

RESOLUÇÃO TEMPORAL DE CRIANÇAS ESCOLARES

Temporal resolution of young students

Sheila Andreoli Balen ⁽¹⁾, Graziela Liebel ⁽²⁾, Mirian Regina Moresco Boeno ⁽³⁾, Carla Meller Mottecy ⁽⁴⁾

RESUMO

Objetivo: estudar a resolução temporal de crianças com desenvolvimento normal no teste de detecção de intervalos de silêncio (*Random gap detection* – RGDT) e no teste de detecção do intervalo no ruído (*Gaps-in-noise* – GIN). **Métodos:** a população foi composta por 73 crianças escolares, sendo selecionadas 19 com desenvolvimento normal, na faixa etária de seis a 14 anos, de ambos os sexos, ausência de histórico otológico e/ou audiológico e de queixas escolares; audição normal; produção articulatória de todos os sons do Português e sem distúrbios do processamento auditivo. Os procedimentos da pesquisa foram os testes RGDT e GIN, realizados a 50 dB NS sendo o primeiro apresentado binaural e o segundo monoauralmente. Para análise dos dados foi aplicado teste t de *Student*. **Resultados:** no teste RGDT, a média dos intervalos de silêncio para as frequências de 500 Hz, 1000 Hz, 2000 Hz, 4000 Hz foram respectivamente, 10,13 ms; 8,69 ms; 11,94 ms; 10,56 ms, não ocorrendo diferenças estatisticamente significantes em relação à frequência testada. No teste GIN, a média do limiar foi de 5,7 ms para a orelha direita e 5,4 ms para a orelha esquerda, não havendo diferença estatisticamente significativa quanto à orelha avaliada. **Conclusão:** há evidências de diferenças dos limiares dos testes, o que aponta a hipótese de que GIN e RGDT não estejam avaliando a mesma habilidade auditiva ou requisitem processos não auditivos nas tarefas solicitadas. Desta forma, são necessárias novas pesquisas para entender melhor a aplicabilidade e os parâmetros de ambos os testes na prática clínica no Brasil.

DESCRITORES: Criança; Audição; Testes Auditivos; Percepção Auditiva

■ INTRODUÇÃO

Há muito tempo a função auditiva tornou-se fundamental na construção do complexo sistema da comunicação humana. Por isso, uma alteração da percepção auditiva pode acarretar problemas no desenvolvimento da fala, linguagem, aprendizagem e socialização de crianças, adultos e idosos. A decodificação da mensagem falada envolve a análise de vários componentes do sinal, incluindo os componentes acústicos, fonéticos, fonológicos, lexicais, supra-segmentais, sintáticos e semânti-

cos. Para que esta decodificação ocorra, as pistas acústicas de frequência, de intensidade e de tempo devem ser processadas de forma precisa pelo sistema auditivo ¹.

O processamento temporal está envolvido na maioria das habilidades do processamento auditivo, porque muitas informações auditivas são influenciadas, pelo menos em alguma parte, pelo tempo ². Para reconhecer e identificar os padrões auditivos, muitos processos perceptuais e auditivos estão envolvidos, como a percepção correta das variações dos elementos acústicos e da ordenação temporal dos mesmos ³.

Há evidências de que o desempenho das crianças em tarefas de resolução temporal, isto é, a habilidade para detectar pequenas mudanças do estímulo no tempo ⁴, melhora com o aumento da idade. As crianças detectam limiares de duração mais longos do que os adultos e só se assemelham a estes por volta dos dez anos de idade ⁵. Os efeitos maturacionais na resolução temporal demonstram que o indivíduo necessita possuir integridade do seu sistema auditivo periférico e central, bem

(1) Fonoaudióloga; Docente do Curso de Fonoaudiologia e de Especialização em Audiologia Clínica da Universidade do Vale do Itajaí, UNIVALI, Vale do Itajaí, SC; Doutora em Neurociências pelo Instituto de Psicologia da Universidade de São Paulo.

(2) Aluna do Curso de Fonoaudiologia da Universidade do Vale do Itajaí; Bolsista da Pesquisa do artigo 170 do Governo do Estado de Santa Catarina.

(3) Aluna do Curso de Fonoaudiologia da Universidade do Vale do Itajaí.

(4) Fonoaudióloga; Especializanda em Audiologia pela Universidade do Vale do Itajaí.

como das áreas cognitivas, psíquicas e linguísticas para desenvolver esta habilidade.

Na atualidade, entre os procedimentos de avaliação da resolução temporal, há o teste de detecção de intervalos de silêncio (*Random Gap Detection Test* – RGDT) ⁶. O teste piloto do RGDT, em crianças de cinco a 11 anos sem nenhuma queixa auditiva ou escolar evidenciou nos Estados Unidos limiares de duração de 7,3 ms (dos 5 aos 7 anos) e 7,8 ms (dos 10 aos 11 anos) ⁷. Outra pesquisa com adultos ouvintes mostrou que a média do RGDT foi de 7 ms ⁴. Em estudo do RGDT no Brasil, observou-se que os valores dos brasileiros mostraram-se maiores, com média de 8,7 ms, em relação aos dos americanos, para todas as faixas etárias entre sete e 10 anos ⁸. Crianças da rede particular de ensino de Recife, na faixa etária de 7 a 13 anos, evidenciaram diferença estatisticamente significativa entre as frequências no RGDT, porém não houve em relação a sexo, idade e escolaridade ⁹.

Pesquisa realizada utilizando o teste *Auditory fusion test – revised*, uma variação do RGDT, evidenciou que a presença do distúrbio de leitura e escrita nas crianças resulta em limiares de detecção de intervalos diferentes, sendo que o grupo com distúrbio de leitura e escrita teve uma média de limiar em 89,5 ms, enquanto o grupo sem distúrbios de leitura e escrita de 5,0 ms ¹⁰. Crianças com desvio fonológico em testes que avaliam o processamento auditivo temporal tiveram desempenho abaixo do esperado, sugerindo dificuldade relacionada à resolução temporal ^{11,12}.

Somente 2 ms são requisitados para um ouvinte normal perceber dois sons de somente um ¹³, mas o intervalo inter-estímulo deve aumentar até 17 ms para que o ouvinte relate qual dos dois sons começou primeiro. O julgamento da ordem temporal parece ser independente da natureza acústica dos sons ¹⁴. Qualquer sujeito com limiar de detecção de *gap* maior que 20 ms provavelmente têm déficit na habilidade de resolução temporal, que interfere na percepção da fala normal e no reconhecimento de fonemas. Desta forma, quanto maior for o limiar de detecção de *gap* em milissegundos, maior a probabilidade de déficit no processamento temporal ¹⁴.

Em 2005, foi publicado outro protocolo de avaliação da resolução temporal denominado *Gaps-in-noise* (GIN), isto é, teste de detecção do intervalo no ruído. O teste consiste de 0 a 3 intervalos silenciosos que variam de 2 a 20 ms ¹⁵. No primeiro estudo do GIN, constatou-se que este teste pode ser sensível para detectar alterações do sistema nervoso central ¹⁵. Em outro estudo, o primeiro relatado no Brasil, utilizando este protocolo de avaliação, foi demonstrado que adultos normais tiveram limiar de detecção do *gap* em 3,98 ms (média) ¹⁶.

Na comparação de dois protocolos de avaliação da resolução temporal – GIN e RGDT – com adultos jovens foram encontradas diferenças no desempenho entre gêneros, sendo que o sexo masculino teve melhor desempenho tanto no RGDT quanto no GIN, quando comparado ao feminino. O GIN não apresentou diferenças significantes nas respostas das orelhas direitas e esquerdas, bem como os sujeitos do estudo tiveram melhor desempenho no teste GIN, quando comparado ao RGDT ¹⁷.

São necessárias outras pesquisas para determinar qual ou quais os melhores protocolos de avaliação da resolução temporal. Esta é uma das afirmações realizadas pelos autores de um estudo que teve como objetivo comparar o desempenho de crianças normais em quatro testes de resolução temporal (AFT-R, RGDT, GIN e teste de fusão binaural – *binaural fusion test* – BFT). Os resultados evidenciaram diferenças estatísticas quanto à tarefa, o tipo de estímulo, o modo de apresentação (monoaural ou binaural) e o modo de resposta, sendo que o RGDT e o GIN foram os que se mostraram com maiores vantagens ¹⁸.

Esta pesquisa emergiu da necessidade de obter parâmetros de normalidade para os procedimentos de resolução temporal na criança. Embora já exista paradigma de avaliação da resolução temporal, utilizando detecção de intervalos (*gap*) desde a década de 70 ⁵, o uso de procedimentos comercializados com testes padronizados e normalizados para a população infantil, ainda não é realidade nos dias atuais no Brasil.

Neste contexto, esta pesquisa se propôs a obter informações de como são as respostas de crianças com desenvolvimento normal, em dois protocolos diferentes de mensuração da resolução temporal, em relação à diferença de estímulos e tarefas solicitadas, bem como verificar se há alguma influência do gênero nestas tarefas. Para tal estudo, foram utilizados: o teste de detecção de intervalos de silêncio (*Random Gap Detection Test* – RGDT) e o de detecção do intervalo no ruído (*Gaps-in-noise* – GIN).

■ MÉTODOS

A população desta pesquisa foi composta por 73 crianças escolares de seis a 14 anos, de ambos os sexos, de duas Escolas sendo uma Municipal e outra Particular de Itajaí, SC. Após a aplicação dos procedimentos de seleção a amostra ficou constituída por 19 crianças, sendo sete do sexo feminino e 12 do sexo masculino, na faixa-etária de sete a 13 anos e um mês (média = 10 anos e 10 meses). Destas 19 crianças, todas foram submetidas ao teste RGDT e dez ao teste GIN; após análise

dos dados optou-se por separar três crianças que apresentaram resultados discrepantes em comparação com as demais, embora apresentassem as mesmas características.

Todas as crianças que foram detectadas com alterações audiológicas foram encaminhadas para avaliação otorrinolaringológica, audiológica e do processamento auditivo completa no setor e, quando necessário, avaliação e terapia fonoaudiológica.

Os procedimentos de seleção foram: aplicação de um questionário contendo identificação, história auditiva, nível de escolaridade, intercorrências auditivas, desenvolvimento neuropsicomotor e desenvolvimento de linguagem; avaliação audiológica que constou de meatoscopia, triagem audiométrica nas frequências de 500 Hz a 4000 Hz e timpanometria em ambas as orelhas. A partir destes procedimentos foram incluídos na pesquisa os sujeitos com as seguintes características:

- ausência de histórico otológico e/ou audiológico;
- ausência de queixas escolares;
- ausência de doenças neurológicas, psiquiátricas e psicológicas conhecidas;
- limiares auditivos dentro dos padrões da normalidade, com curva timpanométrica do tipo A e presença de reflexos acústicos contra e ipsilaterais, confirmados pela realização de *screening* audiométrico com técnica de varredura nas frequências de 500 a 4000 Hz em ambas as orelhas e limiares auditivos iguais ou melhores do que 15 dB NA e pela realização das medidas de imitação acústica;
- produção articulatória de todos os sons do Português;
- ter tido a Língua Portuguesa como primeira e única língua;
- ausência de distúrbios do processamento auditivo, apresentando resultados normais no teste dicótico de dígitos, teste de dissílabos alternados e teste de fala filtrada;
- ausência de comportamento hiperativo, desatenção e/ou impulsividade.

Os procedimentos da pesquisa aplicados foram o teste de Detecção de Intervalos de Silêncio (*Random gap detection* – RGDT) ⁶ e o teste de detecção do intervalo no ruído (*Gaps-in-noise* – GIN) ¹⁵. Ambos foram realizados por um *Compact Disc Player* acoplado ao audiômetro *Interacoustics* AC-33 ou AC-40.

O Teste de Detecção de Intervalos de Silêncio (*Random gap detection test* – RGDT) ⁶ consiste em pares de tons puros nas frequências de 500, 1.000, 2.000 e 4.000 Hz, com intervalos entre os dois tons que variam de 0 a 40 ms (RGDT) e de 50 a 300 ms

(RGDT – expandido). Instruiu-se a criança para responder gestualmente se ela ouvia um ou dois tons. O teste foi apresentado a 50 dB NS nas frequências testadas na condição binaural. Inicialmente, colocaram-se na faixa dois de treino do RGDT; caso a criança detectasse intervalos iguais ou menores a 40 ms, dava-se continuidade para medir as frequências de 500, 1000, 2000 e 4000 Hz. Caso a criança não identificasse nenhum dos intervalos como dois tons, dava-se continuidade utilizando o RGDT- Expandido, medindo as mesmas frequências, porém com intervalos de até 300 ms. O resultado do RGDT foi medido por meio do menor intervalo a partir do qual o indivíduo passou a identificar a presença de dois estímulos. Foi calculado individualmente para cada frequência, de 500 a 4.000 Hz, bem como a média de resultados das quatro frequências. O teste durou em média dez minutos de aplicação.

Na análise do RGDT, primeiramente verificou-se o número de crianças que realizaram o RGDT e o RGDT- expandido. Posteriormente, calculou-se a média e desvio padrão do limiar de duração da amostra em 500, 1000, 2000 e 4000 Hz, bem como o valor de média do limiar de duração de todos os sujeitos da amostra.

O teste de detecção do intervalo por interrupção do ruído (*Gaps-in-noise* – GIN) ^{15,16} consiste em estímulos de 6s de ruído branco (*White Noise* – *WN*) intercalado com intervalos de silêncio (*gaps*) apresentados aleatoriamente entre 2 a 20 ms de duração. As crianças foram orientadas a ouvir um ruído contínuo monoaural; quando o mesmo fosse interrompido por um intervalo de silêncio, deveriam apertar um botão indicando que identificaram o intervalo de silêncio. Quanto ao material e apresentação do teste, o GIN é um teste prático que compreende dez segmentos de ruído com *gaps* de 2 a 20 ms e quatro testes alternativos empregando diferentes apresentações aleatórias do *gap*. Cada um dos quatro testes consiste de uma diferente apresentação de 10 *gaps* de duração, apresentados seis vezes, por 35 segmentos de ruído, para um total de 60 *gaps*. O limiar de detecção do *gap* ou intervalo no ruído foi definido pela detecção de quatro de seis apresentações ^{15,16}.

Na análise do GIN, verificou-se o percentual de detecção de cada intervalo nas listas 1 e 2 realizadas na orelha direita e na orelha esquerda, bem como calculou-se a média de limiar de duração da amostra, a partir da detecção de quatro das seis apresentações dos intervalos.

Os pais ou responsáveis pelas crianças assinaram o termo de consentimento livre e esclarecido. Esta pesquisa foi realizada no Setor de Atendimento Audiológico da UNIVALI, tendo sido aprovada

pelo Comitê de Ética em Pesquisa da UNIVALI sob parecer 194/07.

Foi aplicado o teste não-paramétrico de *Wilcoxon* para verificar se havia diferença nos limiares de silêncio, medidos pelo teste RGDT, em relação às variáveis frequência (500, 1000, 2000 e 4000 Hz) e sexo (masculino e feminino).

No intuito de testar se havia diferença entre o limiar de detecção de gap, medido pelo teste GIN, em relação à orelha avaliada, foi aplicado o teste t *Student* para dados pareados e para dados independentes na comparação dos limiares entre o gênero masculino e feminino.

Ao final utilizou-se a média dos resultados em todas as frequências da resolução temporal, medida pelo teste RGDT para comparar com a resolução temporal obtida pela média dos resultados das orelhas no teste GIN.

Foi utilizado o parâmetro de 5% para indicação de nível de significância.

■ RESULTADOS

Serão descritos os resultados obtidos pelo desempenho da amostra no teste RGDT e GIN, respectivamente.

No teste RGDT, observou-se que das 19 crianças, 18 (84,21%) realizaram o RGDT com intervalos de 0 a 40 ms, sendo que três (15,79%) realizaram o RGDT expandido, porque não identificaram intervalos menores de 40 ms. Optou-se por analisar em separado estas crianças, embora elas não tenham

apresentado alterações audiológicas e do processamento auditivo. Porém, os valores normativos expostos pelo autor do teste RGDT^{6,7} em americanos apontam para limiares inferiores a 10 ms em crianças. Assim, interpretou-se que as mesmas poderiam criar um viés na análise optando-se por excluí-las, tendo em vista a discrepância dos seus limiares em relação aos demais 84,21% da amostra.

Na Tabela 1 podem-se observar os resultados do RGDT obtidos por frequência das 16 crianças da amostra estudada. Verifica-se que o valor médio foi semelhante nas frequências de 500, 2000 e 4000 Hz e mais baixo na frequência de 1000 Hz. O desvio padrão demonstra que há grande variabilidade de desempenho na amostra estudada; no entanto, não foram evidenciadas diferenças significantes entre as frequências testadas ao aplicar o teste de *Wilcoxon*.

Na Tabela 2 são apresentados os limiares de intervalo de silêncio das três crianças que necessitaram realizar o RGDT – expandido por não terem identificado intervalos menores do que 40 ms. Observa-se que há grande variabilidade na frequência de 1000 e 4000 Hz, bem como na média dos limiares de intervalo de silêncio.

Na Tabela 3 pode-se constatar que os valores médios dos limiares de intervalo de silêncio em relação ao gênero apresentam-se semelhantes nas crianças do sexo feminino e do sexo masculino, não havendo diferenças estatisticamente significantes entre os gêneros ao aplicar o teste não paramétrico de *Wilcoxon*.

Tabela 1 – Valores dos limiares de intervalo de silêncio por frequência na amostra estudada (n=16)

Frequência	Média (ms)	DP (ms)	Mediana (ms)	Moda (ms)	Mínimo-máximo (ms)
500 Hz	10,13	6,90	10	10	0 a 20
1.000 Hz	8,69	5,33	10	10	2 a 20
2.000 Hz	11,94	8,39	12,5	5	2 a 25
4.000 Hz	10,56	8,16	7,5	5	2 a 25
Média	10,50	5,28	9,63	15	5 a 23,75

*Teste de *Wilcoxon*, $p > 0,05$.

Tabela 2 – Valores dos limiares de intervalo de silêncio – RGDT expandido – de três sujeitos da amostra estudada obtidos a partir da estatística descritiva

Frequência	Média (ms)	DP (ms)	Mediana (ms)	Moda (ms)
500 Hz	50	0	50	50
1.000 Hz	116,67	28,87	100	100
2.000 Hz	50	0	50	50
4.000 Hz	150	100	150	N/D
Média	91,67	19,09	87,5	N/D

Tabela 3 – Valores médios dos limiares de intervalo de silêncio, em milissegundos, obtidos a partir da estatística descritiva segundo o sexo

Sexo	Média (ms)	DP (ms)	Mediana (ms)	Moda (ms)
Masculino (n=6)	9,46	4,03	9	7,5
Feminino (n=10)	9,5	4,14	8,13	15

*Teste de Wilcoxon, $p > 0,05$.

Na Tabela 4, embora a média dos sujeitos do sexo masculino ser maior nas frequências de 2000 e 4000 Hz em comparação a 500 e 1000 Hz não se observou diferença estatisticamente significativa quando analisado o sexo com a variável frequência no RGDT.

Na Tabela 5 os resultados do teste GIN são apresentados pelo menor *gap* identificado por cada sujeito para a orelha direita e para a orelha esquerda.

Tabela 4 – Média e desvio padrão da amostra por sexo em relação à frequência testada no RGDT

Sexo	Masculino (média ± dp)	Feminino (média ± dp)
500 Hz	7,83±7,22	11,5±6,69
1.000 Hz	7,83±6,49	9,2±4,8
2.000 Hz	15,83±8,4	9,9±7,09
4.000 Hz	15,83±9,7	7,4±5,38

*Teste de Wilcoxon, $p > 0,05$.

A amostra de sujeitos no teste GIN foi de 10 crianças, sendo sete do sexo masculino e três do sexo feminino, tendo em vista que das 19 crianças, apenas 10 realizaram o teste GIN, visto que algumas crianças não retornaram para avaliação. É possível observar a média de limiar de detecção de *gap* de 5,7 ms na orelha direita e de 5,4 ms na orelha esquerda, demonstrando pouca variabilidade entre as orelhas e ausência de diferenças estatisticamente significantes de acordo com teste t de *Student*.

Na Tabela 6 em relação ao sexo também não foram evidenciadas diferenças estatisticamente significantes.

Ao observar a resolução temporal da amostra estudada, seja na pesquisa com o teste RGDT ou no GIN, pode-se observar na Tabela 7 que os resultados não se assemelham, sendo os limiares no teste RGDT maiores do que no teste GIN, da mesma forma que há mais variabilidade nos resultados do teste RGDT do que do teste GIN.

Tabela 5 – Estatística descritiva dos limiares de detecção dos *gaps* utilizando o GIN de acordo com a orelha

	Média (ms)	Dp (ms)	Mediana (ms)	Moda (ms)	Mínimo-máximo (ms)
Lista 1 – OD	5,7	2,87	4,5	4,0	4 a 12
Lista 2 – OE	5,4	1,07	5	5	4 a 8

*Teste t de *Student* para dados pareados, $p > 0,05$.

Tabela 6 – Valores médios dos limiares de *gap* utilizando o GIN segundo o sexo

Sexo	Média (ms)	DP (ms)	Mediana (ms)	Moda (ms)
Masculino (n=7)	5,83	1,77	4,5	4,5
Feminino (n=3)	5,43	1,89	5	n/d

*Teste t de *Student* para dados independentes, $p > 0,05$.

Tabela 7 – Estatística descritiva da média do teste RGDT e da média as orelhas do teste GIN

Frequência	Média (ms)	DP (ms)	Mediana (ms)	Moda (ms)	Mínimo-máximo (ms)
RGDT (n=16)	10,50	5,28	9,63	15	5 a 23,75
GIN (n=10)	5,55	1,71	4,75	4,5	4 a 9

■ DISCUSSÃO

O sistema nervoso auditivo central (SNAC) é um sistema complexo de vias neurais que podem ser afetadas por inúmeras condições de desenvolvimento e patológicas. Por causa desta complexidade das vias neurais do SNAC, a avaliação do sistema auditivo central reapresenta um desafio ímpar¹⁹.

Sabendo que a resolução temporal refere-se à habilidade para detectar mudanças no estímulo em função do tempo, como, por exemplo, a capacidade de detectar mudanças de um som para outro, percebendo que são dois e não um único som. A integração temporal está relacionada à habilidade do sistema auditivo em adicionar informações em função do tempo, com o objetivo de acentuar a detecção ou discriminação do estímulo²⁰. O processamento temporal é o processamento do sinal acústico em função do tempo de recepção e se relaciona com inúmeras etapas de escuta cotidiana, que incluem a percepção de fala, a ordem de eventos, a sonoridade de fonemas, a discriminação de palavras similares, a duração e ordenação das consoantes¹⁴.

O tempo é um dos componentes fundamentais de um sinal acústico e deve ser considerado na interpretação de uma informação transmitida auditivamente². A habilidade auditiva de processamento temporal é importante para a percepção de fala, que contribui para a identificação de pequenos elementos fonéticos presentes no discurso e que alterações nessa habilidade auditiva sugerem interferência na percepção de fala normal e reconhecimento dos fonemas^{6,21}.

Neste estudo é possível observar que a média do limiar de intervalo de silêncio obtida para o teste RGDT foi de 10,50 ms (dp = 5,28 ms), ficando com limiares maiores que os encontrados em outros estudos com crianças⁷ e adultos americanos⁴, bem como crianças brasileiras⁸. Por outro lado é similar ao encontrado em crianças escolares de Recife⁹. Também se observou que estes limiares de intervalos de silêncio foram menores que os encontrados nos grupos controle de dois estudos utilizando o AFT-R. Um dos trabalhos realizados com crianças entre nove e 11 anos de idade, a média obtida ficou em 14,4 ms²² e outro, com crianças de seis a nove anos, obteve limiar entre 11,44 ms e 14,44 ms.

Com base no que os estudos indicam o RGDT não possui uma homogeneidade e, por enquanto, não é possível dizer qual o padrão de normalidade para o teste. As crianças brasileiras investigadas estão tendo limiares de intervalo de silêncio maiores que os encontrados nas crianças norte americanas^{6,7}.

Este fato pode ser explicado por haver diferenças nas estimulações recebidas pelos indivíduos

testados durante o desenvolvimento da linguagem oral nas línguas de origem e, conseqüente formação de um padrão neural de decodificação diferente e acesso à informação acústica. As características acústicas e prosódicas da língua dos americanos e da língua portuguesa são diferentes em vários aspectos e os processos de resolução temporal necessários para a decodificação fonêmica podem ser diferentes em função das demandas exigidas pela língua, podendo mostrar menor ou maior limiar de detecção de intervalo²³.

No Português, pelo fato dos fonemas serem discriminados mais facilmente se comparados com o Inglês, há um esforço menor do sistema auditivo, o que resulta em uma discriminação mais pobre em tarefas temporais envolvendo frequência e duração²⁴.

Não só se tratando de uma língua estrangeira, sabe-se que em nosso país há uma diversidade cultural muito grande; talvez por isso os resultados obtidos nesta pesquisa sejam diferentes dos encontrados em outras pesquisas realizadas também no Brasil.

Em relação aos transtornos de linguagem, uma das hipóteses relacionadas à etiologia do problema diz respeito à existência de problemas de bases perceptuais. Estas dificuldades envolvem o processamento temporal de estímulos auditivos, visuais e sensorio-motores. Esta teoria tenta conciliar déficits auditivos e visuais por meio de uma única base: o processamento temporal²⁵.

Quanto às crianças que realizaram o RGDT-expandido, o fato pode ter ocorrido devido a não compreensão da instrução ou, até mesmo, desatenção demonstrada pelas mesmas durante o teste. Os resultados discrepantes das três crianças em relação às demais da amostra apontam para que haja a influência de outras variáveis não controladas no estudo. Como as três crianças tinham um tempo de atenção curto, acredita-se mais provável que tenha ocorrido interferência do nível atencional. Como a idade das crianças que realizaram o RGDT-expandido era superior a dez anos, acredita-se que o nível atencional curto tenha sido um fator qualitativo e que estas crianças mereçam ser investigadas do ponto de vista neurológico.

Em relação aos limiares de detecção de intervalo em cada frequência, observa-se uma pequena variação na frequência de 2000 Hz; porém, outro estudo evidenciou diferença significativa nos limiares da frequência de 4000 Hz, tendo apresentado limiar mais longo nesta frequência⁹.

Em outro estudo, a média dos limiares de detecção de intervalos de silêncio, medido pelo teste RGDT, foram maiores em 2000 e 4000 Hz num grupo de crianças nascidas a termo na faixa-etária

de 5 a 6 anos em comparação a média observada nesta pesquisa nas mesmas frequências. Por outro lado, os resultados foram semelhantes nas frequências de 500 e 1000 Hz ²⁶.

Destaca-se que as frequências altas são descritas como desenvolvidas anteriormente às frequências baixas, em estudos psicoacústicos de resolução temporal ⁵. O fato da maturação da resolução temporal ocorrer primeiro em frequências altas pode estar ligado à identificação dos sons da fala ²⁷. Porém, é necessária uma ampliação no número da amostra para obterem-se resultados mais conclusivos.

No que se refere ao sexo, o estudo mostrou um fato instigante em que os meninos tiveram uma média do limiar de detecção de intervalos de silêncio maior do que as meninas; porém, não foi possível estabelecer esta diferença de gênero após a análise estatística, o que é descrito também em outros estudos ⁵. Salienta-se que há o relato de desempenho superior por parte dos meninos em todos os testes de avaliação do processamento auditivo e, por outro lado, esses são os que apresentam maior ocorrência de distúrbios da comunicação, de linguagem e de aprendizagem do que as meninas. Provavelmente, existem bases neurobiológicas e ambientais que expliquem as possíveis diferenças de sexo.

O sistema auditivo deve estar apto a detectar intervalos breves de silêncio, que são características de certas consoantes, e as mudanças de frequências entre os fonemas. Uma criança, cujo sistema auditivo não é capaz de distinguir estas dimensões de tempo, pode perceber as informações incorretamente, e isto pode refletir nas suas experiências de articulação, de leitura e de linguagem. Como níveis rápidos de conversação resultam em reduzida habilidade de discriminação de fala, uma possível maneira de intervenção é apresentar informações auditivas em um nível mais lento, para facilitar a discriminação auditiva e o reconhecimento das características acústicas necessárias para a correta produção de sons ⁶. Estas intervenções serão necessárias em crianças com distúrbios do processamento auditivo central que processam a fala diferentemente de crianças normais ²⁸.

Em relação ao teste GIN, é possível observar o mesmo desempenho das crianças nas listas 1(OD) e 2(OE), não evidenciando efeitos de aprendizagem ou de cansaço nos resultados, concordando com a pesquisa em adultos ¹⁶; porém, o relato das crianças que participaram da pesquisa foi de que o teste é cansativo. Quanto ao sexo não houve diferenças estatisticamente significantes nem mesmo para análise descritiva, o que concorda com a pesquisa realizada em adultos ¹⁶.

O autor do teste GIN aponta que há poucas influências maturacionais no teste, mas que até o momento, ainda não relato de escores de normalidade para crianças a partir dos sete anos ¹⁵. Ao comparar os limiares de detecção encontrados nesta pesquisa em relação à pesquisa com os adultos ^{16,18}, observa-se que os limiares de detecção de gap são semelhantes.

Com relação ao que foi observado nos testes de avaliação das habilidades temporais, teste de detecção de Intervalos de Silêncio (*Random gap detection* – RGDT) e teste de detecção do intervalo no ruído (*Gaps-in-noise* – GIN), é possível perceber que: houve uma diferença muito grande de desempenho dos sujeitos nos testes, os quais têm por finalidade avaliar a habilidade de resolução temporal. Sabendo serem os mesmos sujeitos que apresentaram média de limiar de detecção utilizando o RGDT de 10,50 ms e o GIN de 5,5 ms, instiga-se a pensar que estes testes estejam avaliando diferentes habilidades temporais, concordando com os achados de pesquisa semelhante com adultos ¹⁷. Duas hipóteses seriam mais prováveis. A primeira estaria relacionada à natureza da tarefa solicitada que foi respectivamente, de detectar se foram ouvidos um ou dois estímulos no RGDT e se foi detectada uma diferença (como se fosse uma interrupção) na escuta de um ruído branco. A segunda hipótese estaria relacionada à natureza do sinal acústico que, no teste RGDT, apresentam-se como tons separados pelos intervalos de silêncio e no GIN, um ruído branco (de espectro de banda larga) que é interrompido por diferentes intervalos de silêncio. Acusticamente, os sinais apresentam oposição em suas características o que pode contribuir para que as respostas e desempenhos das crianças sejam diferentes em ambos os testes.

Ao se observar os estudos em que se aplicou o RGDT e o AFT-R, nota-se que há mais semelhança entre os resultados do RGDT em relação ao AFT-R do que do RGDT ao GIN ou mesmo do AFT-R ao GIN. Embora haja diferença entre os testes RGDT e AFT-R, os dois têm a mesma natureza de tarefa e a mesma natureza acústica do sinal. O autor do teste do GIN relata que o AFT-R e o RGDT são testes com tarefa de fusão auditiva e não verdadeiramente de detecção de gaps ¹⁵. Neste estudo a aplicação do GIN foi realizada a 50 dB NS, embora não haja evidências de diferença de desempenho nos adultos para diferentes níveis de intensidade (35 e 50 dB NS) ²⁹.

Sabe-se que a inabilidade de resolução temporal diz respeito à dificuldade de perceber estímulos que se modificam rapidamente e isso pode afetar o processamento fonológico dos sons da língua, a discriminação desses sons e, assim, pode interferir

com a compreensão da fala principalmente em velocidade aumentada ³⁰. Há possibilidades destas dificuldades estarem diretamente envolvidas em crianças com distúrbios de leitura ³¹.

Em outra pesquisa que investigou a influência de paradigmas temporais em testes de processamento temporal auditivo, as autoras também concluíram que é necessária maior preocupação com os parâmetros temporais presentes em cada teste, já que estes influenciam diretamente o desempenho do indivíduo e, talvez o diagnóstico encontrado ³².

Sabe-se da importância da inclusão da avaliação da resolução temporal como rotina nos protocolos de avaliação clínica do processamento auditivo central ³³, porém as evidências desta pesquisa apontam para a necessidade de se estabelecer os parâmetros normativos para a população brasileira infantil tendo em vista a não obtenção de resultados semelhantes entre a população brasileira e a americana, bem como a alta variabilidade inter e intra-sujeitos encontrada, em especial, no teste RGDT. Outro dado que fundamenta a necessidade de dados normativos para as crianças é uma pesquisa que evidenciou correlação neurofisiológica para diferenças perceptuais entre crianças e adultos. Nesta pesquisa foram encontradas diferenças significativas na morfologia da onda da magnetoencefalografia e no desempenho psicoacústico em resolução temporal entre adultos e crianças ³⁴.

■ CONCLUSÃO

Com base nos resultados desta pesquisa para a amostra estudada, pode-se concluir que: os testes RGDT e GIN não sofrem influências do sexo; não houve diferença significativa entre as frequências testadas no teste RGDT e entre as orelhas testadas no teste GIN.

A natureza de investigação dos testes RGDT e GIN é diferente, tendo em vista a diferença entre os limiares de detecção obtidos na mesma amostra, nos dois protocolos de testes.

Novos estudos devem ser produzidos na área para que, dessa forma, possa se entender melhor as habilidades auditivas envolvidas nas tarefas dos protocolos aplicados. Neste contexto, ainda não é possível determinar qual dos dois protocolos pode ser melhor na prática clínica com crianças.

■ AGRADECIMENTOS

Os autores agradecem a colaboração durante a pesquisa de campo dos alunos do Curso de Fonoaudiologia da UNIVALI, Mariane Perin da Silva e Ademir Comerlato Junior. Também agradecem aos professores e amigos que encaminharam crianças com desenvolvimento normal para fazerem parte desta pesquisa, e aos responsáveis pelas Escolas Municipais CAIC, Melvin Jones de Itajaí, SC e a Escola Particular Salesiano de Itajaí, SC.

ABSTRACT

Purpose: to study temporal processing in children with normal development through the Random Gap Detection Test and the Gaps-in-noise Test. **Methods:** a population comprised of 73 students, 19 having normal development, between 6 and 14-year old, males and females, no otologic and/or audiologic history, and no learning disabilities; normal hearing; articulatory production of all Portuguese sounds, no auditory processing disorders. RGDT and GIN tests have been used as the procedures of the research, carried out at 50 dB SL, being the first binaural and the second monoaural. A t-test of Student was used to analyze the data. **Results:** for the RGDT test, the mean value for gap intervals for the 500 Hz, 1000 Hz, 2000 Hz, 4000 Hz frequencies were 10 msec, 13 msec, 8.69 msec, 11.94 msec and 10.56 msec respectively, there were no significant statistical differences in the performance of the sample related to the tested frequency. For the GIN test, the threshold mean was 5.7 msec for the right ear, 5.4 msec for the left ear, there has been no significant statistical difference as to the ear evaluated. **Conclusion:** there are differences between the thresholds of the tests carried out with the same subjects, that point out to the hypothesis that GIN and RGDT are either not evaluating the same hearing ability or require non-auditory processes for the requested tasks. New research is necessary to better understand the applicability and the parameters of both tests in clinical practice in Brazil.

KEYWORDS: Child; Hearing; Hearing Tests; Auditory Perception

■ REFERÊNCIAS

1. Lubert N. Auditory perceptual impairments in children with specific language disorders: a review of the literature. *J Speech Hear Disord.* 1981; 46(1):1-9.
2. Shinn JB. Temporal processing: the basics. *Hear J Pathways.* 2003; 56(7):52.
3. Gil D, Almeida CC, Phee AM, Artoni AL, Pellogia CC, Antunes F, Pereira LD. Efeito do treinamento auditivo para a percepção musical nos testes de padrão de frequência e duração. *Acta Awho.* 2000 abr-jun; 19(2):64-7.
4. Lister JJ, Roberts RA, Shackelford J, Rogers CL. An adaptive clinical test of temporal resolution. *Am J Audiol.* 2006; 15(2):133-40.
5. Davis SM, McCroskey RL. Auditory fusion in children. *Child Develop.* 1980; 51(1):75-80.
6. Keith RW. Random gap detection test. St Louis: Auditec; 2000.
7. Keith RW. Auditory fusion test: revised. *Audiology.* 2001. [periódico on line] Disponível em: URL: <http://www.audiologyonline.com/newroot/resources/article.cfm?tid=110>.
8. Dias AMN. Desempenho de escolares para o teste de detecção de intervalo de silêncio em tom puro. [monografia]. São Paulo (SP): Pontifícia Universidade Católica de São Paulo; 2004.
9. Barreto MASC, Muniz LF, Teixeira CF. Desempenho da habilidade a resolução temporal em crianças de 07 a 13 anos. *Rev Soc Bras Fonoaudiol.* 2004; 9(4):220-8.
10. Costa LP, Pereira, LD, Santos MFC. Auditory fusion test in scholars. *Pró-Fono.* 2004; 16(2):187-96.
11. Ventriglio PR. Estudo do processamento auditivo temporal de crianças com desvio fonológico. [dissertação]. São Paulo (SP): Pontifícia Universidade Católica de São Paulo; 2005.
12. Muniz LF, Roazzi A, Schochat E, Teixeira CF, Lucena JA. Avaliação da habilidade de resolução temporal, com uso do tom puro, em crianças com e sem desvio fonológico. *Rev CEFAC.* 2008; 9(4):550-62.
13. Demanez L, Demanez JP. [Central auditory processing assessment]. *Rev Laryngol Otol Rhinol (Bord).* 2004; 125(5):281-6.
14. Bellis T. Assessment and management of central auditory processing disorders in the educational setting from science to practice. 2. ed. New York: Delmar Thompson; 2002.
15. Musiek FE, Shinn JB, Jirsa R, Bamion DE, Baran JA, Zaidan E. GIN (Gaps-In-Noise) test performance in subjects with confirmed central auditory nervous system involvement. *Ear Hear.* 2005; 26(6):608-18.
16. Samelli AG, Schochat E. Estudo da vantagem da orelha direita em teste de detecção de gap. *Rev Bras Otorrinolaringol.* 2008; 74(2):235-40.
17. Zaidan E, Garcia AP, Tedesco MLF, Baran JA. Desempenho de adultos jovens normais em dois testes de resolução temporal. *Pró-Fono.* 2008; 20(1):19-24.
18. Chermak GD, Lee J. Comparison of children's performance on four tests of temporal resolution. *J Am Acad Audiol.* 2005; 16(8):554-63.
19. Baran JA, Musiek FE. Avaliação comportamental do sistema nervoso auditivo central. In: Musiek FE, Rintelmann W F. *Perspectivas atuais em avaliação auditiva.* São Paulo: Manole; 2001. p.371-409.
20. Moore BCJ. Temporal resolution in auditory system. In: Moore BCJ. *An introduction to psychology of hearing.* San Diego: Academic Press; 1989. p.137-57.
21. Au A, Lovegrove B. Temporal processing ability in above average and average readers. *Percept Psych.* 2001; 63(1):148-55.
22. Branco-Barreiro FCA. Estudo do processamento auditivo temporal em alunos de escola pública com e sem dificuldade de leitura. [tese]. São Paulo (SP): Universidade de São Paulo; 2003.
23. Garcia VL. Processamento auditivo em crianças com e sem distúrbio de aprendizagem [dissertação]. São Paulo (SP): Universidade Federal de São Paulo; 2001.
24. Schochat E, Musiek FE. Maturation of outcomes of behavioral and electrophysiologic tests of central auditory function. *J Commun Dis.* 2006; 39(1):78-92.
25. Rosen S, Manganari E. Is there a relationship between speech and nonspeech auditory processing in children with dyslexia? *J Speech Lang Hear Res.* 2001; 44(4):720-36.
26. Fortes AB, Pereira LD, Azevedo MF. Resolução temporal: análise em pré-escolares nascidos a termo e pré-termo. *Pró-Fono.* 2007; 19(1):90-6.
27. Balen SA. Processamento auditivo central: aspectos temporais da audição e percepção acústica da fala. [dissertação] São Paulo (SP): Pontifícia Universidade Católica de São Paulo; 1997.
28. Elliot EM, Bhagat SP, Lynn SD. Can children with (central) auditory processing disorders ignore irrelevant sounds? *Res Dev Disabil.* 2007; 28(5):506-17.
29. Weihing JA, Musiek FE, Shinn JB. The effect of presentation level on the Gaps-In-Noise (GIN) test. *J Am Acad Audiol.* 2007; 18(2):141-50.

30. Fortes NA, Pereira LD, Azevedo MF. Resolução temporal: análise em pré-escolares nascidos a termo e pré-termo. *Pró-Fono*. 2007; 19(1):87-96.
31. Cohen-Mimran R, Sapir S. Auditory temporal processing deficits in children with reading disabilities. *Dyslexia*. 2007; 13(3):175-92.
32. Murphy CFB, Schochat E. Influência de paradigmas temporais em testes de processamento temporal auditivo. *Pró-Fono*. 2007; 19(3):259-66.
33. American Speech Language Hearing Association (ASHA) (Central) Auditory processing disorders. Technical report. 2005. Disponível em: <http://www.asha.org/members/deskref-journals/deskref/default>.
34. Diedler J, Pietz J, Bast T, Rupp A. Auditory temporal resolution in children assessed by magnetoencephalography. *Neuroreport*. 2007; 18(16):1691-5.

DOI: 10.1590 / S1516-18462008005000002

RECEBIDO EM: 18/04/2008

ACEITO EM: 21/06/2008

Endereço para correspondência:

Sheila Andreoli Balen

Rua Rui Barbosa, 372 ap. 02

Balneário Camboriú – SC

CEP: 88331-510

E-mail: sheila@sheilabalen.com.br