

Construção e validação dos testes fala com ruído (FR) e dicótico de dígitos (DD) para aplicação em crianças portuguesas

Construction and validation of speech tests with noise (SN) and dichotic with digits (DD) for application in portuguese children?

Cristiane L. Nunes • L. Desgualdo • G. S. Carvalho

RESUMO

A avaliação do Processamento Auditivo (PA) por meio de testes comportamentais inclui a apresentação de testes monóticos e dicóticos, com material verbal e não-verbal. Na apresentação de testes verbais é importante a escolha de uma voz adequada tanto na qualidade vocal quanto no tom e na inflexão vocal usada na região. O objetivo deste estudo foi construir e validar dois testes verbais, Fala com Ruído (FR) e Dicótico de Dígitos (DD), à fonética portuguesa. Após a análise vocal de 13 sujeitos selecionou-se uma locutora com padrão vocal mais adequado às exigências do teste. Usando a voz desta locutora foram construídos os testes FR e DD para a fonética portuguesa, que depois de devidamente validados, foram considerados aptos a serem aplicados em estudos para avaliação de perturbações do processamento auditivo.

Palavras-chave: Voz, Audição, Teste auditivo, Validação.

ABSTRACT

The assessment of auditory processing disorder through behavior testing includes the use of monotic and dichotic tests with verbal and non-verbal sounds. In order to present the verbal test, it is important to select an appropriate voice quality, regarding not only the tone quality but also the vocal inflection used in the local culture. The aim of this study is to produce and validate two verbal tests in European Portuguese: the Speech in Noise Test (SN) and the Dichotic Digit Test (DD). After the vocal assessment of 13 subjects, a woman that respected the characteristics of a good voice was selected. Using this female voice, the SN and DD tests were produced in European Portuguese. After validation, these tests were shown to be suitable for application in evaluation studies of auditory processing disorders.

Key-words: Voice, Hearing, Auditory Tests, Validation.

Cristiane L. Nunes

CIEC, Instituto de Educação, Universidade do Minho, Braga, PORTUGAL

L. Desgualdo

Departamento de Fonoaudiologia da Universidade Federal de São Paulo, BRASIL

G. S. Carvalho

CIEC, Instituto de Educação, Universidade do Minho, Braga, PORTUGAL

Correspondência:

Cristiane Lima Nunes
Alameda do Lago, 38. Braga.
cris.l.nunes@hotmail.com

Bolsa: FCT-SFRH/BD/43512/2008

INTRODUÇÃO

O processamento auditivo (PA) envolve mecanismos do sistema auditivo responsáveis pela lateralização e localização do som, discriminação auditiva, reconhecimento de padrões e aspetos temporais da audição, incluindo resolução, mascaramento, integração e ordenação temporal, performance auditiva com sinais acústicos competitivos e degradados¹. Apesar destas dificuldades as crianças com perturbação do processamento auditivo (PPA) apresentam limiares normais de audição e de níveis cognitivos¹.

A informação auditiva “viaja” do sistema auditivo periférico ao sistema nervoso auditivo central, denominado por alguns autores de CANS (*Central Auditory Nervous System*) e que se estende até o córtex auditivo². Durante o percurso por esta via auditiva, o estímulo auditivo será processado por forma a que o indivíduo consiga localizar, discriminar, identificar e separar o estímulo num ambiente com ruído de fundo e por fim interpretar este som^{2,3}.

Em geral as causas da PPA são desconhecidas, pois há uma série de fatores já estudados que podem estar relacionados com a etiologia da PPA. Yalcinkaya e Keith² sintetizaram as três causas mais comuns encontradas nos diversos estudos científicos pesquisados pelos autores: (i) problemas na gestação e no nascimento; (ii) otites médias crónicas que podem constituir um risco para a criança, tanto por perdas auditivas condutivas quanto por problemas associados ao PPA; (iii) problemas na neuromaturação do sistema auditivo.

A PPA pode estar associada à dificuldades na aprendizagem, dificuldades de linguagem, afasias do desenvolvimento, dislexia do desenvolvimento, perturbação da hiperatividade com défice de atenção, prematuridade, baixo peso ao nascer, doenças genéticas, trauma craniano, doenças do sistema nervoso central, exposição a substâncias tóxicas como o monóxido de carbono e o chumbo, síndrome de Landau-Kleffner, epilepsia, disfunções metabólicas, doenças cérebro-vasculares, doença de Lyme, perturbações do desenvolvimento^{2,4}.

A avaliação do PA por testes comportamentais inclui testes monóticos e dicóticos, sendo recomendada a aplicação mínima de cinco categorias de testes auditivos: um teste de interação binaural, um dicótico, um monoaural de baixa redundância, um temporal e um de discriminação auditiva³. Os testes auditivos podem dividir-se em duas categorias, os denominados verbais e os não-verbais⁵. Os primeiros, incluem sempre um material com suporte linguístico que deve ser apresentado ao indivíduo avaliado na língua em que o mesmo domina. Assim, a escolha de uma voz adequada para a construção de testes verbais de processamento auditivo é de primordial importância, devendo ter em consideração alguns aspetos importantes como por exemplo frequência vocal, a clareza articulatória e a modulação da voz.

Holube, Fredlake, Vlaming e Kollmeier⁶ publicaram um estudo recente sobre o desenvolvimento e a análise de um teste para analisar a percepção da fala internacionalmente, o *International Speech Test Signal (ISTS)*. De entre as características importantes que um teste deve ter para analisar a audição com sons da fala, estes autores referem os parâmetros da frequência e da intensidade como os que devem ser tidos em consideração na gravação de testes verbais do PAC⁶.

Os estudos apontam que a voz de representação feminina é a ideal para gravação de testes, pois abrange a maior parte dos parâmetros referentes ao espectro da fala, já que a frequência da fala feminina está entre a voz masculina e da criança^{6,7}. No que diz respeito à intensidade do som, a recomendação recai sobre uma intensidade de 65dB, o que pode ser comparado a uma intensidade média obtida numa situação de conversação normal com uma distância de 1 metro de seu interlocutor⁶.

De entre os testes existentes para avaliação em tarefas dicóticas e monóticas de baixa redundância optamos no nosso estudo pela aplicação do teste Fala com Ruído (FR) e

Dicótico de Dígitos (DD). O teste FR foi descrito por Pereira e Fukuda⁸ e tem como objetivo avaliar a capacidade do indivíduo de discriminar os sons da fala em situações de competição sonora com controlo da relação sinal/ruído. Por sua vez, o teste DD, que foi descrito por Pereira e Schochat⁹, tem como objetivo avaliar a capacidade de integrar e separar as informações ouvidas no ouvido direito e no ouvido esquerdo em simultâneo. O presente estudo visou adequar estes dois testes verbais já utilizados no Brasil à fonética da língua portuguesa em Portugal, para ser aplicado em crianças do nosso país como parte do conjunto mínimo de testes recomendados³.

MATERIAL E MÉTODOS

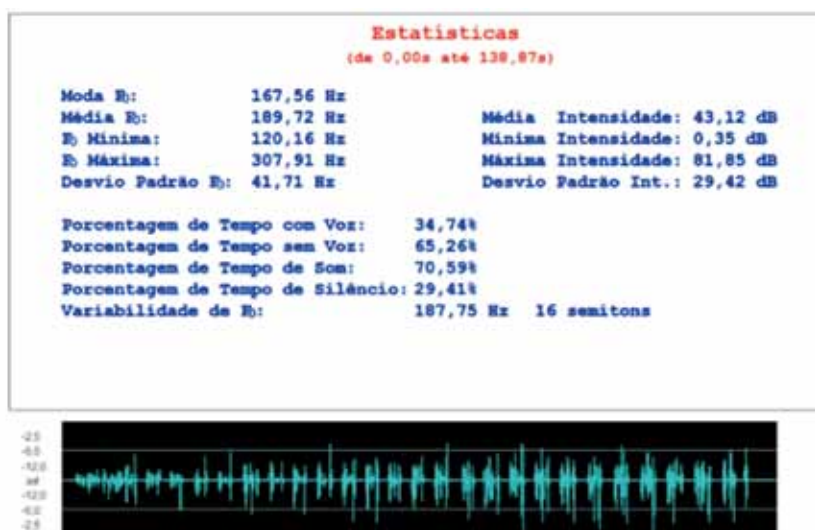
Seleção do locutor e gravação dos estímulos

Para realização da gravação dos testes foi necessário encontrar uma voz cuja frequência fundamental (f0) estivesse à volta de 180Hz, frequência esta facilmente percebida pelo ouvido humano do adulto e da criança, pois encontra-se na média da faixa de frequência produzida pela criança (250 Hz), pela mulher adulta (231Hz) e pelo homem (116 Hz)⁷. Para além disso, era necessária uma articulação clara e precisa da fala para que fosse respeitada a locução ideal dos estímulos, sem omissões ou distorções do som.

Para encontrarmos a(o) locutor(a) ideal, treze sujeitos voluntários, 4 homens e 9 mulheres, foram submetidos a análise vocal com uso *software* Vox Metria®, através da gravação da vogal sustentada /e/ e de algumas palavras do teste. As gravações foram realizadas nas salas Instituto de Educação da Universidade do Minho. Após a gravação dos 13 sujeitos, a escolha recai sobre uma mulher, nascida numa família portuguesa e residente em Portugal Continental, que apresentou f0 média de 189Hz na produção das palavras que seriam utilizadas como estímulos nos teste (Imagem 1).

Figura 1

Imagem gerada pelo programa Vox Metria® da análise vocal dos estímulos verbais (teste FR) gravados pela locutora selecionada



Após a seleção da locutora, foi realizada a gravação de todos os sons de fala necessários para construção dos testes FR e DD em português europeu. Para a gravação foi utilizado um PC PowerMac G5 – 2.3 Ghz duplo; um equipamento de gravação M-Áudio projecto Mix I/o; um microfone AKG *perception* 100 respeitando à distância microfone-boca cerca de 2 cm em posição lateral; um software Pro-Tools M Powered 7 – ano 2008. Os estímulos foram gravados com taxa de padrão da amostragem de 44100Hz para manter a melhor qualidade possível no momento da reprodução⁶.

Os estímulos selecionados para a gravação foram os vinte e cinco monossílabos a serem utilizados no teste FR e os vocábulos a serem utilizados no teste DD, nomeadamente os dígitos dissilábicos 4, 5, 7, 8 e 9.

Para além dos dígitos e monossílabos a serem utilizados nos testes, foram gravados os seguintes estímulos: a sequência numérica “número 1, número 2, número 3...” até “...número 25” a ser utilizada no teste FR para reforçar a atenção do sujeito avaliado e para o controlo da pesquisadora na identificação dos estímulos apresentados, bem como a palavra “repita” a ser utilizada no teste DD antes da apresentação de cada sequência numérica para que a criança reforce a sua atenção seletiva. A escolha destes vocábulos prévios foi mantida à semelhança do teste brasileiro para que evitássemos variáveis adicionais não estudadas nestes testes.

Construção do Teste Fala com Ruído (FR) em português europeu

O teste FR prevê uma tarefa monótica de reconhecimento de 25 monossílabos apresentados a cada ouvido em conjunto com um ruído branco produzido pelo audiómetro denominado no equipamento de *white noise*.

As quatro listas de monossílabos a serem utilizadas no nosso estudo foram designadas lista FR1, lista FR2, lista FR3 e lista FR4 (tabela 1). Os 25 monossílabos apresentados em cada lista repetem-se em ordem diferente. A gravação do estímulo foi realizada uma única vez de tal forma que quando determinada palavra é ouvida, todas as suas características se mantêm nas quatro listas do teste.

A ordenação dos monossílabos nestas quatro listas, seguiu a mesma do teste original utilizado no Brasil e que serviu de base para o nosso estudo, nomeadamente o teste FR apresentado no livro “Processamento Auditivo Central: manual de avaliação” organizado por Pereira e Schochat⁸. Para a apresentação dos estímulos nas quatro sequências identificadas na tabela 1 foi utilizado o *software* Audacity[®] versão 1.3.9 para Windows Vista em um PC HP Pavilion dv2000.

O intervalo de tempo inter-estímulo, isto é, entre a apresentação de um monossílabo e seguinte, foi de cerca de 2 segundos (Figura 1). Este intervalo pressupõe o tempo requerido para a resposta da criança na situação de teste.

Cada monossílabo apresentado nas listas FR1, FR2, FR3 e FR4 precedia a contagem numérica da sua apresentação que seguiu do número 1 ao número 25. O teste FR foi finalizado com a produção de quatro arquivos de som que abrangiam um total de 25 monossílabos apresentados sequencialmente de acordo com as listas FR1, FR2, FR3 e FR4 (tabela 1).

Tabela 1

Listas de monossílabos do teste Fala de Ruído (FR).

Item	Lista FR1	Lista FR2	Lista FR3	Lista FR4
1.	TIL	CHÁ	DOR	JAZ
2.	JAZ	DOR	BOI	CÃO
3.	ROL	MIL	TIL	CAL
4.	PUS	TOM	ROL	BOI
5.	FAZ	ZUM	GIM	NÚ
6.	GIM	MEL	CAL	FAZ
7.	RIR	TIL	NHÁ	GIM
8.	BOI	GIM	CHÁ	PUS
9.	VAI	DIL	TOM	SEIS
10.	MEL	NÚ	SUL	NHA
11.	NÚ	PUS	TEM	MIL
12.	LHE	NHÁ	PUS	TEM
13.	CAL	SUL	NÚ	ZUM
14.	MIL	JAZ	CÃO	TIL
15.	TEM	ROL	VAI	LHE
16.	DIL	TEM	MEL	SUL
17.	DOR	FAZ	RIR	CHÁ
18.	CHÁ	LHE	JAZ	ROL
19.	ZUM	BOI	ZUM	MEL
20.	NHÁ	CAL	MIL	DOR
21.	CÃO	RIR	LHE	VAI
22.	TOM	CÃO	LER	DIL
23.	SEIS	LER	FAZ	TOM
24.	LER	VAI	SEIS	RIR
25.	SUL	SEIS	DIL	LER

Construção do Teste Dicótico de Dígitos (DD) em português europeu

Para a construção do teste DD português europeu, foram mantidos os mesmos critérios de apresentação dos estímulos do teste DD português brasileiro, seja na ordem de apresentação, no tempo e intervalo entre cada estímulo e na escolha dos dígitos a serem apresentados em cada ouvido. Desta forma procedemos inicialmente à elaboração das listas DD1 e DD2, composta cada uma por 20 itens, como descrito na Tabela 2.

Tabela 2

Listas DD1 e DD2 do teste Dicótico de Dígitos (DD).

Itens	Lista DD1	Lista DD2
1.	5 4	8 7
2.	4 8	9 7
3.	5 9	8 4
4.	7 4	5 9
5.	9 8	7 5
6.	5 7	9 5
7.	5 8	9 4
8.	4 5	8 9
9.	4 9	7 8
10.	9 5	4 8
11.	4 7	8 5
12.	8 5	4 7
13.	8 9	7 4
14.	7 9	5 8
15.	9 7	4 5
16.	7 8	5 4
17.	7 5	9 8
18.	8 7	4 9
19.	9 4	5 7
20.	8 4	7 9

O teste DD prevê uma tarefa dicótica de reconhecimento dos pares de vocábulos apresentados em simultâneo e em sequência ao ouvido direito e esquerdo. Com base nas listas DD1 e DD2 construímos dois arquivos de som utilizando o *software* Audacity® versão 1.3.9 para Windows Vista em um PC HP Pavilion dv2000.

Para a reprodução das listas foi selecionado o programa Audacity® em que a saída de som da lista DD1 estivesse direcionada para o ouvido direito (canal 1) e a saída de som da

lista DD2 estivesse direcionada para o ouvido esquerdo (canal 2). Desta forma, o canal 1 e o canal 2 produziram a lista DD1 e DD2 em simultâneo, cada uma com saída para um ouvido, conforme se pode observar na figura 2. Na produção de cada conjunto de estímulos da lista DD1 e DD2 foi adicionada a palavra prévia “repita” para apresentação nos dois canais.

O intervalo de tempo inter-estímulo, isto é, entre um estímulo e outro, esteve ao redor de 9 segundos o que foi mantido à semelhança do teste DD português brasileiro de referência. O tempo de intervalo inter-estímulo é o tempo que a criança supostamente deveria utilizar para responder à tarefa e o examinador apontar a resposta, de tal forma que o examinador não precisasse de acionar os controlos de interrupção e continuidade da emissão do som.

Análise acústica dos estímulos gravados

Foi utilizado o *software* Vox Metria®, comercializado pela empresa brasileira CTS informática, para medição da intensidade e da frequência vocal dos estímulos gravados em português europeu e que foram utilizados na nossa pesquisa para aplicação dos testes FR e DD. Do programa Vox Metria® foi extraída a função “estatísticas” para análise da F0 média dos estímulos gravados no teste FR e no DD, tendo observado uma frequência fundamental média de 189 Hz para as 4 listas (teste FR) e de 167Hz (teste DD).

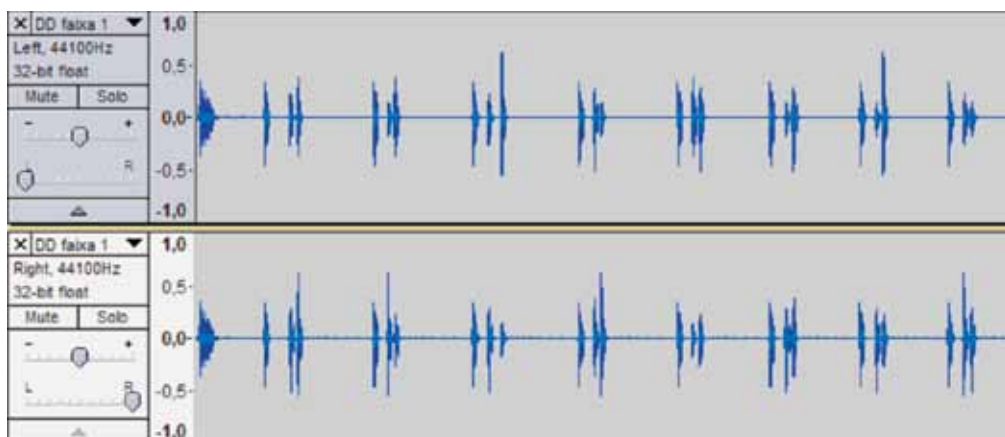
Validação dos testes FR e DD

Com vista a verificar o reconhecimento dos vocábulos, os estímulos dos testes FR e DD foram aplicados a cinco adultos nascidos em Portugal Continental, com audiograma dentro da faixa de normalidade e sem evidência de perturbação na comunicação.

Para análise de reconhecimento dos vocábulos a serem apresentados no teste FR, cada indivíduo ouviu as listas FR1, FR2, FR3, FR4 num nível de intensidade de 40dB NS com referência ao limiar médio de audibilidade para tom

Figura 2

Imagem obtida no programa Audacity® com as listas DD1 e DD2 (teste DD) gravadas em dois canais diferentes com suas respectivas direções para saída de som.



puro nas frequências de 500Hz, 1000Hz e 2000Hz. As listas foram apresentadas via audiômetro (AA-222, Interacoustics) em cabina insonorizada. A instrução dada era que o sujeito repetisse os monossílabos ouvidos. Para análise de reconhecimento dos vocábulos a serem apresentados no teste DD cada indivíduo ouviu a gravação dos dígitos quatro, cinco, sete, oito e nove nas mesmas condições técnicas que para o teste FR.

RESULTADOS

A locutora escolhida no nosso trabalho apresentou uma frequência fundamental (f0) na vogal sustentada entre os 139 e 147 Hz com média e moda de 143 Hz. A média da f0 durante a locução dos estímulos gravados para os testes FR e DD foi de 178 Hz. Durante a emissão da vogal sustentada obtivemos uma intensidade de voz gravada média de 53 dB, e na locução dos estímulos verbais, uma média de 70 dB.

Da análise do reconhecimento dos estímulos do teste FR pelos cinco adultos portugueses verificou-se uma baixa quantidade de erros, nomeadamente dois erros na repetição nos vocábulos “gim” e “jaz” por um mesmo sujeito, um erro na repetição do vocábulo “zum” por um segundo sujeito, e ausência de erros nos demais. Assim, de um total de 25 estímulos ouvidos e repetidos por cada um dos cinco adultos, obtivemos um percentil de 2,4% de erros, o que nos remeteu a aceitação dos estímulos gravados.

Também no teste DD, os cinco adultos portugueses reconheceram 100% dos estímulos apresentados, pelo que aceitámos a gravação dos vocábulos das Listas DD1 e DD2 para serem utilizados no teste Dicótico de Dígitos.

Deste estudo, não só a clareza articulatória da locutora foi evidenciada pelos cinco adultos testados, como também a intensidade e a frequência da qualidade vocal da gravação dos testes estão de acordo com estudos anteriores^{6,7} que apresentaram valores próximos dos obtidos na análise realizada sobre os mesmos testes gravados em português brasileiro, que serviu de referência para o presente estudo.

CONCLUSÕES E IMPLICAÇÕES

Neste estudo construímos dois testes, Fala com Ruído (FR) e Dicótico de Dígitos (DD), que foram devidamente validados para a fonética portuguesa, podendo por isso ser aplicados em estudos para avaliação de eventuais problemas de processamento auditivo. Estamos, atualmente, a aplicar estes dois testes (para além dos outros testes recomendados pela ASHA, 2005) em crianças de 10 a 13 anos da Região Norte de Portugal, com vista a detetar crianças com perturbações do processamento auditivo.

AGRADECIMENTOS

Este estudo desenvolve-se no âmbito do centro de investigação CIFPEC/CIEC do Instituto de Educação, da Universidade do Minho e a primeira autora usufrui de uma bolsa da Fundação para Ciência e Tecnologia (FCT- SFRH/BD/43512/2008).

Referências Bibliográficas:

1. ASHA – American Speech-Language Hearing Association. Central auditory processing: current status of research and implications for clinical practice, task force on central auditory processing consensus development. *Am J Audiology* 1996; 5: 41-54
2. Yalcinkaya F, Keith R. Understand auditory processing disorders. *Turkish Journal of Pediatrics* 2008; 50; 101-105
3. American Speech-Language-Hearing Association (ASHA) – Technical report (Central) Auditory Processing Disorders: Working Group on Auditory Processing Disorder. 2005. <http://www.asha.org/docs/html/tr2005-00043.html>. (Acedido em Novembro 15, 2008).
4. Bellis T. J., Central Auditory Processing in Clinical Practice. www.audiologyonline.com/articles.
5. Nunes, C. L., Frota S. Audio Training: fundamentação teórica e prática. 1ª ed. São Paulo, Ed. AM3 Artes, 2005.
6. Holube I, Fredlake S, Vlaming M, Kollmeier B. Development *International Journal of Audiology* 2010; 49; 891 – 903.
7. Behlau M, Pontes P. Avaliação e Tratamento das Disfonias. São Paulo: Ed. Lovise, 1995, pp43- 49.
8. Pereira LD, Fukuda Y. Audiometria verbal: teste de discriminação vocal com ruído. In: Behlau M (org). *Fonoaudiologia Hoje*, São Paulo, Lovise; 1995; pp265-66.
9. Santos M, Pereira L. Escuta com dígitos. In: Pereira LD e Schochat E (Eds.). *Processamento Auditivo Central: manual de avaliação*, São Paulo, Lovise, 1997; pp147-149.