

Processamento linguístico e processamento auditivo temporal em crianças com distúrbio específico de linguagem*****

Linguistic and auditory temporal processing in children with specific language impairment

Talita Fortunato-Tavares*
Caroline Nunes Rocha**
Claudia Regina Furquim de Andrade***
Débora Maria Befi-Lopes****
Eliane Schochat*****
Arild Hestvik*****
Richard G. Schwartz*****

*Fonoaudióloga. Doutoranda em Ciências pela Faculdade de Medicina da Universidade de São Paulo (USP). Endereço para correspondência: Rua Cipotânea, 51 - São Paulo - SP - CEP 05360-160 (tfortunato-tavares@usp.br).

**Fonoaudióloga. Mestranda em Ciências pela Faculdade de Medicina da USP.

***Fonoaudióloga. Professora Titular do Departamento de Fisioterapia, Fonoaudiologia e Terapia Ocupacional da Faculdade de Medicina da USP.

****Fonoaudióloga. Livre Docente. Professora Associada do Departamento de Fisioterapia, Fonoaudiologia e Terapia Ocupacional da Faculdade de Medicina da USP.

*****Linguista. Professor Associado do Departamento de Linguística e Ciências Cognitivas da University of Delaware.

*****Fonoaudiólogo. Professor Titular do Ph.D. Program in Speech and Hearing Sciences Program - Graduate Center of the City University of New York.

*****Trabalho Realizado no Serviço de Fonoaudiologia do Instituto Central do Hospital das Clínicas da Faculdade de Medicina da USP.

Artigo Original de Pesquisa

Artigo Submetido a Avaliação por Pares

Conflito de Interesse: não

Recebido em 17.08.2009.
Revisado em 02.10.2009.
Aceito para Publicação em 02.10.2009.

Referenciar este material como:



Fortunato-Tavares T, Rocha CN, Andrade CRF de, Befi-Lopes DM, Schochat E, Hestvik A, Schwartz RG. Processamento linguístico e processamento auditivo temporal em crianças com distúrbio específico de linguagem. *Pró-Fono Revista de Atualização Científica*. 2009 out-dez;21(4):279-84.

Abstract

Background: several studies suggest the association of specific language impairment (SLI) to deficits in auditory processing. It has been evidenced that children with SLI present deficit in brief stimuli discrimination. Such deficit would lead to difficulties in developing phonological abilities necessary to map phonemes and to effectively and automatically code and decode words and sentences. However, the correlation between temporal processing (TP) and specific deficits in language disorders - such as syntactic comprehension abilities - has received little or no attention. Aim: to analyze the correlation between: TP (through the Frequency Pattern Test - FPT) and Syntactic Complexity Comprehension (through a Sentence Comprehension Task). Method: Sixteen children with typical language development (8;9 ± 1;1 years) and seven children with SLI (8;1 ± 1;2 years) participated on the study. Results: Accuracy of both groups decreased with the increase on syntactic complexity (both $p < 0.01$). On the between groups comparison, performance difference on the Test of Syntactic Complexity Comprehension (TSCC) was statistically significant ($p = 0.02$). As expected, children with SLI presented FPT performance outside reference values. On the SLI group, correlations between TSCC and FPT were positive and higher for high syntactic complexity ($r = 0.97$) than for low syntactic complexity ($r = 0.51$). Conclusion: Results suggest that FPT is positively correlated to syntactic complexity comprehension abilities. The low performance on FPT could serve as an additional indicator of deficits in complex linguistic processing. Future studies should consider, besides the increase of the sample, longitudinal studies that investigate the effect of frequency pattern auditory training on performance in high syntactic complexity comprehension tasks.

Key Words: Child Language; Child Development; Hearing.

Resumo

Tema: diversos estudos sugerem a associação do distúrbio específico de linguagem (DEL) ao déficit no processamento auditivo. Pesquisas fornecem evidência de que a discriminação de estímulos breves estaria comprometida em crianças com DEL. Este déficit levaria a dificuldades em desenvolver habilidades fonológicas necessárias para mapear fonemas e decodificar e codificar palavras e frases efetiva e automaticamente. Entretanto, a correlação entre processamento temporal (PT) e distúrbios de linguagem tem recebido pouca atenção. Objetivo: analisar a correlação entre duas áreas: PT (teste de padrão de frequência - TPF) e Processamento Linguístico (complexidade sintática). Método: Dezesesseis crianças com desenvolvimento típico de linguagem (8;9 ± 1;1) e sete crianças diagnosticadas com DEL (8;1 ± 1;2) e participaram de TPF e Testes de Compreensão de Complexidade Sintática (TCCS). Resultados: A porcentagem de acerto no TCCS decresceu com o aumento da complexidade sintática ($p < 0,01$). Na comparação inter-grupos, a diferença no desempenho no TCCS foi estatisticamente significante ($p = 0,02$). Como esperado, crianças com DEL apresentaram desempenho no TPF fora dos valores de referência. No grupo DEL, as correlações entre os resultados do TPF e do TCCS foram positivas e maiores para frases de alta complexidade sintática ($r = 0,97$) do que para frases com baixa complexidade sintática ($r = 0,51$). Conclusão: Resultados sugerem que o TPF está correlacionado positivamente com habilidades de complexidade sintática. O baixo desempenho no TPF pode servir de um indicativo adicional sobre déficits em processamento linguístico complexo. Estudos futuros devem considerar, além do aumento da amostra, a análise do efeito do treinamento auditivo temporal de frequência no desempenho em tarefas de compreensão sintática de alta complexidade.

Palavras-Chave: linguagem infantil; desenvolvimento infantil; audição.

Introdução

O distúrbio específico de linguagem (DEL) afeta aproximadamente 7% da população - sendo meninos geralmente mais afetados que meninas¹. A identificação e o diagnóstico de DEL são feitos mais comumente a partir de critérios de exclusão. A criança apresenta a alteração de linguagem na ausência de perda auditiva, alterações no desenvolvimento cognitivo, comprometimento no desenvolvimento motor da fala, distúrbios abrangentes do desenvolvimento, síndromes e alterações neurossensoriais e lesões neurológicas adquiridas²⁻⁵. Crianças com DEL apresentam, já no início do desenvolvimento, um desenvolvimento da complexidade sintática atrasado, o que pode ser observado tão cedo quanto o início de compreensão e produção sintática. Também apresentam dificuldades persistentes na compreensão e produção de orações sintaticamente complexas⁶.

Diversos autores tentam explicar a natureza das alterações do desenvolvimento de linguagem. Dentre eles, Bishop² discute algumas hipóteses. A primeira considera que a competência linguística da criança encontra-se intacta, mas esta apresenta dificuldades em transformar a informação num sinal de fala. A segunda hipótese considera esta alteração como consequência de alterações na percepção auditiva. A terceira propõe que ocorreriam alterações de linguagem devido a déficits nos mecanismos neurológicos inatos especializados no processamento linguístico. A quarta hipótese discute essa alteração como consequência da limitação na capacidade de processamento da informação da memória verbal.

Em estudo posterior, McArthur e Bishop⁷ relacionaram DEL a fatores como capacidade limitada de processamento, memória verbal de curto prazo, e uma habilidade deficiente para aquisição de regras gramaticais. Os autores acrescentaram ainda como fator de risco para DEL baixo desempenho no processamento auditivo, o qual poderia afetar habilidades de discriminar os sons de fala, podendo resultar em representações neurais menos estáveis, o que, em última instância, interferiria na percepção e na produção da fala.

Estudos sobre alterações no desenvolvimento da linguagem sugerem uma decodificação neural anormal das informações auditivas. Há aproximadamente 30 anos, Tallal e Piercy⁸ identificaram, em um grupo de crianças com DEL, dificuldades em identificar tons que eram breves ou rápidos, apesar de apresentarem audição normal. Foi então hipotetizado que alterações no

desenvolvimento de linguagem eram causadas por déficits no processamento de estímulo auditivo apresentado rapidamente⁹⁻¹⁰.

Diversos estudos sugerem a associação do DEL ao déficit no processamento de sequências auditivas rápidas¹¹⁻¹². O déficit no processamento de sequências rápidas afeta o desenvolvimento da habilidade de detectar e processar os padrões acústicos e dinâmicos da fala. Isso leva à dificuldades em desenvolver habilidades fonológicas necessárias para mapear fonemas e para decodificar e codificar palavras e frases efetiva e automaticamente.

Estudos mais recentes, entretanto, sugerem, em crianças com DEL, um déficit maior nas tarefas de discriminação de frequência do que nas demais habilidades de outras tarefas do processamento auditivo temporal. McArthur e Bishop⁷ encontraram evidência de processamento temporal alterado somente em crianças com DEL que também apresentavam maior alteração na tarefa de discriminação de frequência. Tais achados fornecem evidência de que o processamento das mudanças rápidas, necessárias para a discriminação de frequência seria a área do processamento auditivo temporal mais alterada em crianças com DEL.

Em suma, a teoria de processamento temporal (PT) de Tallal tem estimulado um grande número de pesquisas. Entretanto, várias questões permanecem sem resposta. Sabemos que a população DEL é diversa¹³ e, talvez, seja esta a razão para tais resultados contraditórios sobre TP.

Além do mais, sabemos que a população DEL apresenta também grande diversidade em habilidades linguísticas especificamente¹³. Talvez uma possível correlação entre habilidades linguísticas e processamento temporal auditivo indicaria que déficits em características específicas do referido processamento implicariam em déficits em habilidades linguísticas relacionadas a ele, como o processamento sintático.

Entretanto, a correlação entre PT e distúrbios de linguagem tem recebido pouca atenção nas literaturas nacional e internacional - associações entre déficits em tarefas auditivas e distúrbios de linguagem não são claros e necessitam ser explicados. Além disso, particularmente, não está claro se o desempenho em testes que avaliam o processamento auditivo temporal reflete déficits perceptuais e se tais déficits estão relacionados à complexidade linguística. O estudo da correlação entre a percepção e a representação auditiva da fala e o processamento linguístico em crianças com DEL pode fornecer importantes informações tanto

para um diagnóstico diferencial quanto para a intervenção fonoaudiológica mais efetiva.

O objetivo do presente estudo é analisar a correlação entre as habilidades: ordenação temporal e transferência inter-hemisférica do processamento auditivo temporal (teste de padrões de frequência) e linguagem (processamento sintático). A hipótese do presente estudo é que crianças que apresentam baixo desempenho em tarefas de compreensão sintática também apresentarão baixo desempenho na tarefa de ordenação de frequência, uma vez que o processamento sintático é diretamente dependente de relações de ordenação entre elementos sintáticos e altamente relacionado ao processamento temporal. Além do mais hipotetizamos que esta correlação apresentar-se-á crescente de acordo com o aumento da complexidade sintática.

Método

Este trabalho foi aprovado pela comissão de ética da instituição (CAPPesq HCFMUSP) sob processo 1049/07. Os responsáveis de todos os participantes assinaram o Termo de Consentimento Livre e Esclarecido consentindo na realização e divulgação desta pesquisa e seus resultados conforme Resolução 196/96 (Brasil. Resolução MS/CNS/CNEP nº 196/96 de 10 de outubro de 1996).

Sujeitos

Vinte e três crianças divididas em dois grupos (DEL e desenvolvimento típico de linguagem - DTL) participaram do estudo.

O grupo DTL foi composto por 16 crianças com desenvolvimento típico de linguagem entre oito e dez anos de idade ($8:9 \pm 1:1$). O grupo DEL foi composto por sete crianças (quatro meninos e três meninas- seguindo dados epidemiológicos de que DEL afeta mais meninos que meninas¹⁴) entre oito e dez anos de idade ($8:11 \pm 1:2$). Todos os participantes do grupo DEL apresentaram critérios de inclusão para DEL¹⁵. Critérios adicionais para o grupo DEL foram: apresentar no ABFW: Teste de linguagem infantil¹⁶ performance alterada em habilidades de vocabulário e fonologia; testes específicos de sintaxe¹⁷; e estar, no momento da coleta de dados, recebendo terapia fonoaudiológica.

Para uma melhor organização desta sessão, serão apresentados os métodos específicos de cada teste (Teste Padrões de Frequência e Teste de Compreensão Sintática) separadamente.

Teste padrão de frequência

Equipamentos

Os materiais utilizados no teste de padrão de frequência foram: otoscópio da marca Heine; analisador de orelha média marca Grason - Standler modelo GSI - 33; audiometro da marca Grason - Standler modelo GSI-61 - com dois canais independentes, calibrado dentro dos padrões ANSI - 1989 e equipado com fones *Telephonics* modelo TDH - 50P; e CD *player* portátil acoplado ao audiometro GSI-61.

Procedimentos

Os sujeitos foram submetidos à inspeção do meato acústico externo, audiometria tonal limiar, logaudiometria, timpanometria, pesquisa dos limiares dos reflexos acústicos, ipsi e contra laterais para confirmação dos limiares auditivos normais. Em seguida, foi realizado o teste de padrões de frequência (TPF) ou *Pitch Pattern Sequence Test*¹⁸ que avalia a habilidade de ordenação temporal e transferência inter - hemisférica.

O teste comportamental, realizado para a avaliação do processamento auditivo temporal foi analisado de acordo com a porcentagem de acertos e comparado com as normas existentes para a população brasileira¹⁹.

Teste de compreensão sintática

Equipamentos

A tarefa de compreensão sintática foi desenvolvida e apresentada através do *E-Prime Experimental Control Software* (PST, Inc.) e rodado em um computador tipo *notebook*. Estímulos auditivos foram apresentados através dos alto-falantes do próprio computador com o volume controlado na mesma intensidade para todos os sujeitos.

Procedimentos

Foram apresentadas 60 frases de acordo com a seguinte divisão: 30 frases com menor complexidade sintática (relação predicativo/frase nominal a que se refere) e 30 frases com maior complexidade sintática (relação sentença reflexiva/frase nominal a que se refere). Exemplos das duas estruturas encontram-se abaixo:

Baixa complexidade sintática (BCS):

Estrutura: o X no (a)/abaixo/acima/na frente/atrás de Z é Y. Onde X e Z são substantivos e Y é um adjetivo (cor). Exemplo: "O carro atrás da grade é vermelho".

Alta complexidade sintática (ACS):

Estrutura: o X no (a)/abaixo/acima/na frente/atrás de Z é Y. Onde X e Z são substantivos e Y é uma frase verbal reflexiva (com o componente se - pronome reflexivo). Exemplo: "O professor na frente do aluno está se olhando".

Para cada frase alvo, o sujeito ouviu uma frase contextual e quatro figuras apareceram na tela do computador. A posição das quatro figuras foi aleatoriamente designada pelo *E Prime software*. A oração alvo foi apresentada em seguida. O participante então selecionou uma das quatro figuras. A próxima frase contextual foi então apresentada e assim, sucessivamente até a completa realização do experimento.

Resultados

Na Tabela 1 encontram-se os resultados para o teste de compreensão de linguagem de acordo com a complexidade sintática para ambos os grupos (DEL e DTL). Observa-se que a porcentagem de acerto decresceu ao passo que a complexidade sintática aumentou para ambos os grupos.

One Way ANOVAs revelaram diferenças estatisticamente significantes entre os grupos (DEL e DTL) nas tarefas de baixa e alta complexidade sintáticas ($p > 0,05$).

No presente estudo, as crianças com DEL mostraram um baixo desempenho no TPF quando comparado com os valores de normalidade. Houve também uma substancial variação individual entre o desempenho das crianças no TPF. O TPF não foi realizado no grupo DTL por existirem valores de referencia publicados¹⁹.

Correlações de Pearson foram calculadas entre os resultados do teste de padrão de frequência e dos testes de compreensão de linguagem (baixa e alta complexidade sintática) para o grupo DEL.

O coeficiente de correlação (r) entre o TPF e o TCL - BCS foi de 0,51. Em contrapartida, o coeficiente de correlação encontrado na análise entre TPF e o TCL - ACS foi de 0,97, ou seja, indicando uma correlação positiva quase perfeita (coeficiente de correlação de Pearson de valor 1 indica correlação líner positiva perfeita).

TABELA 1. Porcentagem média de acerto e desvio padrão dos testes de compreensão de linguagem de acordo com a complexidade sintática (baixa ou alta) dos grupos DEL e DTL.

Porcentagem Média de Acerto e Desvio Padrão			
Teste de compreensão de linguagem	DEL	baixa complexidade sintática	60,5 (28,2)
		alta complexidade sintática	47,8 (21,5)
	DTL	baixa complexidade sintática	93,1 (18,5)
		alta complexidade sintática	79,3 (19,3)

FIGURA 1. Correlação entre os resultados do Teste de Padrões de Frequência (TPF) e do Teste de Compreensão de Linguagem com Baixa Complexidade Sintática (TCL-BCS) em porcentagem para o grupo DEL.

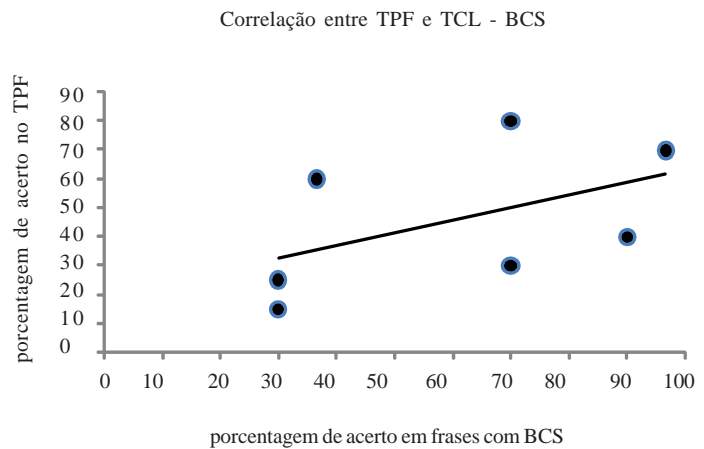
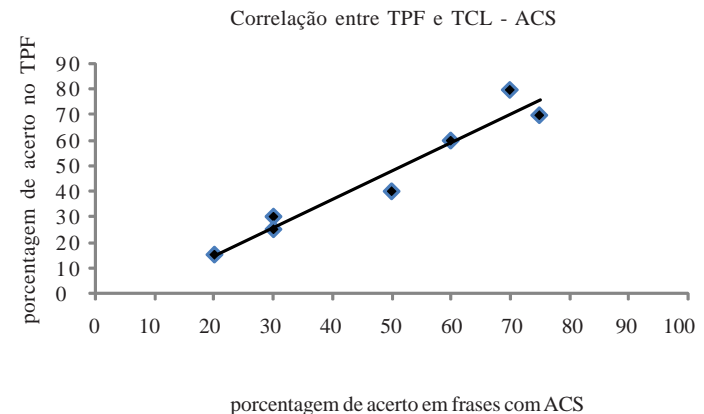


FIGURA 2. Correlação entre os resultados do Teste de Padrões de Frequência (TPF) e do Teste de Compreensão de Linguagem com Alta Complexidade Sintática (TCL-ACS) em porcentagem para o grupo DEL.



Discussão

Desempenho no teste padrão de frequência

Algumas pesquisas sugerem que o déficit primário do DEL está no processamento auditivo⁸⁻¹⁰. Hill et al.,²⁰ mostraram que as crianças com DEL apresentaram desempenho inferior ao grupo controle em testes de processamento temporal. Em nosso estudo, as crianças com DEL apresentaram um baixo desempenho no TPF quando comparado com os valores de normalidade existente.

O baixo desempenho no TPF observado nas crianças com DEL parece estar relacionado à dificuldade no processamento de sequências auditivas rápidas de vários estímulos. Uma hipótese para tal dificuldade pode estar relacionada à maturação do córtex auditivo. Moore e Guan²¹ encontraram que neurofilamentos de axônios do córtex auditivo de crianças com DEL parecem não apresentar completa maturação antes dos 11-12 anos. Ponton et al.,²² e Shafer et al.,²³⁻²⁴ encontraram um atraso maturacional em alguns componentes do potencial relacionado a eventos. Além disso, estes autores afirmam que crianças com DEL possuem uma capacidade atencional limitada, a qual pode ser consequência de um atraso maturacional. Tais achados levantam a questão de um atraso maturacional ser a causa de problemas no processamento auditivo temporal observado em crianças com DEL.

Desempenho em complexidade sintática

Como esperado, foi observado que a complexidade sintática influenciou o índice de acerto dos participantes (Tabela 1). Crianças de ambos os grupos apresentaram desempenho inferior na tarefa de compreensão de frases de ACS se comparado ao de frases de BCS ($p < 0,05$). O menor índice de acertos em ACS pode estar relacionado a uma maior demanda de processamento linguístico quando comparado às frases de BCS.

A diferença em complexidade linguística (intrínseca ao processamento linguístico) foi representada no presente estudo pelo contraste entre o adjetivo - usado em frases com BCS - e o pronome reflexivo se - usado em frases com ACS. O pronome reflexivo é uma palavra de classe fechada, enquanto o adjetivo é uma palavra de classe aberta. Palavras de classe fechada têm um papel sintático em compreensão de linguagem, pois são relativamente desprovidas de significado. Elas co-determinam relações sintáticas entre palavras de classe aberta, ou seja, palavras de classe fechada

(no caso do presente estudo o pronome reflexivo se) apóiam a análise sintática de uma frase²⁵. Por conseguinte, é possível afirmar que as frases de ACS demandam um processamento linguístico maior em comparação às de BCS, fato este que justifica o presente resultado.

Correlação entre TPF *versus* complexidade sintática

Foi observada maior correlação entre resultados do TPF e o TCL com ACS ($r = 0,97$) se comparado ao teste de BCS ($r = 0,51$). Ou seja, quanto maior o comprometimento no processamento auditivo temporal, pior o desempenho, nestas crianças, em tarefas de alta complexidade sintática. Este fato nos leva à compreensão de que o desempenho no TPF e estímulos linguísticos mais complexos estão amplamente relacionados.

A alta correlação observada entre estas duas variáveis pode ser explicada através da hipótese de que a habilidade limitada das crianças com DEL em processar as características acústicas implicaria nos demais processos da linguagem.

Outra hipótese pode estar relacionada ao processamento e memória verbal de curto prazo limitados⁷. Diversos estudos defendem a teoria de que crianças com DEL apresentam limitações gerais em diferentes tipos de processamento²⁶. Essas limitações estariam relacionadas a processamentos cognitivos (como memória de trabalho) e processamentos linguísticos (complexidade linguística) e afetariam o desenvolvimento da habilidade de detectar e processar os padrões acústicos e dinâmicos da fala e linguagem^{8,11}.

A menor correlação dos resultados de BCS nos permite excluir os efeitos do TPF sobre itens com pouca demanda do processamento linguístico, permitindo, assim, uma maior validade interna dos resultados obtidos. Em outras palavras, caso tivéssemos analisado somente a correlação entre TPF e itens de ACS não poderíamos concluir que esta estaria relacionada ao processamento linguístico já que não teríamos dados suficientes para afirmar o contrário: a não correlação com menor complexidade sintática. Por tanto, o método utilizado no presente estudo não permitiu a interferência em fatores externos, fortalecendo a validade interna das variáveis analisadas.

O presente estudo nos remete à análise de que ambas as teorias de DEL - tanto a que defende déficit em processamento auditivo⁹⁻¹⁰ como principal causa de alterações no desenvolvimento de linguagem; quanto a que defende déficits nos processamentos linguístico e cognitivo como a principal causa - estariam relacionadas e não seriam mutuamente excludentes.

Portanto, uma teoria válida para os déficits apresentados no DEL deve abranger ambas as áreas, uma vez que foi possível observar que limitações nos dois sistemas - processamento auditivo e linguístico - apresentam-se deficitárias e correlacionadas.

Conclusão

Os resultados nos permitem concluir que o TPF - teste que avalia a habilidade de maior relevância dentre as demais de processamento auditivo na

população DEL⁸ - está correlacionado positivamente com a complexidade sintática, ou seja, com o processamento linguístico.

O presente estudo apresenta também válidas implicações diagnósticas e terapêuticas. O baixo desempenho no TPF pode servir de um indicativo adicional sobre déficits em processamento linguístico complexo. Estudos longitudinais que analisem o efeito do treinamento auditivo temporal de padrões de frequência no desempenho em tarefas de compreensão sintática de alta complexidade são sugeridos.

Referências Bibliográficas

- Tomblin JB. Genetics of child language disorders. In Schwartz RG, Handbook of child language disorders. New York: Psychology Press; 2009.
- Bishop DVM. The underlying nature of specific language impairment. *Journal of Child Psychology and Psychiatry*. 1992;33(1):3-66.
- Rice ML. Specific language impairments: in search of diagnostic markers and genetic contributions. *Ment Retard Dev Disabil Res*. 1997;3:350-7.
- Bortollini U, Leonard L. Phonology and children with SLI - Status of structural constraints in two languages. *Journal of Communication Disorders*. 2000;33(2):131-50.
- Befi-Lopes DM. Avaliação, diagnóstico e aspectos terapêuticos nos distúrbios específicos de linguagem. In: Ferreira LP; Befi-Lopes DM; Limongi SCO (org.). *Tratado de Fonoaudiologia*. Roca; 2004. p. 547-52.
- Fletcher P. Syntax in child language disorders. In R. G. Schwartz (Ed.) *Handbook of child language disorders*. New York: Psychology Press; 2009.
- McArthur GM, Bishop DVM. Which people with specific language impairment have auditory processing deficits? *Cognition and Neuropsychology*. 2004;21:79.
- Tallal P, Piercy M. Defects of non-verbal auditory perception in children with developmental dysphasia. *Nature*. 1973;241:468-9.
- Tallal P. Auditory temporal perception, phonics, and reading disabilities in children. *Brain and Language*. 1980; 9:182-98.
- Miller S, Delaney T, Tallal P. Speech and other central auditory Processes: Insights from Cognitive Neuroscience. *Current Opinions in Neurobiology*. 1995;5:198-204.
- Rosen S (1999). Language Disorders: A problem with auditory processing? *Current Biology*; 9:18.
- Cohem-Mimmram R (2006). Temporal processing deficits in hebrew speaking children with reading disabilities. *Journal of Speech Language and Hearing Research*; 49:127-37.
- Schwartz RG (2009). Specific language impairment. In *Handbook of Child Language Disorders*, R. G. Schwartz (Ed.). New York: Psychology Press.
- Tomblin JB, Records NL, Buckwalter P, Zhang X, Smith E, O'Brien M (1997). Prevalence of specific language impairment in kindergarten children. *Journal of Speech and Hearing Research*; 40(6):1245-60.
- Stark R and Tallal P (1981). Selection of children with specific language disabilities. *Journal of Speech and Hearing Disorders*; 46:114-22.
- Andrade CRF, Befi-Lopes DM, Fernandes FD, Wetzner HF (2004). ABFW: teste de linguagem infantil. São Paulo: Pró-Fono.
- Befi-Lopes DM, Bento ACP, Perissinoto J (2008). Narração de histórias por crianças com distúrbio específico de linguagem [Narrative of children with specific language impairment]. *Pró-Fono*; 20:93-8.
- Auditec 1997. Evaluation manual of pitch pattern sequence and duration pattern sequence. Missouri, USA: Auditec; 1997.
- Balen (2001). Reconhecimento de padrões auditivos de frequência e de duração em crianças escolares de 7 a 11 anos. [tese] São Paulo: Instituto de Psicologia da Universidade de São Paulo; 2001.
- Hill PR, Hogben JH, Bishop DVM. Auditory frequency discrimination in children with Specific Language Impairment: a longitudinal study. *Journal of Speech Language and Hearing Research*; 48.
- Moore e Guan 2001, Moore JK & Guan YL. Cytoarchitectural and axonal maturation in human auditory cortex. *Journal of the Association for Research in Otolaryngology*. 2001;2:297-311.
- Ponton CW, Eggermont JJ, Kwong B, Don M. Maturation of human central auditory system activity: Evidence from multi-channel evoked potentials. *Clin Neurophysiol*. 2000;111:220-36.
- Shafer VL, Schwartz RG, Morr ML, Kessler KL, Kurtzberg D. Deviant neurophysiological asymmetry in children with language impairment. *Neuroreport*. 2000;11:3715-18.
- Shafer VL, Ponton C, Datta H, Morr ML, Schwartz RG. Neurophysiological indices of attention to speech in children with specific language impairment. *Clin Neurophysiol*. 2007 Jun 118(6):1230-43.
- Keurs M, Brown C, Hagoort P & Stegeman D (1999). Electrophysiological manifestations of open- and closed-class words in patients with Broca's aphasia with agrammatic comprehension: An event-related brain potential study. *Brain*; 122:839-54.
- Gillam RB, Montgomery JW, Gillam SL (2009). Attention and Memory in Child Language Disorders. In Schwartz RG, *Handbook of Child Language Disorders*. New York, Psychology Press.