apontaram que todos os participantes do treino melhoraram ou mantiveram o desempenho no pós-teste imediato, independentemente do perfil cognitivo. Por outro lado, a manutenção dos resultados após nove meses da intervenção foi encontrada apenas nos idosos normais. Em contraste, os participantes do grupo controle, independentemente do perfil cognitivo, permaneceram com desempenhos iguais no momento do pós-teste e obtiveram desempenho inferior nas três medidas de acompanhamento (após nove meses).

Foi encontrada uma interação significativa entre a plasticidade cognitiva e os ganhos no pós-teste. Os idosos que tiveram maiores escores na medida utilizada para avaliar a plasticidade foram aqueles que tiveram maior benefício no treino. Esses achados mostram a relevância da plasticidade, que é uma variável capaz de explicar tanto a melhora como a manutenção dos ganhos a longo prazo para os idosos que participaram de treino de memória. Ambos os grupos diagnósticos apresentaram maior plasticidade após o treino de memória.

Günther et al. (2003) utilizaram um programa de treino de memória computadorizado em 19 idosos com CCL, sem grupo controle. Foram realizadas

14 sessões, sendo o reteste realizado em dois momentos: imediatamente depois da intervenção e após cinco meses desta. Houve modificações na memória objetiva, demonstradas por meio do aumento no desempenho de tarefa de memória episódica e de trabalho, porém não houve referências quanto a ganhos subjetivos.

Cipriani et al. (2006) também realizaram treino de memória com auxílio de um software no qual cada grupo de exercícios estimulava uma determinada função cognitiva. Cada participante realizou duas sessões de treinos individuais com diferença de um mês entre eles. A testagem foi realizada em três momentos: pré-treino, pós-treino e após três meses. Participaram do estudo 10 idosos com CCL, 10 com diagnóstico de doença de Alzheimer (DA) e um grupo controle com três participantes.

Os dois grupos que participaram do treino apresentaram melhorias em funções cognitivas diferentes. O grupo com DA melhorou em memória e atenção, enquanto o grupo com CCL melhorou em memória de trabalho e aprendizado psicomotor. Os dois grupos aprimoraram a memória de curta e longa duração, verbal e visual. O grupo controle não apresentou melhora.

Olazarán et al., em 2004, realizaram treino com diversas atividades cognitivas, sem focar estratégias específicas. Participaram do estudo 72 idosos com diagnóstico de DA e 12 com CCL. Os resultados apontaram benefícios para os idosos que participaram do treino, entretanto, não foi descrito, na pesquisa, qual grupo diagnóstico obteve ganhos maiores após a intervenção.

3.2 PLASTICIDADE AUDITIVA, TREINAMENTO AUDITIVO E DESENVOLVIMENTO DE SOFTWARES

Musiek et al. (2002) afirmam que a plasticidade auditiva é a modificação por meio do aprimoramento das células nervosas a partir de influências do meio ambiente. O sistema auditivo se reorganiza quando há uma variação na entrada auditiva (*input*), seja por diminuição na entrada, nos casos de lesões cocleares, ou por aumento, quando há uma nova entrada auditiva.

Mudanças morfológicas e fisiológicas no sistema nervoso central podem ocorrer por falta de estimulação auditiva decorrente da perda de audição periférica, conforme Musiek e Baran (1996). Dessa forma, quanto maior a perda auditiva, maiores os efeitos de sua privação.

Segundo Lin et al. (2011), as pessoas com perda auditiva periférica têm mais possibilidade de desenvolver demência se comparadas com indivíduos com audição normal. Por exemplo, indivíduos com perda auditiva leve, moderada e severa têm duas, três e cinco vezes, respectivamente, mais chance de desenvolver demência do que as pessoas com audição normal. Essa estimativa considera mesmo fatores que estão relacionados ao alto risco de demência, como diabetes, pressão alta, idade, sexo e raça. Desse modo, perda auditiva e demência estão fortemente interligadas.

Chermak e Musiek (2002) afirmam que o TA deve ser utilizado para aprimorar os processos auditivos em qualquer população que apresente alterações associadas ao sistema nervoso auditivo central. As atividades propostas devem ter nível de dificuldade para manter a motivação do paciente (nível de sucesso versus erro 70/30% respectivamente).

De acordo com Musiek e Schochat (1998), as tarefas utilizadas em um TA devem ser variadas e apropriadas para a idade e o nível de linguagem do paciente. O papel do TA na reabilitação é a de melhorar as funções auditivas

mediadas pelo sistema auditivo central. Para ilustrar essa afirmação os autores descreveram um caso no qual encontraram melhora na reavaliação comportamental em todas as habilidades auditivas testadas previamente, além de observar melhora no comportamento. Os autores puderam concluir que as sessões de estimulação intensivas e desafiadoras foram a chave para alterar o substrato neural do sistema auditivo de forma positiva, demonstrando a existência da plasticidade cerebral.

Musiek et al. (2002) descreveram algumas tarefas que devem fazer parte do programa de TA:

- Processamento temporal: identificação, imitação ou produção de padrões de frequência e duração.
- Discriminação auditiva: discriminação dos parâmetros de frequência, intensidade e duração dos estímulos tonais.
- Fechamento auditivo: treinamento auditivo na presença de modificação física do estímulo.
- Integração binaural: resposta a dois estímulos diferentes apresentados de forma distinta a cada canal auditivo.
- Separação binaural: atenção dirigida para um dos canais auditivos.
- Vigilância auditiva: treinamento de atenção sustentada.

Os autores citaram que o esforço e a motivação do paciente para realizar as tarefas são elementos chave para a plasticidade e, portanto, fatores relevantes para o bom resultado da estimulação. Dessa forma, sugeriram reforço positivo e tarefas desafiadoras (Musiek et al., 2002).

De acordo com a ASHA (2005), o processo de intervenção utilizado nos TA é formado por três componentes: intervenção direta (uso de técnicas que trabalham as habilidades auditivas alteradas); uso de estratégias compensatórias (uso de pistas visuais, contextuais e linguísticas); e modificação ambiental (com a finalidade de garantir acesso à informação auditiva).

Para Moore (2006), os programas de TA devem considerar os princípios da neurociência. Dessa forma, devem ser intensivos a fim de explorar a plasticidade e a reorganização cortical; extensivos, maximizando a generalização e minimizando os déficits funcionais; e devem ser abrangentes, para incluir aprendizagem, garantindo um melhor resultado terapêutico e reduzindo os déficits funcionais.

Sweetow e Palmer (2005) mencionam que os TA são classificados como analíticos (*bottom-up*), sintéticos (*top-down*) ou uma combinação entre estes. Complementarmente, Chermak e Musiek (2007) relatam que o treinamento *bottom-up* enfatiza o conteúdo acústico (espectral, temporal e intensidade do sinal) e suas atividades envolvem identificação e discriminação dos sons que diferem acusticamente com sílabas palavras ou compreensão de frases no ruído.

Já o treinamento *top-down* visa à percepção cognitiva trabalhando as habilidades de atenção, memória e linguagem, integrando o uso das informações contextuais de modo que as atividades se assemelhem mais às situações da vida cotidiana (Duncan; Katz, 1983).

Na mesma linha, Shuai e Gong (2014) afirmam que o processamento da informação acústica é realizado simultaneamente pelos mecanismos *bottom-up* (que exigem informações sensoriais) e *top-down*, que envolvem funções

cognitivas (memória e atenção) e linguísticas (consciência fonológica) na percepção auditiva.

Chermak et al. (1997) postulam que um protocolo de TA, hoje, é composto primordialmente de um número pré-determinado de sessões (oito a 12, em média), com frequência de duas a três vezes por semana e duração de 30 a 40 minutos. A cada sessão, o paciente faz exercícios auditivos para treinar diferentes habilidades que se repetem, a fim de automatizar e consolidar funções aprendidas. Uma vez consolidadas, essas funções podem ser incorporadas no dia a dia do paciente. Quanto melhor for a aplicação das estratégias aprendidas nas situações cotidianas, melhores serão os resultados na comunicação diária e no enfrentamento de situações comunicativas desafiadoras.

Em 1970, Bode e Oyer realizaram um programa de TA sem Aparelho de Amplificação Sonora (AAS) em adultos com perda auditiva de grau leve. Os autores utilizaram duas condições de escuta: uma com ruído constante e relação sinal/ruído +5 dB, com redução progressiva da intensidade de apresentação; e a outra com ruído variável entre +10 dB e + 2 dB e intensidade de apresentação fixa, e dois tipos de resposta: conjunto aberto e conjunto fechado. Após o treinamento, composto de cinco sessões de 25 minutos, os pesquisadores observaram discreta melhora no reconhecimento de fala e melhor desempenho de cada grupo na tarefa treinada. Bode e Oyer (1970) concluíram que o treinamento auditivo, juntamente com o uso de AASs, é importante para reduzir as consequências da deficiência auditiva.

Walden et al. (1981) avaliaram os resultados do TA de reconhecimento de consoantes em indivíduos adultos com perda auditiva sensorineural descendente, e novos usuários de AASs. Foram realizadas terapia em grupo

durante duas semanas (treinamento de leitura orofacial, aconselhamento e treinamento de reconhecimento de consoantes). Após conclusão do treinamento, foi observada melhora significativa nos testes de reconhecimento de sentenças e de consoantes, apesar da grande variabilidade observada entre os pacientes. Os autores concluíram que a habilidade de reconhecimento de fala pode ser melhorada por meio de treinamento auditivo em adultos com deficiência auditiva.

Tallal et al. (1996) e Merzenich e deCharms (1996) desenvolveram o *Fast Forward* (FFW), um conjunto de jogos de computador que foram criados a partir de uma teoria que relaciona as dificuldades de linguagem e alfabetização à alteração nas habilidades de processamento auditivo temporal. Consequentemente, o treinamento dessas habilidades levaria à reorganização neural e melhora da linguagem. O FFW popularizou o uso de softwares de TA em pesquisas com diferentes populações. Trata-se de um programa de intervenção adaptativa que utiliza estímulos verbais e não verbais, e que pode ser utilizado para treinamento do processamento temporal, da percepção de fala e de habilidades de compreensão de fala.

Esse software estimula as habilidades auditivas por meio de sete tarefas que incluem atividades envolvendo padrão de frequência, fonemas, palavras e, por último, sentenças. Além disso, possibilita o registro diário do desempenho obtido pelo paciente, o que pode ser utilizado para monitorar as evoluções durante o período de TA. Os sujeitos obtêm ganhos relacionados à linguagem oral e leitura durante a intervenção.

Gil (2006) utilizou um programa de TA formal em adultos com perda auditiva sensorineural de grau leve a moderado, usuários de Aparelho de Amplificação

Sonora (AASs). O programa de TA formal foi realizado em cabina acústica e organizado em oito sessões de 45 minutos. Este visava ao treinamento das habilidades auditivas de fechamento auditivo, figura-fundo para sons verbais e não verbais e ordenação temporal dos sons (aspectos de frequência e duração). As sessões e as atividades feitas dentro de cada sessão foram organizadas em ordem crescente de complexidade, de modo a desafiar o sistema auditivo. O autor concluiu que o TA formal em adultos usuários de AASs possibilita a redução na latência do P300, a adequação das habilidades auditivas de memória para sons verbais e não verbais em sequência, o fechamento auditivo e figura-fundo para sons verbais. e maior benefício com o uso de AASs em ambientes ruidosos e reverberantes.

Miranda et al. (2007) descreveram estudo com programa de TA formal, cujas sessões de exercícios foram realizadas em cabina acústica. Foram utilizados audiômetro e equipamento de CD para apresentar estímulos gravados já validados. Participaram da pesquisa 13 idosos distribuídos em dois grupos: experimental (com TA) e controle (sem TA). O protocolo adotado era composto por sete sessões de frequência semanal e duração de 50 minutos. O objetivo do estudo foi verificar se o TA realizado em cabina acústica poderia acelerar o processo de aclimatização desses idosos usuários de AAS com dificuldades de compreensão de fala. Foram realizadas a audiometria e a avaliação do processamento auditivo, e aplicado um questionário de avaliação de benefício em três momentos diferentes: antes do TA; logo após o TA; e um mês depois de concluído o TA. Os resultados apontaram melhora estatisticamente significativa do desempenho de reconhecimento de fala no grupo experimental, o que não ocorreu no grupo controle. As autoras também observaram a aceleração do

processo de adaptação na medida em que os usuários conseguiram observar mais rapidamente os benefícios do uso da amplificação, o que não ocorreu com o grupo controle, que ainda apresentava queixas auditivas e insatisfação mesmo após oito semanas do início da estimulação auditiva.

Megale et al. (2010) também pesquisaram a efetividade do TA em cabine acústica em 42 idosos usuários de AAS bilateral, distribuídos igualmente em grupo controle (AAS sem TA) e experimental (AAS com TA). O estudo procurou relacionar os resultados pré e pós-TA com as respostas sobre os benefícios obtidos. Foram três os momentos de avaliação do processamento auditivo e do benefício: pré-treino; após um mês com AAS; e após dois meses de terminado o TA. O protocolo foi composto de seis sessões de 40 minutos, conduzidas uma vez por semana por seis semanas consecutivas. Os resultados apontaram para a boa eficiência do TA tanto para a segunda avaliação quanto para a terceira, em comparação com os resultados do grupo controle. As autoras concluíram que o programa de treinamento auditivo em cabine acústica foi efetivo em relação ao benefício durante o processo de adaptação de AASs.

O trabalho de Murphy et al., de 2011, seguiu formato de protocolo semelhante ao de Megale et al. (2010), com TA realizado em oito sessões de 40 minutos, aplicado em um paciente que havia sofrido traumatismo crânio-encefálico (TCE) com acometimento de osso temporal e apresentava perda auditiva sensorineural bilateral. O paciente fez uma avaliação pré-treino do processamento auditivo, outra logo após o término do programa, e a última, um mês depois. Os resultados demonstraram melhoria de desempenho para compreensão de fala na segunda avaliação, o que não se manteve na terceira

avaliação, indicando a não consolidação das redes neurais treinadas. As autoras sugeriram a continuidade do TA para fortificar as funções aprendidas.

Teixeira et al. (2007) puderam verificar que o TA formal para idosos é possível, porém as tarefas que envolvem condições de escuta mais difíceis podem causar frustração, desânimo e consequentemente desistência do treinamento. Nesse sentido, softwares de TA que oferecem estímulos desafiadores e tarefas motivadoras, lúdicas e prazerosas podem ser mais interessantes para essa população do que um treinamento formal em cabina.

Sweetow e Sabes (2007) desenvolveram, na Universidade da Califórnia (San Francisco, EUA) o programa de treinamento auditivo hipermídia (interativo) *Listening and Auditory Communication Enhancement* (LACE™), voltado para a população de pacientes adultos, usuários de AAS, que poderia ser realizado em ambiente domiciliar. O programa, com grande variedade de exercícios auditivos específicos, foi desenvolvido em formato de CD para ser executado em computador. Em 2006, os autores fizeram um estudo preliminar em que aplicaram o programa LACE™ em 65 idosos usuários de AAS, durante um mês. A comparação dos resultados das avaliações pré-intervenção e após duas, quatro e oito semanas do término do treino permitiu aos autores concluir que o programa de TA pode aprimorar as habilidades auditivas e melhorar o desempenho comunicativo em situações cotidianas.

Olson et al. (2013) realizaram um estudo randomizado duplo-cego no qual aplicaram o programa LACE™ em 29 idosos usuários de AAS nativos da língua inglesa, com alto grau de letramento e com domínio de equipamentos de DVD e controles remoto. O objetivo foi verificar os efeitos e benefícios do programa para usuários novos e experientes de AAS antes e depois do TA. Os participantes do

estudo também foram solicitados a avaliar a aplicabilidade do CD e a viabilidade de execução no dia a dia.

Os autores descreveram a dificuldade de conseguir recrutar participantes que seguissem o programa até o fim e apontaram os vários obstáculos: incompatibilidade tecnológica (25% de participantes excluídos); dificuldade de execução por parte dos participantes, desistência destes durante o programa; e interferência do ruído ambiental do domicílio. Mesmo assim, aqueles que conseguiram executar obtiveram melhora na compreensão de fala, principalmente os novos usuários que apresentaram pouca privação auditiva.

No entanto, os autores ressaltaram que, se realizado em domicílio, o TA via CD exige que sejam fornecidas orientações detalhadas ao participante sobre o funcionamento e a execução. Além disso, os profissionais devem se colocar à disposição para o esclarecimento de dúvidas, bem como motivar e a manutenção da rotina de treinos e a incorporação da família ao programa de reabilitação auditiva.

Taylor e Shrive (2008) buscaram identificar qual seria o impacto econômico do uso do programa LACE™ em usuários de AAS. A primeira sessão foi realizada na clínica após a adaptação do AAS. O intuito era apresentar e incentivar o paciente a dar continuidade ao treino iniciado em casa. Os resultados mostraram que após a introdução do TA na rotina clínica, os retornos para ajustes eletroacústicos dos AASs diminuíram de 15% para 3%. Apesar de apenas 66% dos participantes terem terminado o programa, eles se tornaram mais ativos no processo de reabilitação audiológica e parceiros no sucesso do AAS.

Nunes e Frota (2006) desenvolveram um software denominado *Audio Training* para auxiliar no processo de reabilitação de indivíduos com alteração de processamento auditivo. As autoras esclarecem que esta é uma ferramenta para o auxílio no treinamento de habilidades auditivas alteradas, tais como: discriminação, atenção sustentada, localização, ordenação temporal simples e complexa, fechamento, síntese binaural, integração e separação binaural, figura-fundo para sons não verbais, atenção seletiva, reconhecimento de padrões temporais e memória de trabalho.

Freire, em 2009, desenvolveu um treinamento que oferece estímulos desafiadores em tarefas motivadoras e que se repetem. O objetivo era favorecer o desenvolvimento da plasticidade neural. O Treinamento Auditivo Musical (TAM) foi desenvolvido para idosos usuários de AASs, e direcionado às habilidades auditivas de processamento temporal e desempenho frente a eventos acústicos diferentes e simultâneos. O protocolo de treinamento é composto por sete DVDs contendo exercícios variados que estimulam as habilidades auditivas de resolução e ordenação temporal. Ainda, estimulam a atenção seletiva usando vários sons musicais como estímulo e ruído competitivo.

O TAM foi concebido para ser executado individualmente em ambiente domiciliar, de forma autônoma – sem auxílio presencial do terapeuta; e de forma interativa – por meio de computador ou equipamento leitor de DVD. O programa foi utilizado por 15 idosos usuários regulares de AAS bilateral que apresentavam queixas persistentes de compreensão de fala na presença de ruído, mesmo após adaptação da amplificação.

O grupo experimental I – TAM, que representava um terço dos candidatos, recebeu o treinamento por sete sessões consecutivas, uma vez por semana. O

grupo experimental II – EMC também foi submetido à exposição de música clássica por uma hora ao dia, uma vez por semana, em sete sessões. O grupo controle, por fim, não sofreu intervenção alguma.

Todos os 15 participantes passaram por uma bateria de testes pré-intervenção e pós-intervenção. Essa bateria era composta de: avaliação audiológica, testes de localização sonora, memória para sons não verbais, pesquisa do limiar de reconhecimento de sentenças no silêncio e no ruído. Além disso, os participantes responderam aos questionários *Hearing Handicap Inventory for Elderly* (HHIE) e *Abbreviated Profile Hearing Aid Benefit* (APHAB). Os resultados revelaram melhora nas habilidades auditivas de processamento temporal. Igualmente, mostraram melhor desempenho frente a eventos acústicos diferentes e simultâneos no grupo submetido ao TAM.

Hennig et al. (2012) utilizaram o TAM para verificar a melhoria de desempenho no reconhecimento de padrões temporais. Foram avaliados 17 idosos, distribuídos em grupo controle (não treinado) e grupo experimental (treinado). Ambos foram submetidos à avaliação pré-treino e pós-treino em sete semanas. Nesse período, o grupo controle fez uso dos AAS, mas não sofreu nenhuma intervenção. Já o grupo experimental foi submetido a sete sessões de TA com duração de uma hora diária, em frequência semanal.

Os sujeitos fizeram uso dos DVDs desenvolvidos por Freire (2009) para o TAM, especificamente aqueles que treinam as habilidades pesquisadas para reconhecimento de padrões temporais. Hennig et al. (2012) concluíram que o TAM proporcionou melhora mais significativa no reconhecimento de padrões temporais no grupo experimental. O grupo controle também apresentou melhora após a estimulação auditiva e o uso de amplificação.

Lessa et al. (2013) tiveram como objetivo verificar os efeitos da reabilitação auditiva por meio da análise dos aspectos quantitativos e qualitativos do teste *Staggered Spondaic Word Test* (SSW). Os participantes eram idosos, novos usuários de amplificação. Para realizar o treinamento auditivo propriamente dito, foi utilizado o TAM, que contempla as habilidades auditivas de processamento temporal (resolução e ordenação temporal) e atenção seletiva por meio de exercícios de treinamento auditivo dos aspectos figura-fundo de sons instrumentais, de frequência e duração dos sons, escuta direcionada, ritmo e fechamento auditivo.

Além das habilidades auditivas destacadas, em cada exercício há o envolvimento da atenção e da memória de trabalho. Ambos os grupos estudados apresentaram melhora em todos os aspectos quantitativos do teste SSW, o que evidencia a importância da adaptação de AASs em idosos deficientes auditivos. Os escores alcançados pelos indivíduos do grupo submetido à reabilitação auditiva nas variáveis direita competitiva, esquerda não competitiva e total de acertos demonstram, principalmente, a melhora proporcionada pelo treinamento auditivo no que diz respeito ao funcionamento do hemisfério esquerdo.

Há grande variabilidade dos resultados das avaliações quanto aos aspectos qualitativos em idosos. Para evidenciar a diferença entre esses resultados, possivelmente seria necessária a reavaliação após um período mais longo de tempo. Assim, seria possível verificar a ocorrência de alteração das percepções auditivas associadas a outras funções sensoriais.

Alvarez et al. (2012) desenvolveram o software Escuta Ativa, que disponibiliza 12 atividades que estimulam as habilidades auditivas de: figura-fundo; resolução e padronização temporal; integração e separação binaural; e

discriminação auditiva. Todas as atividades têm quatro níveis de dificuldade: fácil, médio, difícil e insano. No último nível, há presença de ruído competitivo.

Além das atividades, o Escuta Ativa apresenta uma seção de avaliação que analisa o desempenho em três etapas: 1) fala no ruído; 2) identificação de apitos; e 3) escuta dicótica. Na etapa “fala no ruído”, o indivíduo deve identificar e compreender o que ouviu na presença de estímulo competitivo não verbal. Essa etapa tem, como objetivo, avaliar a percepção de fala em ambiente de escuta não ideal.

Já na etapa “identificação de apitos”, o sujeito deve realizar a mesma sequência de sons ouvidos. Essa segunda etapa avalia a habilidade de padrão temporal. A terceira etapa, “escuta dicótica”, avalia a habilidade de integração binaural. Nela, a criança ouve quatro palavras diferentes – duas na orelha direita e duas na orelha esquerda. Ao final das avaliações, o software mostra o número de acertos em cada uma das três etapas.

Zhang et al. (2012) orientaram sete pacientes a utilizar o software de treinamento auditivo *Sound Express* em casa, uma hora por dia, cinco dias por semana. O procedimento deveria ser realizado durante quatro semanas pelos pacientes, que deveriam utilizar implante coclear e AASs. Eles foram avaliados antes e depois do TA, no silêncio e na presença de ruído, por meio de testes de identificação de vogais e consoantes, palavras, frases, gênero vocal e emoções. O treinamento proporcionou melhora significativa na identificação de vogais, consoantes e palavras nos pacientes com AASs e combinação AASs e implante coclear.

Faria e Gielow (2012) tiveram como objetivo criar um portal com atividades que oferecesse estimulação das habilidades de processamento cerebral auditivo

e visual, atenção, memória, linguagem oral e gráfica, assim como a possibilidade de monitorar a frequência das execuções dos exercícios e a evolução do desempenho em cada habilidade estimulada, dentro e fora do ambiente terapêutico.

Inspiradas nos princípios neurofisiológicos para terapia do processamento auditivo, visual e de memória, em janeiro de 2011, as autoras conceberam jogos em Powerpoint (da Microsoft) e áudios editados dicoticamente por meio do software EarMix (da CTS Informática). Um grupo de 52 fonoaudiólogos dedicados à prática da terapia do processamento auditivo recebeu as atividades em CD e as aplicaram em suas rotinas clínicas. Os profissionais relataram o impacto terapêutico delas, subsidiando as modificações necessárias e a criação de novas estratégias.

Os jogos aprovados foram adaptados por uma equipe de web designers que criou um portal on-line de atividades, o qual permite o acréscimo de novas estratégias e a análise estatística do uso e do desempenho dos usuários, considerando acertos e tempo de execução. O portal ficou seis meses on-line em caráter experimental e teve 20 usuários pacientes e fonoaudiólogos voluntários, os quais relataram a experiência com a ferramenta.

Com base na análise dos usuários da versão experimental, Faria e Gielow (2012) disponibilizaram a versão inicial do portal com 10 jogos e 30 áudios, denominada “Afinando o Cérebro”. A maioria dos voluntários que aderiu ao uso do portal considerou a experiência positiva e o acesso às estatísticas um fator motivador para continuidade do treinamento.

Os pesquisadores concluíram que um programa como esse pode ajudar na motivação para a continuidade da estimulação em casa e impactar na eficiência

e na eficácia do tratamento. Isso porque o programa é dinâmico, ou seja, o usuário, com a orientação do fonoaudiólogo, tem muitas opções de atividades e consegue monitorar seu rendimento. Além disso, a possibilidade do acompanhamento do desempenho do paciente nas atividades de casa pode auxiliar o fonoaudiólogo na assertividade de seu plano terapêutico, obtendo resultados mais efetivos no tratamento.

Calarga (2016) traduziu e adaptou o software canadense *Logiciel d'Écoute dans le Bruit* (LEB), idealizado e desenvolvido no laboratório do professor Dr. Benoît Jutras, na Universidade de Montreal (Canadá) e deu o nome de Programa de Escuta no Ruído (PER). O pesquisador verificou sua efetividade em 22 escolares brasileiros (com idade entre nove e dez anos), por meio do desempenho em testes auditivos, cognitivos e linguísticos. Esse software de TA tem como objetivo melhorar a compreensão de fala em ambientes ruidosos, utilizando jogos com estímulos verbais, apresentados simultaneamente a um ruído de fundo, que muda de intensidade de acordo com o desempenho da criança em cada atividade.

O ruído de fundo utilizado nesse software é o ruído de uma cafeteria (*cafeteria noise*), em que um grupo de pessoas está rindo e conversando. As atividades foram baseadas nos comportamentos auditivos de detecção, identificação e compreensão. Já os estímulos linguísticos utilizados, foram: fonemas, aspectos suprasegmentais, palavras, pares mínimos, pares máximos, frases e textos. O grau de demanda das habilidades cognitivas, linguísticas e auditivas aumenta gradativamente a cada atividade e pode variar conforme a tarefa proposta.

Os resultados comprovaram a efetividade do software para a estimulação das habilidades de fechamento auditivo, compreensão auditiva de história, atenção auditiva sustentada, consciência fonológica e leitura de pseudopalavras (Calarga, 2016).

A efetividade do software PER em escolares com transtorno do processamento auditivo e baixo desempenho escolar ou dificuldade de aprendizagem foi estudada por Brasil et al. (2018). Os autores tiveram como objetivo investigar a eficácia do TA pelo uso do software PER em estudantes com transtorno do processamento auditivo e baixo desempenho escolar.

O estudo concluiu que o software PER mostrou-se eficaz para estimular as habilidades de leitura, escrita e aritmética dos sujeitos com baixo desempenho escolar e alteração de processamento auditivo. Isso deve-se ao fato de o software conseguir contemplar as habilidades auditivas e de consciência fonológica, o que pôde ser comprovado pela evolução dos sujeitos na etapa pós-treinamento.

Outro ponto importante da pesquisa de Brasil et al. (2018) foi a aceitação do software pelas crianças e responsáveis. As primeiras relataram terem gostado do programa e mostraram-se empolgadas para cada sessão de treinamento. Os responsáveis, por sua vez, disseram ter percebido melhoras em suas crianças.

Teixeira e Costa-Ferreira, em 2018, verificaram a efetividade de um programa de treinamento auditivo computadorizado em 72 idosos usuários de amplificação. Para esse treinamento, foram utilizados os seguintes softwares: Escuta Ativa, Duo Training, Memo Training, Pedro no Acampamento e o CD de áudio Escutando com Interferentes. Foram realizadas quatro sessões de treinamento auditivo, sendo uma sessão por semana, com duração de uma hora.

As autoras concluíram que o programa de TA computadorizado neurocognitivo se mostrou eficaz, indicando melhora nas habilidades auditivas alteradas, o que foi observado por meio dos testes comportamentais depois de apenas quatro sessões.

3.3 AUDIÇÃO E COGNIÇÃO

Kalikow e outros pesquisadores foram os primeiros a avaliar, de modo conjunto, a audição e a cognição em 1977. O grupo desenvolveu um teste denominado *Speech Perception in Noise* (SPIN), que exige do indivíduo o acesso tanto de componentes acústicos fonêmicos quanto de linguísticos situacionais.

O SPIN é composto por sentenças com controle da previsibilidade da palavra-chave (final) e também utiliza a manipulação do ruído de fundo. As sentenças com alta previsibilidade permitem que a palavra-chave seja, de alguma forma, previsível pelo contexto, uma vez que há palavras na sentença ligadas semanticamente à palavra-chave. Por oposição, a palavra-chave não é previsível pelo contexto nas sentenças de baixa previsibilidade, não havendo outras palavras na sentença ligadas ao significado da palavra-chave.

No tocante à perda auditiva relacionada à idade, Lin (2011) afirma que essa condição está fortemente associada ao declínio cognitivo em idosos. Do mesmo modo, dificuldades na função sensorial e na cognição têm sido consistentemente associadas a idosos. Segundo o autor, pessoas com deficiência sensorial alocam mais recursos relacionados à atenção para processar a informação sensorial e, com isso, disponibilizam menor reserva cognitiva para outras tarefas.

Similarmente a Lin (2011), Füllgrabe et al. (2014) citam que déficits cognitivos e no processamento auditivo temporal ocorrem comumente na população idosa. A correlação dos resultados dos testes que avaliam habilidades auditivas com avaliações cognitivas foi evidenciada pelo pior desempenho de sujeitos com déficit cognitivo em testes que avaliam o processamento auditivo, quando comparado ao de sujeitos de grupo controle.

Idrizbegovic et al. (2011) demonstraram que idosos com maior comprometimento cognitivo apresentaram pior desempenho em testes que avaliam habilidades auditivas, em relação àqueles com melhor reserva cognitiva. O declínio cognitivo, segundo Wayne e Johnsrude (2015), sofre influência marcante da perda auditiva. Logo, a adaptação de AAS nos idosos deve ser fortemente estimulada o mais cedo possível.

Uma provável explicação para as associações significativas entre cognição e sucesso da amplificação em novos usuários de AAS, é que aqueles com melhores habilidades cognitivas têm uma vantagem em reaprender como associar o som ao significado (Pichora-Fuller et al., 1995). Tal associação envolve mais facilmente áreas do cérebro para o ajuste ao complexo processo de adaptação de AAS.

Porém, as habilidades cognitivas não podem ser restauradas simplesmente com a adaptação de AASs, mesmo que sejam de alta tecnologia (Sweetow; Sabes, 2007). Como a maior parte dos adultos e idosos demoram para fazer uso da amplificação, esse período é suficiente para iniciar um processo de privação sensorial. Dessa forma, o TA é necessário para sintetizar e compreender as pistas quando estas chegam de forma parcial.

Souza (2010) submeteu idosos com CCL a um programa de TA com o objetivo de verificar se este ajudaria a estabelecer ou preservar o nível cognitivo desses indivíduos. Os achados demonstraram que o TA foi eficaz para melhoria das habilidades auditivas dos sujeitos submetidos ao treinamento. O autor encontrou uma correlação entre os testes comportamentais auditivos e os cognitivos.

No mesmo estudo de Idrizbegovic et al. (2011) mencionado anteriormente, testes de processamento auditivo foram aplicados a 55 indivíduos portadores de CCL. Esses testes foram comparados aos de um grupo de indivíduos com DA e aos de um grupo com queixas envolvendo memória. Não houve diferença significativa intergrupos em relação ao desempenho na audiometria tonal e aos testes de percepção de fala no silêncio e no ruído.

Entretanto, em relação ao teste dicótico de dígitos, houve diferença significativa intergrupos com pior desempenho para o grupo com DA, seguido do grupo com CCL e, por fim, do grupo com queixas de memória. Os autores apontaram que o déficit de processamento auditivo já é aparente em grupo com CCL, mas que o teste dicótico de dígitos serviu como um indicador da identificação precoce do grupo de risco para a DA ou para o CCL.

Rahman et al. (2011) também aplicaram testes de processamento auditivo em 150 indivíduos com CCL e os compararam a um grupo controle. O grupo com CCL apresentou pior desempenho, com diferença significativa, em relação aos testes de atenção auditiva seletiva, dicótico de dígitos (orelha esquerda), padrão de frequência e memória auditiva. Os resultados demonstraram um declínio do desempenho relacionado às habilidades auditivas.

Anderson et al. (2013) avaliaram os efeitos do treinamento cognitivo-auditivo em idosos entre 55 e 79 anos com perda auditiva e com audição normal. Após o treinamento, o grupo com perda auditiva apresentou melhora na percepção de fala no ruído, memória e atenção, aproximando-se dos níveis observados em idosos com audição normal. No grupo com audição normal foi encontrada mudança na memória e na atenção. Por outro lado, no grupo controle não houve mudanças.

Os pesquisadores concluíram que a abordagem auditivo-cognitiva vem alcançando resultados mais positivos. A causa disso é que o treinamento é direcionado aos processos cognitivos que dão base à percepção da fala, permitindo melhor estruturação da informação auditiva recebida.

Avila et al. (2014) tiveram como objetivo investigar o efeito de um TA nas habilidades auditivas e cognitivas em indivíduos com CCL. Além disso, investigaram a existência de correlações, antes e após o TA, entre os aspectos auditivos e cognitivos. De acordo com os resultados, houve correlações significantes, antes e depois do TA, quanto às habilidades cognitivas e auditivas, para todos os grupos pesquisados, sugerindo uma relação entre os dois aspectos pesquisados.

Essa relação pode ter a ver com as características em comum entre os testes cognitivos e auditivos aplicados, por exemplo, a memória auditiva. Essa habilidade deve apresentar-se necessariamente íntegra para o bom desempenho em ambos os aspectos avaliados. Além disso, ela também foi estimulada durante o TA. Assim, tanto os aspectos auditivos quanto os cognitivos seriam influenciados positivamente após o treinamento. Por fim, o estudo demonstrou a efetividade do TA para a estimulação das habilidades auditivas em

indivíduos com CCL. Porém, não houve generalização do aprendizado para as habilidades cognitivas.

Lessa e Costa (2016) avaliaram o status cognitivo e diferentes habilidades auditivas em idosos. O objetivo era verificar a relação das habilidades auditivas com o desempenho cognitivo a partir dos resultados de testes que avaliam essas funções. Os autores também analisaram a sua influência na mudança de desempenho nas habilidades auditivas, após adaptação de AASs.

Os idosos da amostra pesquisada, ainda sem uso de AASs, apresentaram melhor desempenho nas habilidades de ordenação e resolução temporal auditiva de modo diretamente proporcional ao seu desempenho em alguns testes cognitivos. Não houve correlação entre os testes cognitivos e as habilidades de integração e separação binaural. A diferença de desempenho entre as habilidades auditivas foi analisada conforme as avaliações realizadas, antes e três meses depois da adaptação de AASs. Aqueles idosos com pior desempenho cognitivo apresentaram melhora mais acentuada em algumas habilidades auditivas, com o uso dos AASs. Isso demonstra que mesmo idosos com prejuízo cognitivo podem ter a plasticidade neural estimulada e melhorar seu desempenho em importantes habilidades auditivas.

Calais et al. (2016) desenvolveram um Teste de Reconhecimento de Fala utilizando frases de previsibilidade alta e baixa. O objetivo era avaliar o reconhecimento de fala considerando a previsibilidade da palavra a partir do teste elaborado e aplicado em idosos com e sem perda auditiva periférica. O estudo verificou que o instrumento de avaliação do reconhecimento de fala forneceu dados relevantes sobre o funcionamento dinâmico da audição e da cognição. Especificamente, o teste demonstrou capacidade de uso do benefício

da previsibilidade no reconhecimento auditivo, pela maioria dos idosos participantes da pesquisa. Também foi possível observar o impacto negativo da perda auditiva periférica e da presença do ruído competitivo no reconhecimento de fala, intensidade e duração dos estímulos tonais e, por fim, as relações sinal/ruído recomendadas.

A demência afeta os indivíduos que gradualmente perdem suas habilidades, o que causa dependência dos familiares e mudanças de comportamento. Em 2015, cerca de 47 milhões de pessoas viviam com demência no mundo, e esse número deve triplicar até 2050.

Livingston et al. (2017) afirmam que a Comissão Lancet sobre Prevenção, Intervenção e Cuidado da Demência reuniu-se para consolidar os grandes avanços que foram feitos e o conhecimento emergente sobre o que devemos fazer para prevenir e tratar a demência.

Nessa comissão, foram aplicados os modelos de risco disponíveis, entre eles a perda auditiva e o isolamento social. Ao incorporar fatores de risco potencialmente reversíveis de diferentes fases da vida útil e não apenas da velhice, pode-se propor um novo modelo de risco de vida, a partir do qual as frações populacionais atribuíveis foram derivadas para mostrar o possível efeito sobre a incidência futura de eliminação bem-sucedida dos fatores mais potentes. Após reunidas essas evidências, a comissão calculou que mais de um terço dos casos de demência poderiam, teoricamente, ter sido evitados. A manutenção do engajamento social, a redução ou a interrupção do tabagismo e o tratamento da perda auditiva, depressão, diabetes, hipertensão e obesidade podem contribuir para a prevenção ou o atraso da demência.

Luz et al. (2018) estudaram se a estimulação acústica, por meio da adaptação de AAS, reduziria as limitações e restrições impostas pela deficiência auditiva e melhoraria os processos cognitivos. Tal melhora seria decorrente da maior acessibilidade aos sons de fala e menor exigência atencional para a comunicação.

A pesquisa teve por objetivo estudar a restrição de participação em atividades diárias e processos cognitivos em idosos, novos usuários de AASs, segundo o grau de perda auditiva e o gênero, antes e após a adaptação da amplificação. Os idosos com deficiência auditiva apresentaram redução da autopercepção de restrições de participação após estimulação acústica por meio da amplificação, tanto com relação ao aspecto social quanto ao emocional. Não houve relação entre o gênero e a restrição de participação em atividades de vida diária.

Os idosos com perda auditiva de grau moderadamente severo apresentaram maior autopercepção das restrições de participação em atividades de vida diária quando em comparação aos idosos com perdas auditivas menores. Essas atividades dizem respeito aos aspectos sociais e situacionais. Os primeiros também apresentaram pior desempenho em tarefas que envolveram os processos cognitivos de orientação, atenção, cálculo e linguagem. A adaptação de AASs promoveu melhora nas habilidades de orientação, memória imediata, atenção e cálculo, evocação e linguagem.

4 MÉTODO

Este é um estudo longitudinal realizado em parceria com o Laboratório de Neuroaudiologia do Departamento de Fisioterapia, Fonoaudiologia e Terapia Ocupacional da Faculdade de Medicina da Universidade de São Paulo (FMUSP) e em clínicas particulares de audiologia, situadas nos estados de São Paulo e Rio de Janeiro.

O projeto foi aprovado pela Comissão de Ética e Pesquisa do Hospital das Clínicas da FMUSP sob o protocolo de pesquisa número 4.565.225. Somente foram incluídos nessa pesquisa indivíduos que concordaram com a realização dos procedimentos necessários para a execução da pesquisa e que assinaram o termo de consentimento, após terem recebido esclarecimentos sobre o objetivo e o método do estudo. proposto.

O presente estudo divide-se em duas partes, a saber:

1. Desenvolvimento do site para o treinamento denominado Treinamento de Habilidades Auditivas e Cognitivas (ThAC)
2. Aplicação do treinamento, para validação, em adultos jovens sem queixas auditivas e cognitivas

4.1 DESENVOLVIMENTO DO SITE

O site foi baseado no software canadense *Logiciel d'Écoute dans le Bruit* (LEB), idealizado e desenvolvido no laboratório do professor Dr. Benoît Jutras, na Universidade de Montreal (Canadá). Esse software foi traduzido e adaptado por Calarga (2016) e foi nomeado Programa de Escuta no Ruído (PER).

O ThAC, embora baseado no PER, foi desenvolvido para pacientes adultos com alterações das habilidades auditivas centrais e cognitivas. Os exercícios trabalham as habilidades de figura fundo, fechamento auditivo, percepção dos padrões temporais, memória e atenção auditiva.

O objetivo do ThAC é trabalhar as habilidades auditivas e cognitivas por meio de atividades em que estímulos (palavras, não palavras, textos) sejam apresentados simultaneamente a um ruído de fundo, que muda de intensidade de uma atividade para outra, de acordo com o desempenho do paciente.

O grau de dificuldade se dá pela alteração da relação sinal ruído entre as atividades. Foram desenvolvidos 13 tipos de atividades, apresentadas de forma randômica. O programa tem oito sessões e sete atividades em cada sessão.

O site utiliza o ruído de cafeteria (*cafeteria noise*)¹, em que um grupo de pessoas está conversando e rindo em um restaurante. O espectro do ruído pode ser observado na Figura 1.

¹ Retirado do seguinte site: <https://www.soundsnap.com/tags/cafeteria>.

Figura 1 – Onda sonora do ruído utilizado

4.1.1 Gravações e edições

A gravação e as edições dos estímulos foram realizadas em uma sala acusticamente isolada na Escola de Comunicação e Arte da USP.

O registro do som se deu por meio do microfone “C4000”, da marca AKG, e um console de mixagem do som “Onyx 24.4”, da marca Mackie. Foi utilizado o software Avid Pro Tools HD em um computador “MAC Mini Serveur” da marca Apple. O retorno auditivo foi fornecido por monitores de referência “HR824” da marca Mackie.

Todos os estímulos verbais foram locucionados por um locutor do sexo masculino, natural de São Paulo.

4.1.2 Mixagem dos estímulos

Considerando que se trata de um site cuja relação sinal-ruído é alterada conforme o desempenho apresentado pelo paciente, é importante que os estímulos estejam calibrados na mesma intensidade do ruído para que possíveis diferenças não atrapalhem no desempenho do treinamento.

Seguindo os parâmetros utilizados na versão original do PER, os estímulos foram calibrados a 83,5 dBNA (+-1dBNA), intensidade em que é possível obter-se boa acuidade auditiva, sem gerar distorções ou causar danos à audição (WHO, 2015). O paciente, durante a execução, pode ajustar a intensidade dos estímulos, cuja média foi de 65 dBNA.

Para a realização desse processo foi utilizado o dosímetro “SV 102+”, da marca Svantek, microfone “SV25S”, da marca Svantek, e calibrador acústico modelo “CR:514”, da marca Cirrus.

4.2 APLICAÇÃO DO TREINAMENTO

Para compor a amostra, os indivíduos foram selecionados de acordo com os seguintes critérios de elegibilidade:

- Idade entre 18 e 50 anos
- Limiares auditivos dentro dos padrões de normalidade
- Medidas de imitância acústica dentro dos padrões de normalidade
- Ausência de queixas cognitivas
- Nível de escolaridade médio ou superior
- Não ser fonoaudiólogo

4.2.1 Avaliação do Processamento Auditivo (PA)

A avaliação do PA foi realizada com fones TDH 39 e incluiu os seguintes testes:

a) *Teste de Padrão de Frequência (TPF) - Auditec*

Conforme o Manual elaborado pela Auditec em 1997, o TPF avalia o reconhecimento, a ordenação temporal e a nomeação de padrões de frequência e consiste na apresentação de sequências de três tons de 300 ms, que se diferenciam em duas frequências, a saber: 1430 Hz (Fino – F) e 880 Hz (Grosso – G). Foi utilizada a versão adulta (seis segundos de intervalo entre as sequências) – Missouri (1997). O nível de apresentação foi de 40 dB NS, com fones supra-aurais, e os estímulos foram apresentados na orelha direita.

Foram utilizadas 15 sequências, que deveriam ser respondidas em forma de nomeação (por exemplo: Fino, Grosso, Grosso). As sequências poderiam variar entre: GGF, GFG, GFF, FFG, FGF e FGG.

b) *GIN (Gap In Noise)*

O teste GIN foi realizado com base no protocolo desenvolvido por Musiek et al., em 2004. O teste apresenta os estímulos distribuídos em quatro faixas-testes e uma faixa-treino com 10 itens para prática que precede o início dos itens teste, garantindo que o indivíduo entenda como o teste será conduzido.

O GIN é composto de seis segundos de segmentos de ruído branco (*White Noise-WN*) intercalados com *gaps* (intervalos de silêncio) aleatórios, com durações variadas (2, 3, 4, 5, 6, 8, 10, 12, 15 e 20ms). Cada um dos *gaps* é

apresentado seis vezes no total de itens de cada uma das faixas do teste, totalizando 60 *gaps* por faixa-teste.

O teste foi apresentado na orelha direita. Para obtenção das respostas, os participantes foram instruídos a apertar um botão quando ouvissem os *gaps* presentes no ruído contínuo, indicando que haviam identificado o intervalo de silêncio.

c) Fala com ruído

Este teste foi aplicado na condição competitiva ipsilateral, em ambas as orelhas, por meio da relação sinal/ruído de 10dB. Foi utilizada a lista de monossílabos conforme descrita por Pereira e Schochat, em 1997.

d) Teste Dicótico de Dígitos

O Teste Dicótico de Dígitos é composto por listas de palavras dissílabas apresentadas simultaneamente, de forma dicótica (números “quatro”, “cinco”, “sete”, “oito”, “nove”). Na etapa que avaliou a integração binaural, os pacientes deveriam prestar atenção e repetir todas as palavras que escutassem. Depois disso, na etapa que avaliou a separação binaural ou escuta direcionada, deveriam repetir o que escutaram somente de um lado, e depois do outro, ignorando o que lhes foi dito na orelha contralateral. Realizou-se tal avaliação com fones supra-aurais e nível de apresentação dos estímulos de 40 dB NS. Os acertos foram quantificados por orelha em ambas as etapas.

4.2.2 Aplicação da Avaliação Cognitiva Montreal (MoCA)

O MoCA foi desenvolvido como um instrumento breve de rastreio para deficiência cognitiva leve. Essa avaliação acessa diferentes domínios cognitivos: atenção e concentração, funções executivas, memória, linguagem, habilidades visuoespaciais, conceitualização, cálculo e orientação. O tempo do teste é estimado em 20 minutos e a pontuação máxima possível é de 30 pontos. O ponto de corte é de 26 pontos e qualquer pontuação acima de 26 é considerada normal (Sarmiento, 2009).

4.3 PROCEDIMENTOS

Os procedimentos de avaliação foram realizados nos sujeitos em dois momentos: na avaliação inicial e na avaliação final (antes da realização do ThAC e após a realização deste, respectivamente). Esses procedimentos foram conduzidos em quatro clínicas de fonoaudiologia – duas situadas na cidade de São Paulo (SP), uma situada na cidade de Osasco (SP) e uma situada na cidade de Niterói (RJ). Todos os procedimentos foram realizados pela pesquisadora e autora desta tese.

A análise estatística dos dados do estudo foi realizada usando como base a amostra de 49 indivíduos, dos quais 38 (77,55%) participaram de todas as etapas do estudo. Os objetivos dessa análise foram:

- Comparar os momentos pré e pós-treinamento em relação ao desempenho em testes cognitivos e de processamento auditivo
- Caracterizar o desempenho da amostra do estudo nas atividades do treinamento

- Comparar as sessões em relação ao desempenho de acordo com a atividade do treinamento

O valor de significância estatística adotado foi igual a 5% ($p \leq 0,05$). Utilizou-se o software *SPSS Statistics*, versão 25.0 (IBM Corp., Armonk, NY, EUA). A base teórica utilizada para a análise estatística apresentada nesta tese está descrita de forma pormenorizada por Field (2017).

4.4 SESSÕES DE REALIZAÇÃO DO ThAC

Na avaliação inicial, os sujeitos foram orientados sobre as sessões de treinamento. Receberam usuário e senha para acesso ao ThAC e assinaram o Termo de Consentimento Livre e Esclarecido (TCLE, ver Anexo desta tese).

Os sujeitos conduziram as sessões em computadores pessoais e foram orientados a utilizar fones de ouvido e a realizar o treinamento em um lugar silencioso. O treinamento auditivo foi feito em oito sessões com periodicidade de uma vez por semana. O tempo de cada sessão variou para cada usuário. Todas as sessões de TA tiveram como objetivo maior estimulação e desafio, em uma escala crescente de dificuldade.

O site monitora a frequência das execuções das atividades e a evolução do desempenho em cada habilidade estimulada. A pesquisadora entrou em contato pelo aplicativo *Whatsapp* com cada sujeito, uma vez por semana, durante as oito semanas.

4.5 MÉTODO ESTATÍSTICO

A base teórica utilizada para a análise estatística está descrita de forma pormenorizada por Field (2017). O valor de significância estatística adotado foi igual a 5% ($p \leq 0,05$). Utilizou-se o software *SPSS Statistics*, versão 25.0 (IBM Corp., Armonk, NY, EUA).

Para comparação entre os momentos pré e pós treinamento, foi utilizado o teste t de *Student* para amostras pareadas (paramétrico), uma vez que o número amostral foi grande o suficiente ($n > 30$) para a utilização direta de testes paramétricos em virtude do Teorema Central do Limite. O tamanho do efeito da diferença entre os momentos foi medido por meio do cálculo do coeficiente d (Cohen, 1992).

4.5.1 Interpretação do tamanho do efeito

Para interpretação dos tamanhos dos efeitos, utilizou-se a classificação proposta por Cohen (1992).

Para o coeficiente d, adotam-se os seguintes critérios:

- Pequeno: entre $|0,200|$ e $|0,499|$
- Médio: entre $|0,500|$ e $|0,799|$
- Grande: acima de $|0,800|$

Para o coeficiente r, adotam-se os seguintes critérios:

- Pequeno: entre $|0,100|$ e $|0,299|$;
- Médio: entre $|0,300|$ e $|0,500|$;
- Grande: acima de $|0,500|$.

5 RESULTADOS

5.1 DESENVOLVIMENTO DO ThAC

5.1.1 Apresentação

O ThAC contém atividades que trabalham o conteúdo acústico (espectral, temporal e intensidade do sinal). Estas envolvem a identificação ou a discriminação de sons que diferem acusticamente, como o reconhecimento de palavras ou a compreensão de fala no ruído. Ainda, o teste tem exercícios para a prática de habilidades de atenção e memória, integrando o uso das informações contextuais, de modo que as atividades se assemelhem às situações da vida cotidiana. As atividades do ThAC envolvem exposições a diversos fatores, como atenção, tomada de decisões e execução de tarefas.

5.1.2 Sobre o ThAC

O ThAC objetiva trabalhar as habilidades auditivas e cognitivas por meio de atividades em que estímulos (palavras, não palavras, textos) são apresentados simultaneamente a um ruído de fundo, que muda de intensidade de uma atividade para outra, de acordo com o desempenho do paciente. O grau de dificuldade se dá pela alteração da relação sinal-ruído entre as atividades.

São 13 os tipos de atividades, apresentadas de formas variadas e randômicas, quais sejam:

- Atividade tipo 1: Clique na alternativa correta
- Atividade tipo 2: Verdadeiro ou Falso

- Atividade tipo 3: Coloque em ordem
- Atividade tipo 4: As palavras são iguais?
- Atividade tipo 5: Números
- Atividade tipo 6: Qual a palavra?
- Atividade tipo 7: Conte os sons
- Atividade tipo 8: Frequência dos sons
- Atividade tipo 9: Duração dos sons
- Atividade tipo 10: Descubra a palavra
- Atividade tipo 11: Imagens
- Atividade tipo 12: Conte as palavras
- Atividade tipo 13: Tente ser rápido

Essas atividades são apresentadas de 56 formas diferentes, divididas em oito sessões contendo sete atividades.

5.1.3 Descrição das atividades

a) Atividade 1

Nome da atividade: Clique na alternativa correta

Como jogar: Escute atentamente o texto, e em seguida clique na alternativa correta para cada pergunta.

Habilidades Estimuladas: Figura-fundo auditiva, memória auditiva, memória operacional, compreensão oral e atenção auditiva.

O que melhora e quem se beneficia com esta atividade? Indivíduos que apresentam dificuldades em manter a atenção selecionada a um estímulo na

presença de ruído competitivo. Pessoas com dificuldades em memorizar uma informação enquanto mantêm a atenção focada.

Realizando essa atividade, podemos melhorar a capacidade de permanecer atento e compreender a fala na presença de um ruído competitivo.

O site sorteia de forma aleatória um texto e as suas respectivas perguntas dentre três opções, de acordo com o tema da sessão. A ordem das questões e das alternativas de cada texto também é sorteada de forma aleatória (Figura 2).

Figura 2 – Tela da atividade 1

b) Atividade 2

Nome da atividade: Verdadeiro ou Falso

Como jogar: Escute o texto com atenção, em seguida responda se as frases são verdadeiras ou falsas, clicando nas opções: VERDADEIRO ou FALSO.

Habilidades Estimuladas: Figura-fundo auditiva, memória auditiva, memória operacional, compreensão oral e atenção auditiva.

O que melhora e quem se beneficia com esta atividade? Indivíduos que apresentam dificuldades em manter a atenção selecionada a um estímulo na presença de ruído competitivo. Pessoas com dificuldades em memorizar uma informação enquanto mantêm a atenção focada.

Realizando essa atividade podemos melhorar a capacidade de permanecer atento e compreender a fala na presença de um ruído competitivo.

O site sorteia de forma aleatória um texto e as suas respectivas perguntas dentre três opções, de acordo com o tema da sessão. A ordem das questões e das alternativas de cada texto também é sorteada de forma aleatória (Figura 3).

Figura 3 – Tela da atividade 2

c) Atividade 3

Nome da atividade: Coloque em ordem

Como jogar: Escute atentamente o texto, em seguida coloque as partes na ordem correta.

Habilidades Estimuladas: Figura-fundo auditiva, atenção auditiva, memória auditiva e associação auditivo-visual.

O que melhora e quem se beneficia com esta atividade? Pessoas com distração, perda de foco, dificuldades na organização dos eventos sonoros no tempo, dificuldades em associar ideias, compreender informações e associá-las a ações, dificuldades em lembrar de uma sequência de ordens.

Realizando esta atividade, podemos melhorar a capacidade de atenção à informação auditiva, a habilidade de focar a atenção, associar ideias, identificar a compatibilidade entre a informação auditiva e a visual.

O site sorteia de forma aleatória um texto e as suas respectivas perguntas dentre três opções, de acordo com o tema da sessão. A ordem das questões e das alternativas de cada texto também é sorteada de forma aleatória (Figura 4).

Figura 4 – Tela da atividade 3

d) Atividade 4

Nome da atividade: As palavras são iguais?

Como jogar: Você ouvirá duas palavras, sua tarefa será identificar se as palavras são iguais. Preste bastante atenção e clique no SIM ou no NÃO.

Habilidades Estimuladas: Figura fundo auditiva, discriminação auditiva, atenção sustentada.

O que melhora e quem se beneficia com esta atividade? Pessoas com dificuldade em compreender em ambientes ruidosos, indivíduos com dificuldade em perceber pequenas nuances dos sons, como as necessárias para diferenciar sons semelhantes (pato/bato). Realizando esta atividade, podemos melhorar a capacidade de perceber diferenças sutis entre os sons.

O site sorteia, entre os pares de palavras, 10 pares para realização da atividade.

Figura 5 – Tela da atividade 4

e) *Atividade 5*

Nome da atividade: Números

Como jogar: Escute com atenção a sequência de números, em seguida, clique sobre os números na ordem em que você escutou.

Habilidades Estimuladas: Figura-fundo auditiva, memória auditiva, memória operacional, memória sequencial, ordenação temporal, associação auditiva visual.

O que melhora e quem se beneficia com esta atividade? Pessoas com dificuldade em compreender em ambientes ruidosos, memorizar uma sequência de informações e memorizar números. Realizando esta atividade, podemos melhorar a capacidade de memorizar uma sequência de informações, de compreender a comunicação em ambientes desfavoráveis e de memorizar números.

Essa atividade está dividida em três fases, a saber:

- Fase 1: sequência 3 números
- Fase 2: sequência 4 números
- Fase 3: sequência 5 números

Cada fase é composta por três sequências. A apresentação é sorteada pelo site.

Figura 6 – Tela da atividade 5

f) Atividade 6

Nome da atividade: Qual a palavra?

Como jogar: Escute com atenção, em seguida clique na palavra que você escutou.

Habilidades Estimuladas: Figura-fundo auditiva, compreensão oral, atenção auditiva e associação auditiva visual.

O que melhora e quem se beneficia com esta atividade? Pessoas com dificuldade em compreender a informação quando os sons são muito próximos; pessoas com dificuldade de manter uma informação memorizada enquanto devem compreender informações e associá-las à palavra escrita. Realizando esta atividade, podemos melhorar a capacidade de atenção à informação auditiva, raciocinar e realizar operações enquanto mantemos uma informação na memória. Também podemos melhorar a habilidade de focar a atenção, identificar a compatibilidade entre a informação auditiva e visual e a velocidade do processamento cerebral.

O site sorteia, entre os trios de palavras, 10 trios para realização da atividade. O som da palavra é apresentado e, em seguida, a palavra ouvida e outras duas semelhantes aparecem na tela.

Figura 7 – Tela da atividade 6

g) Atividade 7

Nome da atividade: Conte os sons

Como jogar: Você ouvirá uma sequência de sons, escreva quantas vezes esse som apareceu.

Habilidades Estimuladas: Figura-fundo auditiva, resolução temporal, memória auditiva, atenção sustentada e atenção auditiva.

O que melhora e quem se beneficia com esta atividade? Pessoas que não diferenciam alguns sons, que têm dificuldades para perceber a intenção do discurso de acordo com as pausas realizadas. Fazendo esta atividade, pode-se melhorar a capacidade de diferenciar sons semelhantes em palavras e compreender informações implícitas relacionadas a pausas no discurso.

Os sons apresentados têm as seguintes características:

- Frequência: 1000 Hz
- Duração: 250 ms
- Intervalo entre os estímulos: 30 ms

O site sorteia cinco sequências dentre as 10 disponíveis.

Figura 8 – Tela da atividade 7

h) Atividade 8.

Nome da atividade: Frequência dos sons

Como jogar: Você ouvirá os seguintes sons: GROSSO e FINO. Preste atenção na sequência de sons grossos e finos. Ouça e memorize as sequências para escolher sua resposta.

Habilidades Estimuladas: Figura-fundo, ordenação temporal (percepção do padrão de frequência), atenção auditiva, memória auditiva, memória sequencial, discriminação auditiva e associação auditivo-visual.

O que melhora e quem se beneficia com esta atividade? Pessoas com perda de foco, com dificuldade em perceber diferenças entre sons semelhantes; dificuldades na organização temporal dos eventos sonoros, e de lembrar uma sequência de ordens. Realizando esta atividade, podemos melhorar a capacidade de atenção à informação auditiva, perceber nuances acústicas necessárias para a discriminação de fonemas e melhorar a compreensão da comunicação.

Os sons apresentados têm as seguintes características:

Sequência de três sons:

- Frequências: 700 Hz (grosso) e 1300 Hz (fino)
- Duração: 300 ms
- Intervalo entre os estímulos: 150 ms

O site sorteia, de forma aleatória, 10 sequências.

Sequência de três sons:

- Frequências: 800 Hz (grosso) e 1200 Hz (fino)
- Duração: 300 ms
- Intervalo entre os estímulos: 180 ms

O site irá sortear cinco sequências dentre as 10 disponíveis.

Sequência de quatro sons:

- Frequência: 800 Hz (grosso) e 1200 Hz (fino)
- Duração: 300 ms
- Intervalo entre os estímulos: 150 ms

Figura 9 – Tela da atividade 8

i) Atividade 9

Nome da atividade: Duração dos sons

Como jogar: Você ouvirá os seguintes sons: CURTO e LONGO. Preste atenção na sequência de sons curtos e longos. Ouça e memorize as sequências para escolher sua resposta.

Habilidades Estimuladas: Figura-fundo, ordenação temporal (percepção do padrão de duração), atenção auditiva, memória auditiva, memória sequencial, discriminação auditiva e associação auditivo-visual.

O que melhora e quem se beneficia com esta atividade? Pessoas com perda de foco, com dificuldade em perceber diferenças entre sons semelhantes, com dificuldades na organização temporal dos eventos sonoros e de lembrar uma sequência de ordens. Realizando esta atividade, podemos: melhorar a capacidade de atenção à informação auditiva, perceber nuances acústicas

necessárias para a discriminação de fonemas, e melhorar a compreensão da comunicação.

Os sons apresentados têm as seguintes características:

Sequência de três sons:

- Frequência: 900 Hz
- Duração: 600 ms (longo) e 300 ms (curto)
- Intervalo entre os estímulos: 400 ms

Sequência de quatro sons:

- Frequência: 900 Hz
- Duração: 600 ms (longo) e 300 ms (curto)
- Intervalo entre os estímulos: 400 ms

Figura 10 – Tela da atividade 9

j) *Atividade 10*

Nome da atividade: Descubra a palavra!

Como jogar: Você escutará uma palavra com velocidade mais rápida. Escute com atenção e em seguida clique na palavra que você escutou.

Habilidades Estimuladas: Figura-fundo, fechamento auditivo, discriminação verbal e atenção auditiva.

O que melhora e quem se beneficia com esta atividade? Pessoas com dificuldade em compreender a informação quando a qualidade do sinal acústico está distorcido ou é falho, que se distraem e têm dificuldade de associar ideias. Realizando esta atividade, podemos: melhorar a capacidade de atenção à informação auditiva, associar ideias e compreender mensagens não explícitas.

O site sorteia, entre os trios de palavras, 10 trios para realização da atividade. Nas primeiras sessões, o som da palavra é apresentado 60% mais rápido, como demonstra a seguinte imagem:

Figura 11 – Palavra “cadeira”, à esquerda, com velocidade 60% mais rápida; e palavra “cadeira”, à direita, na velocidade original

Após apresentação da palavra distorcida, a tela do site mostra três opções de palavras em versão original.

Nas sessões seguintes, o som da palavra é apresentado 70% mais rápido, como demonstra a imagem a seguir:

Figura 12 – Palavra “futebol”, à esquerda, com velocidade 70% mais rápida, e palavra “futebol”, à direita, na velocidade original

Após a apresentação da palavra distorcida, a tela do site mostra três opções de palavras em versão original.

Figura 13 – Tela da atividade 10

k) *Atividade 11*

Nome da atividade: Imagens

Como jogar: Escute atentamente o que foi solicitado, em seguida clique no lugar correto da figura.

Habilidades Estimuladas: Figura-fundo auditiva e visual, atenção auditiva, associação auditivo-visual e controle inibitório.

O que melhora e quem se beneficia com esta atividade? Pessoas com dificuldades de: manter uma informação memorizada enquanto realiza uma ação; compreender informações e associá-las a figuras e ações; identificar incompatibilidades entre a informação auditiva e a visual. Realizando esta atividade, podemos: melhorar a capacidade de atenção à informação auditiva, memorizar, raciocinar e realizar operações enquanto mantemos uma informação na memória, melhorar a habilidade de focar a atenção, associar ideias e identificar a compatibilidade entre a informação auditiva e a visual.

O site irá sortear de forma aleatória uma figura e as suas respectivas solicitações dentre as três opções. A ordem das solicitações de cada figura também será sorteada de forma aleatória.

Figura 14 – Tela da atividade 11

l) Atividade 12

Nome da atividade: Conte as palavras

Como jogar: Você ouvirá uma sequência de sons. Escreva quantas vezes você ouviu a palavra solicitada.

Habilidades Estimuladas: Figura-fundo auditiva, discriminação auditiva, atenção auditiva, memória de trabalho.

O que melhora e quem se beneficia com esta atividade? Pessoas com perda de foco, dificuldades na discriminação de sons em sequências, e dificuldades na percepção das variações e modulações dos sons. Realizando essa atividade, podemos: melhorar a capacidade de atenção à informação auditiva e a habilidade de focar a atenção. O site irá sortear 10 sequências de palavras dentre as disponíveis.

Figura 15 – Tela da atividade 12

m) Atividade 13

Nome da atividade: Tente ser rápido

Como jogar: Você vai ouvir alguns sons. Quando aparecer uma palavra diferente, clique no local indicado. Mas tente ser rápido.

Habilidades Estimuladas: Figura fundo-auditiva, memória sequencial, discriminação auditiva, planejamento de ação, controle motor, controle inibitório, memória operacional.

O que melhora e quem se beneficia com esta atividade? Pessoas com dificuldades em perceber diferenças sutis entre os sons da fala; com dificuldades em planejar e executar respostas; e pessoas com dificuldades nas funções executivas. Realizando esta atividade, podemos: melhorar a capacidade de perceber mínimas diferenças entre os sons, de manter informações auditivas enquanto executa ações, e melhorar a correspondência entre as áreas auditivas, visuais e motoras do cérebro.

O site irá sortear as sequências de forma aleatória. O intervalo entre as palavras é de 300 ms.

Figura 16 – Tela da atividade 13

Todas as atividades apresentam o ícone “Ajuda”, que quando clicado, mostra as seguintes informações: como jogar, habilidades estimuladas, e quem se beneficia com a atividade (Figura 17).

Figura 17 – Ícone “Ajuda”, destacado em vermelho, e respectiva caixa de diálogo

5.1.4 Ruído de fundo utilizado

As atividades foram inicialmente realizadas com relação sinal-ruído (R S/R) neutra ($R S/R=0$). Se a meta de 70% de respostas corretas em dada atividade fosse atingida, a próxima teria maior grau de dificuldade, na qual a relação sinal-ruído seria diminuída em 2dB. Caso o paciente continuasse a acertar mais de 70% da atividade, a relação sinal-ruído era novamente diminuída em 2 dB. Esse processo continuaria sucessivamente a cada atividade, até que se atingisse a estabilização da R S/R no valor mínimo de -10 dBNA.

Entretanto, caso o indivíduo obtivesse entre 30 e 70% de acertos, teria que refazê-la com a mesma relação S-R; se acertasse menos de 30%, teria que refazê-la com aumento de 2 dB em comparação com o valor estimado da relação S-R. Assim, diminuía-se o grau de dificuldade, conforme estipulado por Chermak e Musiek (2002).

Essas mudanças de intensidade foram implementadas para que as atividades continuassem sempre desafiadoras e motivadoras. A dinâmica do funcionamento das atividades pode ser melhor observada a partir do esquema a seguir:

Figura 18 – Fluxograma das atividades a respeito da relação sinal ruído com base em Calarga et al. (2018)

5.1.5 Desenvolvimento do site

Os estímulos, ou seja, palavras, não palavras e textos do ThAC, foram desenvolvidos pela pesquisadora e autora desta tese com base em temas e layout direcionados para o público adulto. Adotaram-se os seguintes critérios:

- **Palavras:** escolhidas pela pesquisadora de forma foneticamente balanceada, considerando: sensibilidade, familiaridade, presença de diferentes fonemas representativos de ocorrência na língua portuguesa, e homogeneidade dos itens em termos de características auditivas. Foram utilizadas palavras monossilábicas, dissilábicas e trissilábicas. Todas as palavras foram gravadas no mesmo nível de intensidade.
- **Não palavras:** escolhidas pela pesquisadora levando em consideração frequência, duração e intervalo utilizados nos seguintes testes: Teste Padrão de Frequência (TPF), Teste Padrão de Duração (TPD) e *Gap in Noise* (GIN).

Para o treinamento, foram utilizados parâmetros semelhantes aos dos testes, mas com níveis de dificuldade diferentes para proporcionar o aprendizado do paciente. Os testes utilizados como parâmetro têm as seguintes características:

- **TPF:** sequências de três tons, os quais podem ser graves (G) (880 Hz) ou agudos (A) (1122 Hz). Cada tom dura 200 milissegundos (ms), havendo um intervalo de 150 ms entre os tons e de 6 segundos entre as sequências. Estas variam entre seis possibilidades: AAG, AGA, AGG, GGA, GAG e GAA.

- **TPD:** sequências de três tons que diferiam quanto à duração: tons puros longos (L) (500ms) e curtos (C) (250ms), com intervalo de 300ms entre os tons. A frequência é mantida constante em 1000 Hz. O teste Padrão de Duração permite seis possibilidades de combinação: LLC, LCL, LCC, CLL, CLC e CCL.
- **GIN:** série de estímulos de seis segundos de ruído branco, na qual são inseridos, randomicamente, intervalos de silêncio de diferentes durações (2, 3, 4, 5, 6, 8, 10, 12, 15, 20 milissegundos). A média encontrada nos estudos para detecção do *gap* é de aproximadamente 4 ms (Samelli, 2005).
- **Textos:** escritos pela pesquisadora para o público adulto de acordo com os temas determinados para as atividades (culinária, países e música), baseado em informações da Wikipédia (<https://pt.wikipedia.org>). Foi considerado o nível de complexidade linguística das produções e a constância na apresentação dos textos.

Para a elaboração de um material o mais homogêneo possível, os textos foram controlados em sua extensão. Também foi priorizada sua fácil compreensão e o uso de uma linguagem próxima da ordinária. Todos os textos foram gravados no mesmo nível de intensidade.

O ThAC foi desenvolvido por um engenheiro de computação na linguagem C# da Microsoft utilizando a tecnologia ASP.NET MVC 5 com .NET Framework 4.5, com cadastro e acesso de informações do banco de dados MS-SQL Server 2008 R2.

O layout foi criado por um designer gráfico, utilizando os softwares Adobe Illustrator e Adobe Photoshop. O logotipo e o ambiente de fundo foram criados a

partir de *briefing* elaborado pela pesquisadora e discutido com o designer. Assim, foram escolhidas as fontes, as cores e feito o *design thinking* (resoluções criativas e eficazes para diferentes tipos de problemas) para tornar o layout didático, e a experiência do usuário mais dinâmica e prazerosa.

Também foi utilizada a biblioteca *jQuery* para execução de *JavaScript* para os efeitos e as validações adequadas. Já o controle de atividades e do código-fonte foi efetuado no TFS (*Team Foundation System*).

O desenvolvimento adequado ou manutenção da plataforma foi efetuado através da IDE (*Integration Development Environment*).

5.1.6 Mixagem dos estímulos

Ao final de cada etapa do processo, os estímulos foram verificados individualmente. Após a programação, o site foi testado por pesquisadoras especialistas em treinamento auditivo para verificar a presença de possíveis erros ou falhas. Também foi verificada a certificação do material a fim de saber se ele estava apto a prover o estímulo da compreensão da fala no ruído. Cada sessão apresenta-se graficamente de acordo com um ambiente específico. Os ambientes são: restaurante, sala de reunião, sala de estar, escritório, mesa de refeição em casa, shopping, aeroporto e festa. Os ambientes foram selecionados pela autora desta tese para simular situações da vida cotidiana.

Além disso, cada sessão apresenta textos relacionados aos seguintes temas: culinária, países ou música. Os temas também foram escolhidos pela pesquisadora visando aos assuntos que poderiam ser de interesse do público-alvo. A apresentação gráfica pode ser melhor compreendida no quadro a seguir:

5.1.7 Site ThAC

O site está alocado no seguinte endereço eletrônico: www.thaudiocognitivas.com.br. A Figura 19, a seguir, ilustra a tela inicial do sistema.

Figura 19 – Tela inicial do ThAC

Nas próximas linhas serão descritos alguns exemplos de textos, perguntas, palavras e dinâmicas realizadas no ThAC.

a) Atividade 1: Clique na alternativa correta

Quando os imigrantes japoneses chegaram ao Brasil, no começo do século passado, trouxeram na bagagem a sua culinária. No início a comida era considerada exótica, mas com o tempo foi ganhando tradição e prestígio, deixando de ser rara especiaria para ser tratada como alimentação saudável. A maneira como os pratos são apresentados chamam a atenção não apenas pela beleza e variedade de cores e sabores, mas também pelo equilíbrio e o perfil saudável de cada elemento que mostra uma cultura de habitantes com muita qualidade de vida e maior longevidade.

- O texto fala de qual culinária?

- Japonesa
- Francesa
- Mexicana

Alternativa correta: Japonesa

- A culinária atualmente é considerada:

- Muito exótica
- Alimentação saudável
- Rara especialidade

Alternativa correta: Alimentação saudável

- Por que os pratos chamam a atenção?

- Pelo equilíbrio e perfil saudável
- Apenas pelas cores
- Apenas pela beleza

Alternativa correta: Pelo equilíbrio e perfil saudável

b) Atividade 2: Verdadeiro ou Falso

A cozinha francesa é conhecida mundialmente pela sua qualidade e diversidade. Resultado de uma herança de séculos, ela está, no entanto, em constante evolução, graças aos seus chefs que não param de reinventar a fim de sempre surpreender.

Em toda região do país há comida tradicional, que é apreciada por moradores e turistas. Os visitantes encontram alimentos e pratos diferentes em cada região. A comida do norte, por exemplo, é diferente da do sul.

Experimentar a comida francesa, além de ser prazeroso, refina o paladar. Trabalhar em pratos desenvolve as habilidades na cozinha. Isso porque a culinária francesa mistura uma quantidade de especiarias de uma maneira certa, as quais dão um aroma singular aos pratos.

- A cozinha francesa é conhecida mundialmente pela sua qualidade e diversidade.

- Verdadeiro
- Falso

Alternativa correta: Verdadeiro

- A comida do norte e do sul são muito parecidas.

- Verdadeiro
- Falso

Alternativa correta: Falso

- Os chefs franceses sempre reinventam pratos a fim de sempre surpreender.

- Verdadeiro
- Falso

Alternativa correta: Verdadeiro

c) Atividade 3: Coloque em ordem

A história do chocolate se inicia por meio dos astecas, os quais desenvolveram uma espécie de bebida com grãos de cacau torrados, especiarias e mel. Tal conhecimento foi transmitido e aprimorado em várias civilizações pré-colombianas. Quando os europeus chegaram ao México e entraram em contato com os costumes dos astecas, um conquistador espanhol logo conheceu o chocolate e o levou para o continente europeu.

Entretanto, até então, o chocolate consistia em uma bebida amarga e fria, preparada a partir da fruta do cacaueiro, árvore nativa das regiões tropicais da América. Foi na Europa que o cacau acabou sendo aprimorado.

Em 1825 foi criada uma forma de separar o licor da manteiga de cacau. Com o licor, criou-se um chocolate em pó de melhor qualidade, o que tornou possível a criação do primeiro chocolate em barra.

Parte 1

A história do chocolate se inicia por meio dos astecas, os quais desenvolveram uma espécie de bebida com grãos de cacau torrados, especiarias e mel. Tal conhecimento foi transmitido e aprimorado em várias civilizações pré-colombianas. Quando os europeus chegaram ao México e entraram em contato com os costumes dos astecas, um conquistador espanhol logo conheceu o chocolate e o levou para o continente europeu.

Parte 2

Entretanto, até então, o chocolate consistia em uma bebida amarga e fria, preparada a partir da fruta do cacaueiro, árvore nativa das regiões tropicais da América. Foi na Europa que o cacau acabou sendo aprimorado.

Parte 3

Em 1825 foi criada uma forma de separar o licor da manteiga de cacau. Com o licor, criou-se um chocolate em pó de melhor qualidade, o que tornou possível a criação do primeiro chocolate em barra.

d) Atividade 4: As palavras são iguais?

Pares de palavras:

Amora-aroma

Orelha-ovelha

Cadeira-cadeira

e) Atividade 5: Números

Sequência 3 números:

54, 78, 47

53, 67, 56

12, 74, 87

Sequência 4 números:

64, 73, 25, 57

52, 33, 68, 34

15, 63, 39, 72

Sequência 5 números:

21, 53, 65, 92, 34

52, 80, 61, 43, 89

77, 67, 54, 35, 98

f) Atividade 6: Qual a palavra?

Trios de palavras:

Cobrar

Cortar – cobrar – cantar

Coçar

Cassar – coçar – calçar

Raiz

Raiz – país – nariz

g) Atividade 7: Conte os sons

Os sons apresentados têm as seguintes características:

Frequência: 1000 Hz

Duração: 250 ms

Intervalo entre os estímulos: 30 ms

As sequências apresentadas têm as seguintes respostas:

- 7

- 12

- 8

h) Atividade 8: Frequência dos sons

Os sons apresentados têm as seguintes características:

Sequência de 3 sons.

Frequências: 700 Hz (grosso) e 1300 Hz (fino)

Duração: 300 ms

Intervalo entre os estímulos: 150 ms

- FFG

Alternativas de respostas:

- FFG
- GGF
- GFG

- GFG

Alternativas de respostas:

- GGF
- FFG
- GFG

- GGF

Alternativas de respostas:

- GFG

- FFG
- GGF

i) Atividade 9: Duração dos sons

Frequências: 900 Hz

Duração: 600 ms (longo) e 300 ms (curto)

Intervalo entre os estímulos: 400 ms

- LLC

Alternativas de respostas:

- LLC
- CLC
- CCL

- CCL

Alternativas de respostas:

- CCL
- LLC
- CLC

- CLC

Alternativas de respostas:

- LLC
- CLC
- LCL

j) *Atividade 10: Descubra a palavra*

Cadeira

cadeira

madeira

esteira

Computador

despertador

computador

ventilador

Joelho

espelho

aparelho

joelho

k) Atividade 11: Imagens

Figura 20 – Imagem utilizada na atividade “Imagens”

- Clique na menina loira com camiseta rosa
- Clique na montanha
- Clique no capuz do menino loiro
- Clique na camisa xadrez
- Clique na menina morena com blusa azul

l) Atividade 12: Conte as palavras

- A palavra é vilão.

vilão – vilão- filão – vilão- vilão – vilão- filão – vilão- vilão – vilão-
filão – filão- filão – filão- vilão

Resposta: 9

- A palavra é dentada

dentada- tentada- tentada – tentada- dentada- tentada- tentada –
tentada - dentada- tentada- tentada - dentada- tentada- dentada – tentada

Resposta: 5

- A palavra é uma

uma –una – uma- uma –uma - uma –uma – una- uma –uma - una –
uma – uma- uma –uma

Resposta:12

m) Atividade 13: Tente ser rápido

- cá cá cá cá cá pá

- chá chá chá chá chá chá chá sá

- nhá nhá nhá nha

5.2 CARACTERIZAÇÃO DA AMOSTRA DO ESTUDO

A Tabela 1 apresenta a distribuição da amostra de acordo com as categorias das variáveis *Gênero* e *Escolaridade*.

Tabela 1 – Caracterização da amostra quanto ao gênero e à escolaridade

Variável	Categorias	Frequência absoluta (n)	Frequência relativa (%)
Gênero	Feminino	29	76,32
	Masculino	9	23,68
Escolaridade	Ensino Médio	9	23,68
	Ensino Superior	29	76,32

Tabela 2 – Caracterização da amostra do estudo em relação à idade

Variável	Média	DP	Mediana	Mín.	Máx.
Idade (anos)	34,89 [32,23, 37,37]	8,28	34,00 [32,00, 37,00]	21,00	49,00

Legenda: DP: Desvio padrão; Mín.: Mínimo; Máx.: Máximo.

5.3 COMPARAÇÃO DOS MOMENTOS PRÉ E PÓS-TREINAMENTO EM RELAÇÃO AO DESEMPENHO EM TESTES COGNITIVOS E DE PROCESSAMENTO AUDITIVO

A Tabela 3 apresenta as medidas de tendência central e de dispersão do desempenho em testes cognitivos e de processamento auditivo para a amostra do estudo de acordo com o momento.

Tabela 3 – Valores descritivos e análise comparativa dos momentos em relação ao desempenho em testes cognitivos e de processamento auditivo

Variável	Mom.	Média	DP	Mediana	Mín.	Máx.	p	T.E.
MoCA (pontos)	Pré	23,32 [22,34, 24,29]	3,21	24,00 [23,00, 25,00]	17,00	29,00	< 0,001*	0,991
	Pós	26,50 [25,84, 27,13]	2,25	27,00 [27,00, 27,00]	21,00	30,00		
TFRB OD (%)	Pré	85,16 [82,01, 87,89]	10,10	88,00 [84,00, 88,00]	64,00	100	< 0,001*	1,188
	Pós	97,16 [95,26, 98,63]	9,77	100 [100, 100]	56,00	100		
TFRB OE (%)	Pré	88,95 [85,47, 91,79]	5,49	92,00 [92,00, 92,00]	72,00	100	< 0,001*	0,959
	Pós	98,32 [96,95, 99,47]	4,12	100 [100, 100]	84,00	100		
TDD OD (%)	Pré	94,74 [91,32, 98,37]	9,33	97,50 [95,00, 100]	50,00	100	0,001*	0,465
	Pós	99,08 [98,16, 99,87]	7,56	100 [100, 100]	60,00	100		
TDD OE (%)	Pré	94,93 [92,27, 97,03]	2,81	97,50 [97,50, 97,50]	90,00	100	< 0,001*	0,558
	Pós	99,14 [98,36, 99,74]	2,42	100 [100, 100]	90,00	100		
TPF (%)	Pré	73,16 [65,00, 81,25]	24,77	81,50 [66,50, 93,00]	0,00	100	< 0,001*	0,735
	Pós	91,37 [86,21, 96,11]	15,11	100 [100, 100]	53,00	100		
GIN (ms)	Pré	6,47 [5,53, 7,50]	3,47	5,00 [4,50, 6,00]	3,00	15,00	< 0,001*	0,463
	Pós	4,87 [4,42, 5,37]	1,58	4,00 [4,00, 4,00]	3,00	10,00		

Teste t de Student para amostras pareadas.

Legenda: DP: Desvio padrão; Mom: Momento; Mín.: Mínimo; Máx.: Máximo; T.E.: Tamanho do efeito; *: Valor estatisticamente significativo no nível de 5% ($p \leq 0,05$).

Os resultados da Tabela 3 demonstram que houve diferença estatisticamente significativa entre os momentos em relação ao desempenho em todos os testes. Para o GIN, o momento pós apresentou menores valores e, para as demais variáveis, o momento pós apresentou maiores valores em comparação ao momento pré. Sendo assim, observou-se melhora do desempenho nos testes cognitivos e de processamento auditivo após a realização do treinamento.

5.4 CARACTERIZAÇÃO DO DESEMPENHO DA AMOSTRA DO ESTUDO NAS ATIVIDADES DO TREINAMENTO

A Tabela 4 apresenta as medidas de tendência central e de dispersão da média do desempenho nas atividades do treinamento.

Tabela 4 – Caracterização da amostra do estudo em relação ao desempenho nas atividades do treinamento. (continua)

Variável	Média	DP	Mediana	Mín.	Máx.
A1 (%)	94,79 [92,84, 96,63]	5,89	95,88 [95,88, 95,88]	79,38	100
A2 (%)	90,77 [86,92, 94,25]	11,89	91,75 [91,75, 100]	58,50	100
A3 (%)	99,29 [98,59, 100]	3,03	100 [100, 100]	86,60	100
A4 (%)	94,37 [91,95, 96,37]	6,69	96,00 [96,00, 96,00]	72,00	100
A5 (%)	63,82 [59,47, 68,64]	14,22	59,67 [56,00, 68,83]	45,00	96,33
A6 (%)	99,74 [99,54, 99,93]	0,78	100 [100, 100]	97,50	100
A7 (%)	35,53 [29,74, 41,71]	19,58	32,50 [25,00, 40,00]	0,00	90,00
A8 (%)	75,26 [70,61, 79,56]	13,44	76,67 [76,67, 76,67]	36,67	96,67
A9 (%)	91,18 [86,32, 95,26]	15,13	100 [100, 100]	35,00	100
A10 (%)	98,00 [97,32, 98,53]	2,18	98,00 [98,00, 98,00]	90,00	100

Tabela 4 – Caracterização da amostra do estudo em relação ao desempenho nas atividades do treinamento. (conclusão)

Variável	Média	DP	Mediana	Mín.	Máx.
A11 (%)	96,51 [94,93, 97,96]	4,92	100 [100, 100]	80,00	100
A12 (%)	94,57 [92,73, 96,31]	5,84	95,88 [95,88, 95,88]	79,38	100

Legenda: DP: Desvio padrão; Mín.: Mínimo; Máx.: Máximo.

Os resultados da Tabela 4 demonstram, por meio da interpretação dos intervalos de confiança de 95%, que as atividades A5 e A7 foram as únicas que não mantiveram taxa de acertos acima de 70%. Nesse caso, a pesquisadora optou por mudar os parâmetros dessas atividades.

A atividade “Números”, em um primeiro momento, seguiu os seguintes critérios:

Dividida em três fases:

- Fase 1: sequência 3 números
- Fase 2: sequência 4 números
- Fase 3: sequência 5 números

Cada fase é composta por 3 sequências e a apresentação será sorteada pelo site. Depois de os sujeitos terem apresentado dificuldade na realização da atividade, ela passou a apresentar as seguintes características:

Dividida em duas fases:

- Fase 1: sequência 3 números
- Fase 2: sequência 4 números

Cada fase é composta por 3 sequências e a apresentação será sorteada pelo site.

A atividade “Conte os sons”, em um primeiro momento, seguiu os seguintes critérios:

Sons apresentados:

- Frequência: 1000 Hz
- Duração: 250 ms
- Intervalo entre os estímulos: 30 ms

O site sorteia 5 sequências dentre as 10 disponíveis.

Depois de os sujeitos terem apresentado dificuldade na realização da atividade, os sons passaram a apresentar as seguintes características:

Sons apresentados:

- Frequência: 1000 Hz
- Duração: 300 ms
- Intervalo entre os estímulos: 100 ms

O site sorteia 5 sequências dentre as 10 disponíveis.

As atividades com os parâmetros modificados foram realizadas pelos 38 sujeitos (100%) que finalizaram o ThAC, em dois momentos diferentes, com a relação sinal ruído 0 dB.

A Tabela 5 apresenta as medidas de tendência central e de dispersão da média do desempenho nas A5 e A7 revisadas.

Tabela 5 – Caracterização da amostra do estudo em relação ao desempenho nas atividades A5 e A7 revisadas.

Variável	Média	DP	Mediana	Mín.	Máx.
A5 (%)	90,61 [87,92, 93,29]	9,43	91,50 [83,00, 100]	74,50	100
A7 (%)	73,42 [69,21, 77,63]	14,38	70,00 [70,00, 70,00]	60,00	100

Legenda: DP: Desvio padrão; Mín.: Mínimo; Máx.: Máximo.

Os resultados da Tabela 5 demonstram, por meio da interpretação dos intervalos de confiança de 95%, que as atividades A5 e A7 alcançaram taxa de acerto de 70%. É válido notar, no entanto, que o limite inferior do intervalo de confiança de 95% da taxa de acertos na atividade A7 ficou discretamente abaixo de 70%.

5.5 COMPARAÇÃO DAS SESSÕES EM RELAÇÃO AO DESEMPENHO DE ACORDO COM A ATIVIDADE DO TREINAMENTO

Para a comparação das sessões em relação ao desempenho de acordo com a atividade do treinamento, as atividades A3 e A6 foram excluídas uma a vez que não apresentaram número amostral suficiente para a realização de análises inferenciais. Para a análise, foram considerados apenas os indivíduos que não apresentaram taxa de acertos de 100% na primeira sessão referente a essas atividades.

Além disso, o número amostral por atividade variou devido ao fato de que, para cada atividade, quantidades diferentes de indivíduos apresentaram taxas de acerto abaixo de 100%.

A Tabela 6 apresenta uma análise da distribuição dos dados referentes à taxa de acertos nas atividades de acordo com a sessão e com a atividade. A intenção dessa análise foi verificar se os dados obedecem aos pressupostos de normalidade, de modo a auxiliar na decisão da escolha do teste para comparação dessas variáveis (teste paramétrico ou não paramétrico). Utilizou-se o teste de Shapiro-Wilk para verificar o cumprimento do pressuposto de normalidade.

Tabela 6 – Análise da distribuição dos dados referentes à taxa de acertos nas atividades de acordo com a sessão e com a atividade

Atividade	Sessão	Estatística do teste	Teste de Shapiro-Wilk Valor de p
A1	S1	0,366	< 0,001*
	S2	0,594	< 0,001*
	S3	0,594	< 0,001*
	S4	0,509	< 0,001*
	S5	0,366	< 0,001*
	S6	0,655	< 0,001*
	S7	0,366	< 0,001*
	S8	0,366	< 0,001*
A2	S1	0,425	< 0,001*
	S3	0,678	< 0,001*
	S4	0,793	0,008*
	S5	0,625	< 0,001*
A4	S1	0,596	< 0,001*
	S2	0,664	< 0,001*
	S3	0,617	< 0,001*
	S6	0,401	< 0,001*
	S7	0,316	< 0,001*
A8	S2	0,834	0,001*
	S6	0,722	< 0,001*
	S8	0,940	0,123
A9	S6	0,682	< 0,001*
	S8	0,716	< 0,001*
A10	S2	NC	NC
	S3	0,390	< 0,001*
	S4	NC	NC
	S7	0,655	< 0,001*
	S8	NC	NC
A11	S1	0,676	0,001*
	S2	0,418	< 0,001*
	S3	0,566	< 0,001*
	S4	0,566	< 0,001*
A12	S1	0,366	< 0,001*
	S2	0,594	< 0,001*
	S3	0,594	< 0,001*
	S4	0,509	< 0,001*
	S5	0,366	< 0,001*
	S6	0,655	< 0,001*
	S7	0,366	< 0,001*
	S8	0,366	< 0,001*

Legenda: *: Valor estatisticamente significativo no nível de 5% ($p \leq 0,05$).

NC: Não calculável, pois a variável apresentou um comportamento constante.

No que diz respeito às análises envolvendo pelo menos uma distribuição que violou o pressuposto de normalidade (isto é, que apresentaram p-valor $\leq 0,05$, destacada em negrito e acompanhadas de um asterisco na tabela), optou-se por utilizar testes não paramétricos, uma vez que a utilização de um teste paramétrico em um conjunto de dados com distribuição não normal poderia levar ao enviesamento dos cálculos. No tocante às análises envolvendo apenas distribuições que não violaram o pressuposto de normalidade, optou-se por utilizar testes paramétricos.

A Tabela 7 apresenta as medidas de tendência central e de dispersão da taxa de acertos para cada sessão, de acordo com a atividade. Igualmente, mostra a comparação das sessões por meio dos testes t de Student para amostras pareadas, a análise de variância univariada (ANOVA) com um fator de medidas repetidas (paramétricos), o teste de postos sinalizados de Wilcoxon e ANOVA de Friedman (não paramétricos), de acordo com os critérios discutidos anteriormente.

Tabela 7 – Valores descritivos e análise comparativa das sessões em relação à taxa de acertos de acordo com cada atividade. (continua)

Atividade	Sessão	n	Média	DP	Mediana	Mín.	Máx.	p
A1	S1	10	63,70	10,44	67,00	34,00	67,00	< 0,001 ^{*a}
	S2	10	76,90	15,94	67,00	67,00	100	
	S3	10	90,10	15,94	100	67,00	100	
	S4	10	93,40	13,91	100	67,00	100	
	S5	10	96,70	10,44	100	67,00	100	
	S6	10	83,50	17,39	83,50	67,00	100	
	S7	10	96,70	10,44	100	67,00	100	
	S8	10	96,70	10,44	100	67,00	100	
A2	S1	11	61,73	20,65	67,00	0,00	76,00	0,032 ^{*a}
	S3	11	79,82	16,22	67,00	67,00	100	
	S4	11	75,91	21,54	67,00	33,00	100	
	S5	11	88,00	16,65	100	67,00	100	

Tabela 7 – Valores descritivos e análise comparativa das sessões em relação à taxa de acertos de acordo com cada atividade (conclusão)

Atividade	Sessão	n	Média	DP	Mediana	Mín.	Máx.	p
A4	S1	24	80,42	16,81	90,00	30,00	90,00	< 0,001 ^{*a}
	S2	24	90,00	15,60	95,00	40,00	100	
	S3	24	95,83	7,17	100	80,00	100	
	S6	24	98,33	4,82	100	80,00	100	
	S7	24	98,33	5,65	100	80,00	100	
A5	S1	37	55,11	12,54	56,00	45,00	89,00	< 0,001 ^{*b}
	S6	37	63,73	15,74	56,00	45,00	100	
	S8	37	69,97	16,33	67,00	45,00	100	
A7	S2	38	30,00	19,86	25,00	0,00	90,00	< 0,001 ^{*c}
	S4	38	41,05	21,53	40,00	0,00	100	
A8	S2	27	70,00	21,66	70,00	20,00	90,00	< 0,001 ^{*a}
	S6	27	90,00	14,14	90,00	40,00	100	
	S8	27	56,30	20,97	50,00	20,00	90,00	
A9	S6	17	77,65	20,47	90,00	20,00	90,00	0,033 ^{*d}
	S8	17	83,53	16,18	90,00	40,00	100	
A10	S2	9	90,00	0,00	90,00	90,00	90,00	< 0,001 ^{*a}
	S3	9	98,89	3,33	100	90,00	100	
	S4	9	100	0,00	100	100	100	
	S7	9	95,56	5,27	100	90,00	100	
	S8	9	100	0,00	100	100	100	
A11	S1	8	78,75	8,35	80,00	60,00	90,00	0,001 ^{*a}
	S2	8	97,50	7,07	100	80,00	100	
	S3	8	95,00	9,26	100	80,00	100	
	S4	8	95,00	9,26	100	80,00	100	
A12	S1	10	63,70	10,44	67,00	34,00	67,00	< 0,001 ^{*a}
	S2	10	76,90	15,94	67,00	67,00	100	
	S3	10	90,10	15,94	100	67,00	100	
	S4	10	93,40	13,91	100	67,00	100	
	S5	10	96,70	10,44	100	67,00	100	
	S6	10	83,50	17,39	83,50	67,00	100	
	S7	10	96,70	10,44	100	67,00	100	
	S8	10	96,70	10,44	100	67,00	100	

ANOVA de Friedman (^a), ANOVA com um fator de medidas repetidas (^b), Teste t de Student para amostras pareadas (^c), Teste de postos sinalizados de Wilcoxon (^d).

Legenda: DP: Desvio padrão; Mín.: Mínimo; Máx.: Máximo; *: Valor estatisticamente significativo no nível de 5% ($p \leq 0,05$).

Os resultados da Tabela 7 demonstram que houve diferença estatisticamente significativa entre as sessões para todas atividades. No que concerne às atividades com mais de duas sessões, a análise *post hoc*, foi

conduzida por meio: da aplicação com correção de Bonferroni; de testes t de Student para amostras pareadas para o caso da atividade A5; e de testes de postos sinalizados de Wilcoxon para as demais atividades, com cálculo do tamanho do efeito da diferença por meio dos coeficientes d (Cohen, 1992) e r (Rosenthal, 1991). A análise mostrou que:

- A1: houve diferença estatisticamente significativa entre S1 e S5 ($p = 0,024$, $r = 0,745$), S1 e S7 ($p = 0,024$, $r = 0,745$) e S1 e S8 ($p = 0,024$, $r = 0,745$), sendo que S5, S7 e S8 apresentaram maior taxa de acertos em comparação a S1
- A2: não houve diferença estatisticamente significativa para todas as comparações *post hoc*, demonstrando uma diferença geral entre as sessões, mas não sendo possível identificar quais sessões diferiram entre si
- A4: houve diferença estatisticamente significativa entre S1 e S2 ($p = 0,022$, $r = 0,441$), S1 e S3 ($p < 0,001$, $r = 0,646$), S1 e S6 ($p < 0,001$, $r = 0,777$) e S1 e S7 ($p < 0,001$, $r = 0,771$), sendo que S2, S3, S6 e S7 apresentaram maior taxa de acertos em comparação a S1
- A5: houve diferença estatisticamente significativa entre S1 e S6 ($p < 0,001$, $d = 0,688$), S1 e S8 ($p < 0,001$, $d = 1,185$) e entre S6 e S8 ($p = 0,016$, $d = 0,397$), sendo que S8 apresentou maior taxa de acertos em comparação a S6 e S1, enquanto S6 apresentou maior taxa de acertos em comparação a S1
- A8: houve diferença estatisticamente significativa entre S2 e S6 ($p = 0,001$, $r = 0,500$) e S6 e S8 ($p < 0,001$, $r = 0,778$), sendo que S6 apresentou maior taxa de acertos em comparação a S2 e S8

- A10: houve diferença estatisticamente significativa entre S2 e S3 ($p = 0,029$, $r = 0,681$), S2 e S4 ($p = 0,008$, $r = 0,791$) e S2 e S8 ($p = 0,008$, $r = 0,791$), de modo que S3, S4 e S8 apresentaram maior taxa de acertos em comparação a S2
- A11: houve diferença estatisticamente significativa entre S1 e S2 ($p = 0,030$, $r = 0,702$), sendo que S2 apresentou maior taxa de acertos em comparação a S1
- A12: houve diferença estatisticamente significativa entre S1 e S5 ($p = 0,024$, $r = 0,745$), S1 e S7 ($p = 0,024$, $r = 0,745$) e S1 e S8 ($p = 0,024$, $r = 0,745$), de modo que S5, S7 e S8 apresentaram maior taxa de acertos em comparação a S1.

Para A7 e A9, os valores dos tamanhos dos efeitos foram de, respectivamente, 0,556 (d) e 0,365 (r).

Por conseguinte, observou-se melhora do desempenho ao longo das sessões para a maioria das atividades do treinamento, com exceção da atividade S8, para a qual o desempenho apresentou melhora, seguida de piora.

Os resultados do presente estudo demonstram, por meio da interpretação dos intervalos de confiança de 95%, que as atividades “Números” e “Conte os sons” foram as únicas que não mantiveram taxa de acertos acima de 70%. Por essa razão, a pesquisadora optou por mudar os parâmetros dessas atividades, como descrito anteriormente.

6 DISCUSSÃO

Neste capítulo abordam-se o desenvolvimento do ThAC, as características da amostra do estudo, bem como de seu desempenho e a aplicabilidade das atividades. Por fim, são tecidas observações finais.

6.1 DESENVOLVIMENTO DO ThAC

O treinamento auditivo já é uma realidade e o seu uso já está seguramente estabelecido em pacientes com distúrbios de PA. No entanto, o treinamento auditivo formal para adultos e idosos, embora seja possível, nem sempre é viável, pois tarefas que envolvem informações de escuta difícil podem causar frustração, desânimo e desistência.

Consequentemente, procurou-se desenvolver um programa de treinamento que pudesse ser prazeroso, lúdico, interessante e voltado para o público adulto, e que considerasse, também, os temas e o layout utilizado.

6.1.1 Sobre o ThAC

Este estudo se propôs a seguir os passos de Musiek e Schochat (1998), que também propuseram um modelo de treinamento auditivo a partir da definição de critérios para desenvolver um programa com tempo pré estabelecido e registro de acerto e erro por sessão. As tarefas fundamentais desenvolvidas no ThAC se basearam na descrição de Musiek et al. (2002).

Os fatores relevantes para o bom resultado da estimulação são o esforço e a motivação do paciente para realizar as tarefas. Estes são elementos-chave

para a plasticidade. Destarte, reforço positivo e tarefas desafiadoras são recomendadas (Musiek et al., 2002). Ambos os fatores citados foram levados em consideração no desenvolvimento desse treinamento, de tal sorte que as tarefas foram desenvolvidas com desafio para manter a motivação do paciente. Além disso, ao final de cada atividade correta o paciente recebe reforço positivo.

O processo de intervenção utilizado nos treinamentos auditivos é formado por três componentes: intervenção direta (uso de técnicas que trabalham as habilidades auditivas alteradas); uso de estratégias compensatórias (uso de pistas visuais, contextuais e linguísticas); e modificação ambiental (com a finalidade de garantir o acesso à informação auditiva) (ASHA, 2005). Esse processo foi norteador para o desenvolvimento desse treinamento.

Musiek e Berge (1998) afirmam que as mudanças que ocorrem nas células nervosas, de acordo com as influências ambientais moduladas e controladas, promovem a plasticidade neural. Por sua vez, Graffman (2000) relata que o programa de treinamento que desenvolveu levou em conta as modificações que podem ocorrer na atividade neural devido à prática de uma habilidade ou à exposição frequente a um estímulo. Segundo o autor, essas modificações são favorecidas por atividades repetidas, revistas e que treinam a mesma habilidade.

Corroborando Musiek e Berge (1998) e Graffman (2000), o ThAC foi concebido com o objetivo de oferecer estímulos interessantes, desafiadores, motivadores e que se repetem quanto às habilidades estimuladas, favorecendo, dessa forma, a plasticidade neural. Exemplos de atividades do ThAC que se alinham às propostas dos autores são as atividades “Clique na alternativa correta” e “Verdadeiro ou Falso”.

Além desses aspectos, o programa incluiu o treinamento de fala em condições competitivas, o qual propicia melhora na discriminação auditiva e no processamento temporal de acordo com a natureza dos exercícios propostos por Chermak e Musiek (2002).

O ThAC é um treinamento que segue a abordagem auditivo-cognitiva integrada, ou seja, trabalha os processos cognitivos já aplicados ao uso, integrados à percepção da fala, para trazer benefícios na comunicação do dia a dia, assim como o software LEB, desenvolvido por Calarga et al. (2018).

Todas as 13 atividades do ThAC contemplam exercícios diferentes para o treinamento dos mecanismos figura fundo auditiva, memória auditiva, memória operacional, compreensão oral e atenção auditiva temporal. Esses mecanismos também são trabalhados nos treinamentos auditivos propostos por Tallal et al. (1996); Merzenich e deCharms (1996); Musiek e Schochat (1998); Sweetow e Sabes (2007); Nunes e Frota (2006); Miranda et al. (2007); Nunes, Gielow (2008); Freire (2009); Olson et al. (2013); Calarga et al. (2018), cujos resultados já foram comprovados.

O estudo de Calarga et al. (2018) comprova que atividades com diferentes estágios de dificuldade são menos frustrantes e mais desafiadoras. Considerando esses resultados, as 13 atividades do ThAC dispõem de diferentes graus de dificuldade (fácil, médio, difícil) e apresentam características diversas, a fim de manter o paciente interessado em continuar o programa.

O desenvolvimento do site teve início ao se constatar, por meio de uma revisão de literatura, a escassez de programas voltados para adultos/idosos. A maioria dos softwares existentes, por exemplo, “Escuta Ativa”, “LEB” e

“Afinando o cérebro”, tem crianças como público-alvo, logo, dispõem de layout e assuntos infantis que não são de interesse do usuário adulto.

Dessa forma, foram pensados temas que seriam interessantes para adultos/idosos, e priorizaram-se textos com linguagem simples visando abranger todo o universo desse público-alvo. Posteriormente foi feito um estudo piloto com voluntários, aos quais foram apresentados temas e textos para verificar a adequação destes. Aqueles de conteúdo ou linguagem complexa foram descartados, de modo que os temas e textos que constam no programa são os que obtiveram 100% de aceitação por parte dos voluntários.

O layout do site também foi modificado algumas vezes após análise das avaliações dos voluntários. Cada mudança teve como objetivo prover uma linguagem visual acessível, didática e prazerosa ao maior número de indivíduos. O layout pode ser visualizado no endereço eletrônico www.thaudiocognitivas.com.br.

Durante a aplicação do programa, algumas atividades se mostraram muito difíceis e, dessa forma, a pesquisadora optou por alterar os parâmetros de forma a torná-las aplicáveis. A descrição dessas mudanças será explicada ao longo desse capítulo e sinalizada no capítulo resultados.

6.1.2 Descrição das atividades

O ThAC objetivou trabalhar as habilidades auditivas e cognitivas por meio de atividades em que estímulos (palavras, não palavras, textos) são apresentados simultaneamente a um ruído de fundo, que muda de intensidade de uma atividade para outra, de acordo com o desempenho do paciente.

Os 13 tipos de atividades aplicadas foram:

- Atividade tipo 1: Clique na alternativa correta
- Atividade tipo 2: Verdadeiro ou Falso
- Atividade tipo 3: Coloque em ordem
- Atividade tipo 4: As palavras são iguais?
- Atividade tipo 5: Números
- Atividade tipo 6: Qual a palavra?
- Atividade tipo 7: Conte os sons
- Atividade tipo 8: Frequência dos sons
- Atividade tipo 9: Duração dos sons
- Atividade tipo 10: Descubra a palavra
- Atividade tipo 11: Imagens
- Atividade tipo 12: Conte as palavras
- Atividade tipo 13: Tente ser rápido

Essas atividades foram escolhidas com o objetivo de dar variabilidade aos exercícios para manter a motivação do paciente e trabalhar as habilidades que serão citadas a seguir.

O objetivo das atividades 1, 2 e 3 é facilitar o dia a dia de indivíduos que apresentam dificuldades em manter a atenção direcionada a um estímulo na presença de ruído competitivo. Ademais, foi desenvolvida a fim de ajudar pessoas com dificuldades em memorizar uma informação enquanto mantêm a atenção focada. Realizando essas atividades, o paciente irá melhorar a capacidade de permanecer atento e compreender a fala na presença de ruído competitivo.

Essas atividades que trabalham as habilidades de figura fundo auditiva, memória auditiva, memória operacional, compreensão oral e atenção auditiva foram baseadas no estudo de Chermak e Musiek (2002), que consideraram que o treinamento de reconhecimento de fala em condições competitivas propicia melhora na discriminação auditiva e no processamento temporal.

As três atividades trabalham as mesmas habilidades, mas para que se garantimos a variabilidade dos exercícios e manter a motivação do paciente no treinamento, a atividade tipo 1 traz perguntas com três alternativas de resposta, enquanto na tipo 2 o usuário julga a afirmativa como “verdadeira” ou “falsa”. Já na atividade tipo 3, o paciente coloca as partes do texto na ordem correta. Esse raciocínio foi desenvolvido com base nos estudos de Castro e Costa, de 2011, que afirmam que o aprendizado pode ser mais prazeroso e motivador quando existem atividades variadas, ao contrário de jogos exatamente iguais. Usando essa estratégia, os autores obtiveram resultados significativos em sujeitos que tiveram a gamificação como alternativa de ensino e interação com a sociedade.

O desenvolvimento das atividades 1, 2 e 3 também considerou os estudos de Chermak et al. (1997), que afirmam que exercícios auditivos treinam as habilidades quando estes se repetem, automatizando e consolidando funções aprendidas. Ao mesmo tempo, a variedade de respostas é importante para manter a motivação do paciente, deixando a estimulação intensiva e desafiadora, como descrevem Musiek e Schochat (1998) em seus estudos. Os autores afirmam que esse tipo de estimulação foi a chave para alterar o substrato neural do sistema auditivo de uma forma positiva, demonstrando a existência da plasticidade cerebral.

A “compreensão auditiva de texto” é a atividade mais completa da bateria, uma vez que demanda o uso de habilidades cognitivas, linguísticas e auditivas e se assemelha mais às tarefas da vida cotidiana.

A melhora nessas atividades é motivada pelo conjunto de habilidades estimuladas pelo ThAC, afinal, as atividades do treinamento exercitaram tanto a compreensão quanto a estimulação da audição e da cognição. Esse achado estaria de acordo com a hipótese de Murphy e Schochat (2008), que ao não encontrarem melhoras na compreensão leitora após um treinamento temporal conduzido exclusivamente com estímulos não verbais (*bottom-up*), estimaram que um treinamento com tarefas relacionadas à habilidade avaliada (*top-down*) seria mais efetivo para sua estimulação.

As atividades 4, 6, 12 e 13, por seu turno, foram desenvolvidas com o objetivo de melhorar a capacidade de perceber diferenças sutis entre os sons. Foram direcionadas a pessoas com dificuldade de compreender informações em ambientes ruidosos, indivíduos com dificuldade em perceber pequenas nuances dos sons, como as necessárias para diferenciar sons semelhantes (ex.: pato/bato).

Para atividades como essas que trabalham as habilidades de figura fundo auditiva, discriminação auditiva e atenção sustentada, foram determinados critérios prévios para a escolha das palavras com estrutura silábica semelhante (extensão) ou som inicial similar. As palavras escolhidas pela pesquisadora foram as foneticamente balanceadas, considerando a familiaridade, a presença de diferentes fonemas representativos de ocorrência na língua portuguesa e a homogeneidade dos itens em termos de características auditivas. Foram

utilizadas palavras monossilábicas, dissilábicas e trissilábicas para contemplar níveis de dificuldade diferentes.

As quatro atividades trabalham as mesmas habilidades, mas para garantirmos a variabilidade dos exercícios e manter a motivação do paciente no treinamento, na atividade tipo 4 ouvem-se duas palavras, e a tarefa é identificar se as palavras são iguais e clicar no SIM ou no NÃO. Na atividade tipo 6, o sujeito escuta uma palavra e em seguida clica em uma das três opções de palavras que são semelhantes. Já na atividade tipo 12, o usuário ouve uma sequência de sons e deve escrever a quantidade de vezes que ouviu a palavra solicitada, enquanto na atividade 13, este ouve alguns sons, e quando aparece uma palavra diferente, deve clicar no local indicado.

Para o desenvolvimento dessas atividades foram considerados os estudos de Merzenich e deCharms, de 1996, Tallal et al. (1996) e Gaab et al. (2007), que observaram melhora no conhecimento da estrutura dos sons da língua, da correspondência grafema-fonema/fonema-grafema e da discriminação auditiva.

As atividades 5, 8 e 9 tiveram como objetivo beneficiar pessoas com dificuldade em compreender informações em ambientes ruidosos e memorizar uma sequência de informações. Especificamente, pessoas com perda de foco, com dificuldade em perceber diferenças entre sons semelhantes, dificuldades de organizar os eventos sonoros no tempo e de lembrar uma sequência de ordens.

Realizando essas atividades, o usuário melhora a capacidade de atenção à informação auditiva, de perceber nuances acústicas necessárias para a discriminação de fonemas, bem como melhora a compreensão da comunicação.

As três atividades trabalham as mesmas habilidades, mas para garantirmos a variabilidade dos exercícios e manter a motivação do paciente no treinamento,

na atividade tipo 5 o paciente deve escutar com atenção a sequência de números e, em seguida, clicar sobre os números na ordem em que escutou. Na atividade tipo 8, o usuário ouve os sons GROSSO e FINO e deve memorizar as sequências para escolher sua resposta. Na atividade 9, o sujeito ouve os sons CURTO e LONGO e também deve memorizar as sequências para escolher sua resposta.

Essas atividades que trabalham as habilidades de figura fundo auditiva, a memória auditiva, a memória operacional, a memória sequencial, a ordenação temporal e a associação auditiva visual tiveram como suporte teórico os estudos de Shinn (2003), Mulsow e Reichmuth (2007) e Sameli e Schochat (2008).

Conforme pontua Shinn (2003), a ordenação temporal é definida como o processamento de múltiplos estímulos na sua ordem de ocorrência, enquanto a resolução temporal refere-se ao tempo mínimo requerido para segregar ou resolver encontros acústicos.

A habilidade de resolução temporal foi trabalhada na atividade 7, desenvolvida para pessoas que não diferenciam alguns sons, que apresentam dificuldades para perceber a intenção do discurso de acordo com as pausas realizadas. Realizando essa atividade, o indivíduo melhora a capacidade de diferenciar sons semelhantes em palavras, compreender informações implícitas relacionadas a pausas no discurso.

Nessa atividade o paciente ouve uma sequência de sons e deve escrever quantas vezes esse som apareceu. Essa atividade que trabalha as habilidades de figura fundo auditiva, resolução temporal, memória auditiva, atenção sustentada e atenção auditiva encontrou suporte teórico nos estudos de Shinn (2003), Mulsow e Reichmuth (2007) e Sameli e Schochat (2008).

Os mecanismos citados também foram trabalhados nos treinamentos auditivos propostos por Musiek e Schochat (1998), Nunes e Frota (2006) e Gielow (2008). Os autores destacam a importância de se usar palavras e não palavras para treinar habilidades temporais. A utilização de não palavras visa isolar a habilidade de decodificação grafema-fonema, excluindo possíveis influências do contexto lexical.

No tocante à atividade 10, seu objetivo foi auxiliar pessoas com dificuldade em compreender a informação quando a qualidade do sinal acústico está distorcido ou falho, que apresentam distração e dificuldade de associar ideias.

Realizando essa atividade, o indivíduo pode melhorar a capacidade de atenção à informação auditiva, associar ideias e compreender mensagens não explícitas.

Nessa atividade o sujeito escutará uma palavra com velocidade mais rápida e deverá clicar na palavra que escutou.

A atividade 10, que treina as habilidades de figura fundo, fechamento auditivo, discriminação verbal e atenção auditiva, foi baseada nos estudos de Bellis (1996) e Musiek et al. (2002). Segundo os autores, a tarefa do fechamento auditivo pode ser definida como a habilidade do processamento auditivo de completar uma imagem acústica incompleta. Nas sessões 2 e 3, o som da palavra foi apresentado 60% mais rápido, e nas sessões 4, 7 e 8, 70% mais rápido.

A escolha das palavras para a atividade se fundamentou no estudo de Musiek et al. (1993), que revelou que o reconhecimento das palavras com 70% de compreensão é uma tarefa árdua até mesmo para indivíduos sem alterações

no processamento auditivo. Palavras dissílabas e trissílabas foram escolhidas por serem mais redundantes, o que aumenta a influência lexical e semântica.

O nível mais alto de compressão da atividade torna-a menos inteligível, ou seja, deixa a atividade mais difícil, o que exige mais do indivíduo (Musiek et al., 1994; Rabelo; Schochat, 2007) e favorece, portanto, a plasticidade neural.

A escolha da lista de dissílabos e não monossílabos também foi motivada pelo fato de os primeiros serem mais redundantes, aumentando a influência lexical e semântica (Rabelo; Schochat, 2007).

A atividade 11 foi desenvolvida para pessoas com dificuldade de manter uma informação memorizada enquanto deve realizar uma ação, dificuldade de compreender informações e associá-las a figuras e ações, e de identificar incompatibilidades entre a informação auditiva e a visual.

Realizando essa atividade, o usuário melhora sua capacidade de atenção à informação auditiva, memoriza, raciocina e realiza operações enquanto retém uma informação na memória. Igualmente, aprimora a habilidade de focar a atenção, associar ideias e identificar a compatibilidade entre a informação auditiva e a visual.

Para realização dessa atividade, o paciente deve escutar a ordem solicitada e, em seguida, clicar no lugar correto da figura.

Essa atividade que treina as habilidades de figura fundo auditiva e visual, atenção auditiva, associação auditiva visual e controle inibitório teve suporte teórico nos estudos de Riccio et al. (1996), que afirma que a variável “alarmes falsos” seria um indicativo de impulsividade e estaria relacionada à estratégia de antecipação dos estímulos. Ainda, Diamond (1990) pontua que os “alarmes falsos” poderiam ser frutos da combinação de déficits na memória de trabalho e

de funções inibitórias imaturas, as quais estariam relacionadas à região pré-frontal.

De acordo com Yotsumono e Watanabe (2008), a exposição repetida aos sinais leva a um processamento mais eficiente do sistema sensorial. Nesse caso, as funções inibitórias dos sujeitos foram trabalhadas nessa atividade 11 e na atividade 13, uma vez que só era permitido responder ao término da apresentação de todos os estímulos.

6.1.3 Ruído de fundo utilizado

As atividades foram inicialmente realizadas com relação sinal/ruído neutra ($R\ S/R=0$). Se a meta de 70% de respostas corretas obtidas na atividade fosse atingida, a próxima seria realizada com maior grau de dificuldade, ou seja, diminuindo-se a relação sinal/ruído em 2dB. Caso o paciente continuasse a acertar mais de 70% da atividade, a relação sinal/ruído seria novamente diminuída em 2 dB. Esse processo continua sucessivamente a cada atividade até a estabilização da relação S/R mínima em -10 dBNA. As mudanças da relação sinal/ruído foram realizadas conforme o descrito por Calarga et al. (2018).

Entretanto, caso o indivíduo acertasse entre 30 e 70% da tarefa, ele teria que refazê-la com a mesma relação S/R, e se acertasse menos de 30% teria que refazê-la com 2 dB a menos no ruído em relação ao valor anterior, assim diminuindo o grau de dificuldade. Esses parâmetros foram utilizados considerando os estudos de Chermak e Musiek (2002), que concluíram que as atividades propostas devem ter um nível específico de dificuldade para manter a motivação do paciente (nível de sucesso versus erro 70/30% respectivamente).

As mudanças de intensidade tinham o objetivo de manter as atividades sempre desafiadoras e motivadoras, conforme preconizado por Chermak e Musiek (2002).

6.2 CARACTERIZAÇÃO DA AMOSTRA DO ESTUDO

A amostra deste estudo foi composta de 49 indivíduos, dos quais 38 (77,55%) participaram de todas as etapas. O fato de os sujeitos serem adultos jovens, com idades entre 21 e 49 anos pode ter facilitado a execução por parte dos participantes (a média foi de 34,89 anos). Como o objetivo de empregar o treinamento era verificar a sua aplicabilidade e usabilidade, considerou-se pertinente utilizar essa faixa etária para que fatores como cansaço, cognição, ou qualquer outra condição externa não interferissem na avaliação do programa.

No entanto, tal hipótese não se confirmou no estudo de Olson et al. (2013). Os autores realizaram um estudo randomizado duplo-cego, aplicando o programa LACE™ (CD) em 29 idosos usuários de AAS, nativos da língua inglesa, com alto grau de letramento e com domínio de equipamentos de DVD e controles remotos. A finalidade do estudo era verificar os efeitos e benefícios do programa para usuários novos e experientes de AAS antes e depois do TA. Os participantes do trabalho também foram solicitados a avaliar a aplicabilidade do CD e a viabilidade de execução no dia a dia.

Os autores descreveram dificuldade em conseguir recrutar participantes que seguissem o programa até o fim e apontaram os vários obstáculos: incompatibilidade tecnológica (25% de participantes excluídos); dificuldade de execução por parte do participante; desistência destes durante o programa e interferência do ruído ambiental do domicílio.

Mesmo assim, os que conseguiram executar o treinamento obtiveram melhora na compreensão de fala, principalmente os novos usuários que sofreram pouca privação auditiva. Olson et al. (2013) ressaltaram que o TA via CD exige orientações detalhadas ao participante sobre seu funcionamento quando realizado em domicílio. Deve-se orientar como o programa deve ser executado, e os profissionais devem se colocar à disposição para dirimir dúvidas, motivá-los na manutenção da rotina de treinos e na incorporação da família ao programa de reabilitação auditiva.

A amostra do ThAC constituiu-se da seguinte forma:

- Quanto ao gênero: 76,32% do sexo feminino, e 23,68% do sexo masculino.
- Quanto à escolaridade: 23,68% com ensino médio completo, e 76,32% completaram o ensino superior.

Considerando os objetivos do estudo, os sujeitos não podiam ter qualquer queixa auditiva ou cognitiva para serem incluídos na pesquisa. Optou-se por essas condições, pois, se o sujeito tivesse alteração, não saberíamos se seria uma dificuldade do sujeito ou problema do programa de treinamento. Desse modo, os bons resultados encontrados nesse grupo evidenciariam que o conteúdo e a linguagem abordados pelo treinamento foram acessíveis e que os desafios estabelecidos pelo treinamento não seriam muito exigentes ou impossíveis de serem realizados.

Para garantir a diferença dos resultados pré e pós-treinamento, os participantes deste estudo foram submetidos à avaliação formal do Processamento Auditivo em cabina acústica antes e depois da realização do programa. Alguns sujeitos obtiveram resultados dos testes fora dos parâmetros

de normalidade. Para inclusão na pesquisa, foi aceita alteração de no máximo 20% em até dois testes aplicados.

Os testes utilizados para avaliação do Processamento Auditivo foram: Teste de Padrão de Frequência (TPF) – Auditec, GIN (*Gap In Noise*), Fala com ruído, e Teste Dicótico de Dígitos, conforme descrito na seção de método desta tese.

Um protocolo de TA, hoje, é composto primordialmente de um número pré-determinado de sessões (oito a 12, em média), frequência de uma, duas ou três vezes por semana, com duração de 30 a 40 minutos (Schochat et al., 2010). Dessa maneira, os participantes desta pesquisa frequentaram oito sessões, uma vez por semana.

De acordo com Chermak et al. (1997) e Zucato e Guedes (2009), a cada sessão, exercícios auditivos treinam diferentes habilidades que se repetem a fim de automatizar e consolidar funções aprendidas. Uma vez consolidadas, essas funções podem ser incorporadas no dia a dia do paciente. Quanto melhor for a aplicação das estratégias aprendidas nas situações cotidianas, melhores serão os resultados na comunicação diária e no enfrentamento de situações desafiadoras de comunicação.

6.3 CARACTERIZAÇÃO DO DESEMPENHO DA AMOSTRA DO ESTUDO NAS ATIVIDADES DO TREINAMENTO

No quinto capítulo desta tese, Resultados, apresentou-se a Tabela 3 (ver item 5.3, p. 107) contendo as medidas de tendência central e de dispersão do desempenho em testes cognitivos e de processamento auditivo para a amostra do estudo de acordo com cada momento. Os resultados demonstram que houve

diferença estatisticamente significativa de desempenho entre os diferentes momentos, em todos os testes. A análise estatística dos dados teve como base a amostra de 49 indivíduos, dos quais 38 (77,55%) participaram de todas as etapas do estudo, como apontado previamente. Após a realização do treinamento, observou-se melhora do desempenho nos testes cognitivos e de processamento auditivo.

Esses dados vão ao encontro de alguns estudos nos quais melhoras em habilidades auditivas, cognitivas e linguísticas foram obtidas por meio de treinamento auditivo computadorizado (por exemplo: Tallal et al., 1996; Pinheiro, Capelline, 2009; Murphy, Shochat, 2014; Calarga, 2016).

Durante a prática do ThAC, o sujeito utiliza a memória em todas as suas atividades, tanto no seu envolvimento na compreensão da fala no ruído quanto nas atividades em que os estímulos auditivos devem ser transferidos para a memória de trabalho, para que possam ser recuperados para o correto assinalamento da resposta. Esse processo está descrito na literatura por Baddeley (2000), que definiu a memória de trabalho como um sistema composto por quatro componentes: o executivo central, que atuaria como controlador atencional; dois subsistemas de apoio especializados no processamento e na manipulação de quantidades limitadas de informações específicas; a alça fonológica, o esboço visuoespacial e o retentor episódico, responsáveis pela integração das informações mantidas temporariamente na memória de trabalho com aquelas provenientes dos sistemas de longo-prazo, em uma representação episódica única. Juntos, esses componentes estariam envolvidos em atividades cognitivas superiores, tais como a aprendizagem, a compreensão da linguagem,

a leitura, a aritmética, a resolução de problemas e a produção da própria consciência.

Podemos encontrar, na literatura, o conceito de memória de curto prazo. Segundo o modelo de compreensão da linguagem de Ronnberg et al. (2008), a memória de curto prazo seria uma interface entre a entrada da informação sensorial (auditiva ou visual) e o léxico mental, que permite o processamento da informação ao mesmo tempo que ocorre a compreensão linguística. Lunner et al. (2009) acrescentam que a escuta em ambientes desfavoráveis demanda maior uso do processamento da memória de curto prazo. O indivíduo também utiliza recursos cognitivos para entender o que foi dito, e visto que os dois processos acontecem ao mesmo tempo, a memória acaba sendo prejudicada.

Possivelmente, esses modelos vão ao encontro do que é preconizado quando se utiliza um treinamento auditivo como o desenvolvido e aplicado nesta pesquisa. Os resultados positivos encontrados após o treinamento estariam de acordo com o que afirmam outros autores. Para eles, a recepção e a interpretação de sentenças complexas dependem de processos perceptuais e atencionais que o indivíduo adquire ao longo da vida, e a natureza destes depende das estimulações ocorridas durante o desenvolvimento, que podem levar à plasticidade neural. Essas estimulações estão relacionadas à exposição repetida a determinados estímulos ou treinamentos que envolvam, simultaneamente, aspectos *bottom-up* e *top-down* (como no ThAC), e que culminem em aprendizados de habilidades perceptivas e genéricas (Palmer et al., 1998; Musiek et al., 2002; Phillips, 2002; Moore et al., 2009).

6.4 APLICABILIDADE DAS ATIVIDADES

Como as atividades foram realizadas por sujeitos sem queixas auditivas e cognitivas, para avaliarmos a aplicabilidade do ThAC, foi estabelecido que as atividades seriam classificadas como aplicáveis quando mantivessem taxa de acertos acima de 70%.

Essa escolha foi baseada nos estudos de Chermak e Musiek (2002), que afirmam que o TA deve ser utilizado para aprimorar os processos auditivos em qualquer população que apresente alterações associadas ao sistema nervoso auditivo central. As atividades propostas devem ter um nível de dificuldade para manter a motivação do paciente (nível de sucesso versus erro na proporção de 70% e 30%, respectivamente).

Os resultados do presente estudo demonstram, por meio da interpretação dos intervalos de confiança de 95%, que as atividades “Números” e “Conte os sons” foram as únicas que não mantiveram taxa de acertos acima de 70%. Dessa forma, optou-se por mudar os parâmetros dessas atividades, como descrito nos resultados.

Na atividade “Números”, a maior dificuldade ocorreu na fase com cinco números. Como são números de 11 a 99, os participantes não conseguiram memorizar a sequência de cinco. Na atividade “Conte os sons”, foi necessário mudar o intervalo e a duração do estímulo para que os sujeitos conseguissem realizá-la. As atividades que tiveram parâmetros modificados foram realizadas pelos 38 sujeitos (100%) que finalizaram o ThAC, em dois momentos diferentes, com a relação sinal ruído 0 dB.

Após as mudanças nos parâmetros, os resultados demonstram, por meio da interpretação dos intervalos de confiança de 95%, que as atividades “Números” e “Conte os sons” alcançaram taxa de acerto de 70%. É válido notar,

no entanto, que o limite inferior do intervalo de confiança de 95% da taxa de acertos na atividade “Conte os sons” ficou discretamente abaixo de 70%. Portanto, todas as atividades do ThAC foram consideradas aplicáveis.

6.5 COMENTÁRIOS FINAIS

Os sujeitos do presente estudo conseguiram finalizar o programa de treinamento ora desenvolvido na sua totalidade. Ao serem comparados os desempenhos obtidos nas sessões em cada atividade do treinamento, as atividades “Coloque em ordem” e “Qual a palavra” foram excluídas uma vez que não apresentaram número amostral suficiente para a realização de análises inferenciais considerando apenas os indivíduos que não apresentaram taxa de acertos de 100% na primeira sessão referente a essas atividades. Isso ocorreu devido ao efeito teto. Os valores encontrados já estavam no percentual máximo de acertos, logo, não haveria espaço para observar mudanças significativas.

Os resultados ressaltaram que um dos diferenciais do ThAC é o enfoque na percepção da fala no ruído ao mesmo tempo que trabalha outras habilidades cognitivas (atenção e memória) e linguísticas, provendo a estimulação associada de aspectos *top-down* e *bottom-up*. Tal achado foi também evidenciado no estudo de Brasil (2017), em relação ao PER, no qual foi verificada melhora tanto das habilidades auditivas quanto das cognitivas.

Também no estudo de Musiek e Berge (1999), os autores afirmam que a melhora comportamental observada após a realização do treinamento auditivo não está relacionada às modificações nos processos auditivos periféricos, e sim ao sistema nervoso auditivo central. Essa modificação seria atribuída à plasticidade neural, que geraria uma alteração das células nervosas para

acomodar as influências ambientais imediatas, estando tal alteração frequentemente associada a uma modificação comportamental, como observado nos testes pós-treino aplicados.

Os resultados da presente pesquisa demonstraram diferença estatisticamente significativa entre os momentos pré e pós treinamento em relação ao desempenho dos testes. Sendo assim, após a realização do treinamento, observou-se melhora do desempenho nos testes cognitivos e de processamento auditivo, sugerindo uma relação entre os dois aspectos pesquisados. Essa relação pode estar associada às características comuns aos testes cognitivos e auditivos aplicados, por exemplo, à memória auditiva, habilidade que deve apresentar-se necessariamente íntegra para o bom desempenho em ambos os aspectos avaliados. Além disso, essa habilidade também foi estimulada durante o treinamento auditivo, o que nos levaria a pensar que tanto os aspectos auditivos quanto os cognitivos seriam influenciados positivamente no pós-treino.

Esses achados corroboram os de Anderson et al. (2013), que avaliaram os efeitos do treinamento cognitivo-auditivo em idosos de 55 a 79 anos com perda auditiva e com audição normal. Após o treinamento, o grupo com perda auditiva apresentou uma melhora na percepção de fala no ruído, memória e atenção, aproximando-se dos níveis observados em idosos com audição normal.

Os autores concluíram que a abordagem auditivo-cognitiva vem alcançando resultados mais positivos. Isso porque quando o treinamento é direcionado aos processos cognitivos, que dão base à percepção da fala, permitem melhor estruturação da informação auditiva recebida.

Os resultados de Murphy et al. (2011), também demonstraram que, após o treinamento auditivo aplicado em indivíduo com traumatismo cranioencefálico, houve melhora significativa em cinco das seis habilidades auditivas avaliadas, e em cinco das sete habilidades cognitivas, demonstrando a presença de generalização do aprendizado sensorial para as habilidades cognitivas. Os autores concluíram, portanto, que mesmo a partir de um treinamento unimodal, que teve como objetivo melhorar a percepção dos sinais acústicos, foi possível observar influência positiva em habilidades consideradas *top-down*", envolvendo tarefas multimodais.

6.5.1 Adesão ao treinamento auditivo

No presente estudo, 77,55% dos sujeitos participaram de todas as etapas da pesquisa. Diferentemente desta pesquisa, a literatura aponta para a falta de adesão ao treinamento auditivo mesmo quando utilizadas versões computadorizadas que, em tese, foram desenvolvidas visando ao aumento da adesão (Olson et al., 2013; Murphy et al., 2013). Alguns autores atribuem a responsabilidade pela descontinuidade do treino aos profissionais e pacientes que desconhecem a importância do procedimento para o processo terapêutico (Sweetow, 2008; Henshaw et al., 2013; Chalupper, 2008; Taylor e Shrive, 2008; Palmer et al., 2005).

Miranda et al. (2007) apontam que há vasta literatura sobre os possíveis benefícios do treinamento auditivo, em seus diversos formatos, no processo de aclimatização e no aprimoramento da compreensão de fala em adultos e idosos. Empregada como parte da reabilitação audiológica, tal técnica tem se mostrado uma alternativa viável para essa população.

Dominar de forma abrangente o instrumento a ser utilizado na intervenção terapêutica, bem como entender cada detalhe dele, é primordial para o sucesso da reabilitação audiológica e para a adesão ao treinamento. De posse dessas competências, o fonoaudiólogo pode adequar as sessões e os exercícios para cada paciente.

No caso do ThAC, é possível organizar protocolos de sessões com exercícios personalizados, o que torna o treino muito mais atrativo, motivador e incentivador para o paciente. O programa também disponibiliza uma sugestão controlada das atividades distribuídas em oito sessões, como as que os sujeitos deste estudo realizaram.

O ThAC pode auxiliar o fonoaudiólogo no planejamento da terapia e da implementação do programa de treinamento auditivo. Além de proporcionar conhecimento da habilidade que será trabalhada em cada atividade e sobre como isso pode melhorar o dia a dia do paciente, o ThAC contribui no aprofundamento descritivo das sessões, dos diferentes exercícios contidos em cada uma delas, e nas diferentes formas de acesso.

Para que um treinamento auditivo seja benéfico, deve-se levar em consideração: acesso rápido, relação custo-benefício para o paciente e preferencialmente, sua apresentação em meio digital, conforme descrito por Musiek, em 1999, Palmer, em 2005, e Sweetow e Sabes, em 2007.

Um dos objetivos do presente estudo foi verificar a aplicabilidade do ThAC em sujeitos sem queixas auditivas e cognitivas. O próximo passo é a aplicação do ThAC, agora já validado, no público-alvo potencial, a saber: adultos e idosos com queixas auditivas, de processamento auditivo e/ou cognitivas. Para isso, sugerem-se pesquisas futuras que contemplem a aplicação clínica desse

instrumento em diferentes grupos e que tenham o objetivo de delinear o perfil de candidatos que potencialmente se beneficiariam com esse modelo de intervenção terapêutica.

7 CONCLUSÕES

O presente estudo alcançou seus objetivos. Foi desenvolvido um programa de treinamento direcionado às habilidades auditivas e cognitivas para adultos e idosos, nomeado Treinamento de Habilidades Auditivas e Cognitivas (ThAC). Todas as atividades do ThAC foram consideradas aplicáveis. De acordo com os resultados, houve diferença estatisticamente significativa entre os momentos pré e pós-treinamento em relação ao desempenho dos sujeitos nos testes. Após a efetivação do treinamento, observou-se melhora do desempenho nos testes cognitivos (top-down) e de processamento auditivo (bottom-up), sugerindo uma relação entre os dois aspectos pesquisados. Assim, tanto os aspectos auditivos quanto os cognitivos foram influenciados positivamente no pós-treino.

8 ANEXO - Termo de Consentimento Livre e Esclarecido

HOSPITAL DAS CLÍNICAS DA FACULDADE DE MEDICINA DA UNIVERSIDADE DE SÃO PAULO-HCFMUSP

TERMO DE CONSENTIMENTO LIVRE E ESCLARECIDO

DADOS DA PESQUISA

Título da pesquisa - Treinamento de Habilidades Auditivas e Cognitivas – uma nova proposta

Pesquisador principal - Profa. Dra. Eliane Schochat (CRFa -2R 2937)

Pesquisador Executante - Fga. Ms. Erika Biscaro Laperuta (CRFa-2 14673)

Departamento/Instituto - Departamento de Fisioterapia, Fonoaudiologia e Terapia Ocupacional.

Convite à participação – O objetivo desse estudo é desenvolver e propor um programa de treinamento auditivo cognitivo, direcionado às seguintes habilidades: processamento temporal, figura-fundo, fechamento auditivo, atenção, concentração e memória.

Serão realizados procedimentos para avaliação do processamento auditivo e habilidades de memória, atenção e concentração em dois momentos, na avaliação inicial e na avaliação final. Após a avaliação serão realizadas oito sessões individuais para utilização do software de treinamento auditivo cognitivo.

Não existe nenhum risco ou desconforto ao paciente e as sessões durarão em torno de 60 minutos. Não há, também, benefício direto para o participante.

Em qualquer momento do estudo, você pode ter acesso aos profissionais responsáveis pela pesquisa, para esclarecimento de eventuais dúvidas. Os principais investigadores são a Profa. Dra. Eliane Schochat e Fga. Ms. Erika Biscaro Laperuta, que podem ser encontradas no endereço – Rua Cipotânia, 51, Telefone(s) 3091-8442. Se você tiver alguma consideração ou dúvida sobre a ética da pesquisa, entre em contato com o Comitê de Ética em Pesquisa (CEP) – Rua Ovídio Pires de Campos, 225 – 5º andar – tel: (11) 2661-7585, (11) 2661-1548, (11) 2661-1549, **das 7 às 16h de segunda a sexta feira ou por e-mail: cappesq.adm@hc.fm.usp.br**

É garantida a liberdade da retirada de consentimento a qualquer momento e deixar de participar do estudo, sem qualquer prejuízo à continuidade de seu tratamento.

Os resultados obtidos serão analisados pelas investigadoras e poderão ser publicados em revistas científicas e/ou apresentados em congressos profissionais, não sendo divulgada a identificação de nenhum paciente.

Você tem o direito de ser mantido atualizado sobre os resultados parciais da pesquisa, ou de resultados que sejam do conhecimento dos pesquisadores.

Não há despesas pessoais em qualquer fase do estudo, incluindo exames e consultas. Também não há compensação financeira relacionada à sua participação. Se existir qualquer despesa adicional, ela será absorvida pelo orçamento da pesquisa.

Os dados e o material coletados serão utilizados somente para esta pesquisa.

Fui suficientemente informado a respeito do estudo **“Treinamento de Habilidades Auditivas e Cognitivas – uma nova proposta.”**

Eu discuti as informações acima com o Pesquisador Responsável Profa. Dra. Eliane Schochat ou pessoa por ele delegada Erika Biscaro Laperuta sobre a minha decisão em participar nesse estudo. Ficaram claros para mim os objetivos, os procedimentos, os potenciais desconfortos e riscos e as garantias. Concordo voluntariamente em participar deste estudo, assino este termo de consentimento e recebo uma via rubricada pelo pesquisador.

----- Data ____/____/____

Assinatura do participante /representante legal

Nome do participante/representante legal

----- Data ____/____/____

Assinatura do responsável pelo estudo

MONTREAL COGNITIVE ASSESSMENT (MOCA)
Versão Experimental Brasileira

Nome: _____
Escolaridade: _____
Sexo: _____

Data de nascimento: ____/____/____
Data de avaliação: ____/____/____
Idade: _____

VISUOSPACIAL / EXECUTIVA		Copiar o cubo		Desenhar um RELÓGIO (onze horas e dez minutos) (3 pontos)		Pontos	
				<p>_____</p> <p>_____</p> <p>_____</p> <p>Contorno Números Ponteiros</p>		____/5	
RECONHECIMENTO							
						____/3	
MEMÓRIA		<p>Leia a lista de palavras. O sujeito deve repeti-las, faça duas tentativas (escalar após 5 minutos)</p>	<p>_____</p> <p>_____</p> <p>_____</p>	<p>_____</p> <p>_____</p> <p>_____</p>	<p>_____</p> <p>_____</p> <p>_____</p>	<p>_____</p> <p>_____</p> <p>_____</p>	<p>_____</p> <p>_____</p> <p>_____</p>
ATENÇÃO		<p>Leia a sequência de números (1 número por segundo)</p>	<p>O sujeito deve repetir a sequência em ordem direta</p>	<p>_____</p> <p>_____</p>	<p>2 1 8 5 4</p> <p>7 4 2</p>	<p>_____</p> <p>_____</p>	____/2
<p>Leia a série de letras. O sujeito deve falar com o mão (ou boca) cada vez que ouvir a letra "A". Não se atribuem pontos se > 2 erros.</p>		<p>_____</p> <p>F B A C M N A A J K L B A F A K D E A A A J A M O F A A B</p>					____/1
<p>Subtração de 7 começando pelo 100</p>		<p>_____</p> <p>93</p>	<p>_____</p> <p>86</p>	<p>_____</p> <p>79</p>	<p>_____</p> <p>72</p>	<p>_____</p> <p>65</p>	____/3
LINGUAGEM		<p>Repita: Eu souento sei que é João quem será ajudado hoje.</p>	<p>_____</p>	<p>O gato sempre se esconde embaixo do sofá quando o cachorro está na sala.</p>	<p>_____</p>	<p>_____</p>	____/2
<p>Fluência verbal: dizer o maior número possível de palavras que comecem pela letra F (1 minuto).</p>		<p>_____ (de 1 a 11 palavras)</p>					____/1
ABSTRAÇÃO		<p>Semelhante p. ex. entre banana e laranja = fruta</p>	<p>_____</p>	<p>trom - bicicleta</p>	<p>_____</p>	<p>relógio - réguas</p>	____/2
EVOCAÇÃO TARDIA		<p>Deve recordar as palavras SEM PISTAS</p>	<p>_____</p>	<p>_____</p>	<p>_____</p>	<p>_____</p>	____/5
OPCIONAL		<p>Pista de categoria</p>	<p>_____</p>	<p>_____</p>	<p>_____</p>	<p>_____</p>	<p>Pontuação apenas para descrição SEM PISTAS</p>
ORIENTAÇÃO		<p>_____</p>	<p>_____</p>	<p>_____</p>	<p>_____</p>	<p>_____</p>	____/6

© Z. Nasreddine MD www.mocatest.org
Versão experimental Brasileira: Ana Luisa Rozas Sacramento
Paulo Henrique Ferreira Bertolucci - José Roberto Wajnszajn

(UNIFESP-SP 2007)

TOTAL
Adicionar 1 pt se < 12 anos de escolaridade

____/30

REFERÊNCIAS

- Alvarez AM, Sanchez ML, Guedes MC. Processamento auditivo: treinamento auditivo neurocognitivo. In: Bevilacqua MC, Martinez MAN, Balen AS, Pupo AC, Reis ACMB, Frota S. *Tratado de Audiologia*. São Paulo: Santos; 2012. p.829-844.
- Alves LM, Reis CAC, Pinheiro AMV, Capellini SA. Aspectos prosódicos temporais da leitura de escolares com dislexia do desenvolvimento. *Rev. soc. bras. fonoaudiol.* 2009;14(2):197-204. doi.org/10.1590/S1516-80342009000200010.
- Anderson S, White-Schwoch T, Choi HJ, Kraus N. Training changes processing of speech cues in older adults with hearing loss. *Front Syst Neurosci.* 2013;7:97.
- ASHA – American Speech-Language-Hearing Association. (Central) Auditory Processing disorders [Technical Report]. 2005. Available from: <http://www.asha.org/docs/html/TR2005-00043.html>
- Auditec. *Evaluation manual of pitch pattern sequence and duration pattern sequence*. Missouri; 1997.
- Avila RRA, Murph CFB, Schochat E. Efeitos do treinamento auditivo em idosos com Comprometimento Cognitivo Leve. *Psicol. Reflex. Crit.* (Porto Alegre). 2014;27(3):547-555.
- Baddeley AD, Hitch G. Working Memory. In: Bower GA, editor. *Recent advances in learning and motivation*. New York: Academic Press; 1974.

Baddeley, AD. The episodic buffer: a new component of working memory? *Trends Cognitive Sci.* 2000;4:417-423.

Ball K, Berch DB, Helmer, KF, Jobe JB, Leveck MD, Marsiske M et al. Effects of cognitive training interventions with older adults - a randomized controlled trial. *JAMA.* 2002;288(8):2271-2280.

Baltes, PB, Lindenberger U. Emergence of a powerful connection between sensory and cognitive functions across the adult life span: A new window to the study of cognitive aging? *Psychology and Aging.* 1997;12(1):12-21.

Belleville S, Gilbert B, Fontaine F, Gagnon L, Ménard E, Gauthier S. Improvement of episodic memory in persons with mild cognitive impairment and healthy older adults: evidence from a cognitive intervention program. *Dement. Geriatr. Cogn.* 2006;22(5-6):486-499.

Belleville S. Cognitive training for persons with mild cognitive impairment. *Int. Psychogeriatr.* 2007;20(1):57-66.

Belleville S, Clément F, Mellah S, Gilbert B, Fontaine F, Gauthier S. Training-related brain plasticity in subjects at risk of developing Alzheimer's disease. *Brain.* 2001;134(6):1623-1634.

Bellis TJ, Burke JR. Screening. In: T.J. Bellis, organizer. *Assessment and management of central auditory processing disorders in the educational settings.* San Diego, CA: Singular; 1996. p.91-112.

Bode DL, Oyer HJ. Auditory Training and Speech Discrimination, 1970. Available from: <https://doi.org/10.1044/jshr.1304.839>.

Brasil et al. Eficácia do treinamento auditivo utilizando o software Programa de Escuta no Ruído (PER) em escolares com transtorno do processamento

auditivo e baixo desempenho escolar. *CoDAS*. 2018;30(5):e20170227. doi: 10.1590/2317-1782/20182017227.

Calais LL, Lima-Gregio AM, Costa MJ, Gil D, Borges ACLC. Reconhecimento de fala em idosos: proposta de um teste considerando a previsibilidade da palavra. *Audiol Commun Res*. 2016;21:e1605.

Calarga KS. Tradução e adaptação de um software de treinamento auditivo para escolares. [dissertação]. São Paulo: Universidade de São Paulo; 2016.

Calarga KS et al. Tradução e adaptação de um software de treinamento da escuta no ruído para o português brasileiro. *Audiol., Commun. Res.* (São Paulo). 2018;23:e1935.

Calero MD, Navarro E. Cognitive plasticity as a modulating variable on the effects of memory training in elderly persons. *Arch. Clin. Neuropsychol*. 2007;22(1):63-72.

Carvalho FCR, Neri AL, Yassuda MS. Treino de memória episódica com ênfase em categorização para idosos sem demência e depressão. *Psicol. Reflex. Crit*. 2010;23(2):317-323.

Chan MY, Park DC, Savalia NK, Petersen SE, Wig GS. System segregation across the adult lifespan. In: *Proceedings of the National Academy of Sciences*. Nov. 2014;111(46):E4997-E5006. DOI: 10.1073/pnas.1415122111.

Chermak GD, Musiek FE. *Central Auditory Processing Disorders – new perspectives*. San Diego: Singular Publishing Group; 1997.

Chermak GD, Musiek FE. Auditory training: principles and approaches for remediating and managing auditory processing disorders. *Semin Hear*. 2002;23(4):297-308. doi.org/10.1055/s-2002-35878.

- Chermak GD, Silva ME, Nye J, Hasbrouck J, Musiek FE. An update on professional education and clinical practices in central auditory processing. *J Am Acad Audiol*. 2007 May;18(5):428-52;quiz 455. doi: 10.3766/jaaa.18.5.7. PMID: 17715652.
- Cipriani G, Bianchetti A, Trabucchi M. Outcomes of a computer-based cognitive rehabilitation program on Alzheimer's disease patients compared with those on patients affected by mild cognitive impairment. *Arch. Gerontol. Geriatr*. 2006;43:327-335.
- Cohen J. Statistical Power Analysis. *Current Directions in Psychological Science*. 1992;1(3):98-101. doi.org/10.1111/1467-8721.ep10768783.
- Diamond A. Developmental time course in human and infant monkeys, and the neural bases of inhibitory control in reaching. In: *The development and neural bases of higher cognitive functions*. New York, NY: Academy of Sciences; 1990. p.637-76.
- Duncan JF, Katz J. Language and auditory processing: Top-down and bottom-up. In: Laskey EZ, Katz J, editors. *Central auditory processing problems of speech-language and hearing disorders*. Austin, TX: Pro-Ed; 1983.
- Faria DM, Gielow I. *Afinando o Cérebro: criação de um portal para estimulação de habilidades de processamento cognitivo-auditivo-visual*. (Apresentado no 20º Congresso Brasileiro de Fonoaudiologia; 2012).
- Flak MM, Hernes SS, Skranes J, Lohaugen GCC. The Memory Aid study: protocol for a randomized controlled clinical trial evaluating the effect of computer-based working memory training in elderly patients with mild cognitive impairment (MCI). *Trials*. 2014;15(156):1-7. doi: 10.1186/1745-6215-15-156.

Freire KGM. Treinamento auditivo musical: uma proposta para idosos usuários de próteses auditivas [tese]. São Paulo: Universidade Federal de São Paulo; 2009.

Füllgrabe C, Moore BC, Stone MA. Age-group differences in speech identification despite matched audiometrically normal hearing: contributions from auditory temporal processing and cognition. *Front Aging Neurosci*. 2014;6:347.

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(295):295–310.

Gil D. Treinamento auditivo formal em adultos com deficiência auditiva. [tese]. São Paulo: Universidade Federal de São Paulo; 2006.

Graffman J. Conceptualizing functional neuroplasticity. *Commun Disord*. 2000;33(4):345-55; quiz 355-6. doi: 10.1016/s00219924(00)00030-7.

Hennig TR, Costa MJ, Rossi AG, Moraes AB. Efeitos da reabilitação auditiva na habilidade de ordenação temporal em idosos usuários de próteses auditivas. *J. Soc. Bras. Fonoaudiol*. 2012;24(1):26-33.

Henshaw H, Ferguson MA. Efficacy of Individual Computer-Based Auditory Training for People with Hearing Loss: A Systematic Review of the Evidence. *PLOS ONE*. 2013 May 10;8(5):e62836. doi.org/10.1371/journal.pone.0062836.

Idrizbegovic E, Hederstierna C, Dahlquist M, Kämpfe NC, Jelic V, Rosenhall U. Central auditory function in early Alzheimer's disease and in mild cognitive impairment. *Age Ageing*. 2011;40(2):249-254.

- Irigaray TQ, Gomes Filho I, Schneider RH. Efeitos de um treino de atenção, memória e funções executivas na cognição de idosos saudáveis. *Psicologia: Reflexão e Crítica*. 2012;25(1):188-202.
- Kalikow DN, Stevens KN, Elliot LL. Development of a test of speech intelligibility in noise using sentence materials with controlled word predictability. *J Acoust Soc Am*. 1977;61(5):1337-51. <http://dx.doi.org/10.1121/1.381436>.
- Kendel P. Cognitive-behavioral therapies with youth: Guiding theory, current status, and emerging developments. *Journal of Consulting and Clinical Psychology*. 1993;61(2):235-247.
- Lasca VB. Treinamento de memória no envelhecimento normal: Um estudo experimental utilizando a técnica da organização [dissertação]. Campinas, SP: Universidade Estadual de Campinas; 2003.
- Lessa AH, Hennig TR, Costa MJ, Rossi AG. Resultados da reabilitação auditiva em idosos usuários de próteses auditivas avaliados com teste dicótico. *CoDAS*. 2013;25(2):169-75.
- Lessa AH, Costa MJ. Influência da cognição em habilidades auditivas de idosos pré e pós-adaptação de próteses auditivas. *Audiol Commun Res*. 2016;21:e168621. doi.org/10.1590/2317-6431-2016-1686.
- Lin FR, Metter JE, O'Brien JR, Resnick SM, Zonderman AB, Ferrucci L. Hearing loss and incident dementia. *Arch Neurol*. 2011;68(2):214-220.
- Lin FR. Hearing loss and cognition among older adults in the United States. *J Gerontol A Biol Sci Med Sci*. 2011;66(10):1131-6. [doi: 10.1093/gerona/glr115](https://doi.org/10.1093/gerona/glr115)
- Livingston G, Sommerlad A, Orgeta V, Costafreda SG, Huntley J, Ames D, Ballard C, Banerjee S, Burns A, Cohen-Mansfield J, Cooper C, Fox N, Gitlin LN, Howard R, Kales HC, Larson EB, Ritchie K, Rockwood K, Sampson EL,

- Samus Q, Schneider LS, Selbæk G, Teri L, Mukadam N. Dementia prevention, intervention, and care. *Lancet*. 2017 Dec 16;390(10113):2673-2734. doi: 10.1016/S0140-6736(17)31363-6.
- Lunner T, Rudner M, Rönnberg J. Cognition and hearing aids. *Scandinavian Journal of Psychology*. 2009 Sep 24;50:395-403. doi: 10.1111/j.1467-9450.2009.00742.x.
- Megale RL. Treinamento auditivo: avaliação do benefício em idosos usuários de próteses auditivas [dissertação]. São Paulo: Universidade de São Paulo; 2010.
- Merzenich MM, deCharms RC. Neural representations, experience, and change. In: Llinás RR, Churchland PS, editors. *The mind–brain continuum: Sensory processes*. Cambridge, MA: The MIT Press; 1996. p. 61-81.
- Miranda EC, Andrade NA, Lório MCM, Gil D. A Efetividade do Treinamento Auditivo Formal em Idosos Usuários de Próteses Auditivas no período de Aclimatização. *Rev Soc Bras Fonoaudiol*. (São Paulo). 2007;12(4):315-21.
- Moore DR, Halliday LF, Amitay S. Use of auditory learning to manage listening problems in children. *Philos Trans R Soc Lond B Biol Sci*. 2009 Feb 12; 364(1515):409–420.
- Murphy CFB, Fillipini R, Palma D, Zalcman TE, Lima JP, Schochat E. Auditory training and cognitive functioning in adult with traumatic brain injury. *Clinics*. 2011;66(4).
- Musiek FE, Schochat E. Auditory training and central auditory processing disorders. *Semin Hear*. 1998;19(04):357-66. dx.doi.org/10.1055/s-0028-1082983.
- Musiek, FE, Berge BE. A neuroscience view of auditory training/stimulation and central auditory processing disorders. In: Masters MG, Stecker NA, Katz J,

editores. Central auditory processing disorders: Mostly management. Boston, MA: Allyn and Bacon; 1998. v.1, Chap. 2, p.15-24.

Musiek FE, Shinn J, Hare C. Plasticity, auditory training and auditory processing disorders. *Semin Hear*. 2002;23(4):263-76. [dx.doi.org/10.1055/s-2002-35862](https://doi.org/10.1055/s-2002-35862).

Musiek FE, Baran JA, Pinheiro ML. Durations pattern recognition in normal subjects and patients with cerebral and cochlear lesions. *Audiology*. 1996;29(6):304-13.

Musiek FE, Berge BE. A neuroscience view of auditory training/stimulation and central auditory processing disorders. In: Masters MG, Stecker NA, Katz J, editors. *Central auditory processing disorders: Mostly management*. Boston, MA: Allyn and Bacon; 1998. v.1, Chap1, p.15-24.

Musiek FE, Schochat E. Auditory training and central auditory processing disorders - A case study. *Semin Hear*. 1998;19(4):357-65.

Musiek FE, Shinn J, Hare C. Plasticity, auditory training and auditory processing disorders. *Semin Hear*. 2002;23(4):264-75.

Musiek et al. GIN test performance in subjects with confirmed central auditory nervous system involvement. *Ear Hear*. 2005;26(6):608-18

Nasreddine ZS, Phillips NA, Bédirian V, Charbonneau S, Whitehead V, Collin I et al. The Montreal Cognitive Assessment, MoCA: a brief screening tool for mild cognitive impairment. *J Am Geriatr Soc*. 2005;53(4):695-9.

Nunes C, Frota S. Audio training - Software de apoio à terapia fonoaudiológica [CD-ROM]. São Paulo: AM3 Artes; 2006.

Nunes PV, Diniz, BS, Radanovic, M, Abreu, ID, Borelli, DT, Yassuda, MS, Forlenza, OV. CAMcog as a screening tool for diagnosis of mild cognitive

impairment and dementia in a Brazilian clinical sample of moderate to high education. *International Journal of Geriatric Psychiatry*. 2008;23(11):1127-33.

Olazarán, J, Muñoz R, Reisberg B, Casanova P, Ser T, Cruz-Jentoft, AJ et al. Benefits of cognitive-motor intervention in MCI and mild to moderate Alzheimer disease. *Neurology*. 2004;63:2348-2353.

Oliveira JC, Murphy CFB, Schochat E. Processamento auditivo (central) em crianças com dislexia: avaliação comportamental e eletrofisiológica. *CoDAS*. 2013;25(1):39-44.

Olson AD; Premingert JE; Shinn JB. The effect of LACE DVD training in new and experienced hearing users. *American Academy Journal*. 2013:24.

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

Pichora-Fuller MK, Schneider BA, Daneman M. How young and old adults listen and remember speech in noise. *J Acoust Soc Am*. 1995;97(1):593-608.

Phillips DP. Central auditory system and central auditory processing disorders: some conceptual issues. *Seminar in hearing*. 2022;23:251-61.

Rabelo CM, Schochat E. Time-compressed speech test in Brazilian Portuguese. *Clinics*. 2007;62(3):261-72. doi.org/10.1590/S1807-59322007000300010.

Rahman TT, Mohamed ST, Albanouby MH, Bekhet HF. Central auditory processing in elderly with mild cognitive impairment. *Geriatrics & Gerontology Internacional*. 2011;11(3):304-308.

- Rapp S, Brenes G, Marsh AP. Memory enhancement training for older adults with mild cognitive impairment: a preliminary study. *Aging. Ment. Health.* 2002;6(1):5-11.
- Rönnberg J, Rudner M, Foo C, Lunner T. Cognition counts: A working memory system for ease of language understanding (ELU). *Int J Audiol.* 2008 Nov 1;47(Suppl 2):S99-105. doi: 10.1080/14992020802301167.
- Samelli AG, Schochat E. The Gaps-in-Noise test: Gap detection threshold in normal-hearing young adults. *Int J Audiol.* 2008;47(5):238-45.
- Sarmiento ALR. Apresentação e aplicabilidade da versão brasileira da MoCa (Montreal Cognitive Asssssment) para rastreio de comprometimento cognitivo leve [tese]. São Paulo: Universidade Federal de São Paulo; 2009.
- Schochat E, Carvalho LZ, Megale RL. Treinamento auditivo: avaliação da manutenção das habilidades. *Pró-fono.* 2002;14(1):93-8.
- Schochat E, Musiek FE, Alonso R, Ogata J. Effect of auditory training on the middle latency response in children with (central) auditory processing disorder. *Braz J Med Biol Res.* [Internet]. 2010 Aug [cited 2012 Feb 23]: 43(8):777-85. Available from: <http://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/20658093>.
- Shuai L, Gong T. (2014). Temporal relation between top-down and bottom-up processing in lexical tone perception. *Front. Behav. Neurosci.* 2014;8, Article 97. doi: 10.3389/fnbeh.2014.00097.
- Smith GE, Housen P, Yaffe K, Ruff R, Kennison RF, Mahncke HW, Zelinski EM. A cognitive training program based on principles of brain plasticity: results from the Improvement in Memory with Plasticity-based Adaptive Cognitive Training (IMPACT) study. *J Am Geriatr Soc.* 2009;57(4):594-603.

Souza JN, Chaves EC. O efeito do exercício de estimulação da memória em idosos saudáveis. *Rev Esc Enferm USP*. 2006;39(10):13-9.

Souza RR. Treinamento auditivo em idosos com comprometimento cognitivo leve [dissertação]. São Paulo: Universidade de São Paulo; 2010.

Sweetow J, Sabes JH. Listening and Communication Enhancement (LACE). *Semin Hear*. 2007;28(2):133-141. doi: 10.1055/s-2007-973439.

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

Sweetow RW. The need for Auditory Training. *The ASHA Leader*. 2008;13(5).

Tallal P, Merzenich MM, Jenkins WM, Johnston P, Schreiner C, Miller SL. Temporal processing deficits of language-learning impaired children ameliorated by training. 1996;271(5245):77-81. doi: 10.1126/science.271.5245.77.

Taylor B; Shrive A. The economics of computer-based auditory training. *Audiology Online*. 2008. Available from: <https://www.audiologyonline.com/articles/economics-computer-based-auditory-training-915>.

Teixeira AR, Thedy RB, Jotz G, Barba MC. Sintomatologia depressiva em deficientes auditivos adultos e idosos: importância do uso de próteses auditivas. *Arquivos Int. Otorrinolaringol*. 2007;11(4):453-58.

Teixeira TS; Costa-Ferreira MID. Treinamento auditivo computadorizado em idosos protetizados pelo Sistema Único de Saúde. *Audiol., Commun. Res.* (São Paulo). 2018;23:e1786.

- Teixeira-Fabricio A et al. Treino cognitivo em adultos maduros e idosos: impacto de estratégias segundo faixas de escolaridade. *Psico-USF*. (Itatiba). 2012;17(1):85-95.
- Walden BE, Erdman SA, Montgomery AA, Schwartz DM. Some Effects of Training on Speech Recognition by Hearing-Impaired Adults. *Journal of Speech and Hearing Research*. 24(2):207-16. doi:10.1044/jshr.2402.207.
- Wayne RV, Johnsrude IS. A review of causal mechanisms underlying the link between age-related hearing loss and cognitive decline. *Ageing Res Rev*. 2015;23B:154-66.
- Willis SL, Tennstedt SL, Marsiske M, Ball K, Elias J, Koepke KM et al. Long-term effects of cognitive training on everyday functional outcomes in older adults. *JAMA*. 2006;296(23):2805-2814.
- Wolinsky F, Unverzagt FW, Smith DM, Jones R, Stoddard A, Tennstedt SL. The ACTIVE cognitive training trial and health-related quality of life: protection that lasts for 5 years. *J Gerontol*. 2006;61A(12):1324-29
- Wood GMO, Araújo JR, Scalioni IG, Lima EP, Sampaio JR. Desenvolvimento cognitivo adulto: a avaliação e a reabilitação da capacidade de memória de trabalho. In: Haase VG, Rothe-Neves R, Teodoro M, organizers. *Psicologia do desenvolvimento - contribuições interdisciplinares*. Belo Horizonte: Editora Health; 2000. p.121-44
- World Health Organization (WHO). *World report on ageing and health*. Genebra: World Health Organization; 2015.
- Yassuda, MS, Batistone, SST, Fortes AG, Neri AL. Treino de memória no idoso saudável: benefícios e mecanismos. *Psicol. Reflex. Crit*. 2006;19(3):470-81. doi: doi.org/10.1590/S0102-79722006000300016.

Yotsumono Y, Watanabe T. Defining a link between perceptual learning and attention. *PLoS Biol.* 2008 Aug;6(8):e221. doi: 10.1371/journal.pbio.0060221.

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.

Zimmer M, Marchi ACB; Colussi EL. Treino de memória em idosos: o tablet como ferramenta de intervenção. *Psic., Saúde & Doenças.* (Lisboa). 2017;18(2):360-373.

Zucato FG; Guedes MC. Treinamento auditivo: Propostas atuais para a reabilitação do processamento auditivo. In: Wajnsztein R.; Wajnsztein AC. *Dificuldades escolares; um desafio superável.* 2ª edição: São Paulo: Artemis; 2009.