

## Artigo Original

## Original Article

Cristina Ferraz Borges Murphy<sup>1</sup>  
 Elaine Cristina Zach<sup>1</sup>  
 Daniela Tsubota Roque<sup>1</sup>  
 Dora Selma Fix Ventura<sup>1</sup>  
 Eliane Schochat<sup>1</sup>

## Descritores

Percepção auditiva  
 Memória  
 Inteligência  
 Atenção  
 Testes auditivos

## Keywords

Auditory perception  
 Memory  
 Intelligence  
 Attention  
 Hearing tests

**Endereço para correspondência:**

Cristina Ferraz Borges Murphy  
 Rua Cipotânea, 51, Cidade Universitária,  
 São Paulo (SP), Brasil, CEP: 05360-000.  
 E-mail: crist78@yahoo.com

Recebido em: 02/05/2013

Aceito em: 11/02/2014

# Influência da memória, atenção, QI e idade em testes de processamento auditivo temporal: estudo preliminar

## *Influence of memory, attention, IQ and age on auditory temporal processing tests: preliminary study*

## RESUMO

**Objetivo:** Investigar a existência de correlações entre o desempenho de crianças com desenvolvimento típico em testes temporais auditivos (Padrão de Frequência e *Gaps in Noise* — GIN) e medidas de memória, atenção, quociente intelectual e a idade. **Método:** Quinze participantes, com idades entre 7 e 12 anos, sem queixas envolvendo audição e desenvolvimento cognitivo, foram submetidos aos testes de processamento temporal auditivo (GIN e Padrão de Frequência), teste de Memória (*Span* de Dígitos), Atenção (auditiva e visual) e testes de inteligência (Matrizes Progressivas de Raven). **Resultados:** Foram encontradas correlações significantes e positivas entre o teste Padrão de Frequência e a variável idade, sendo essa considerada boa ( $p < 0,01$ , 75,6%). Não foram verificadas correlações significantes entre o teste GIN e as variáveis testadas. **Conclusão:** As habilidades temporais consideradas parecem ser influenciadas por diferentes fatores: enquanto a habilidade de ordenação temporal parece ser influenciada por processos maturacionais, o desempenho para a habilidade de resolução temporal não foi influenciado por nenhum dos aspectos investigados.

## ABSTRACT

**Purpose:** To investigate the existence of correlations between the performance of children in auditory temporal tests (Frequency Pattern and Gaps in Noise — GIN) and IQ, attention, memory and age measurements. **Method:** Fifteen typically developing individuals between the ages of 7 to 12 years and normal hearing participated in the study. Auditory temporal processing tests (GIN and Frequency Pattern), as well as a Memory test (Digit Span), Attention tests (auditory and visual modality) and intelligence tests (RAVEN test of Progressive Matrices) were applied. **Results:** Significant and positive correlation between the Frequency Pattern test and age variable were found, which was considered good ( $p < 0.01$ , 75.6%). There were no significant correlations between the GIN test and the variables tested. **Conclusions:** Auditory temporal skills seem to be influenced by different factors: while the performance in temporal ordering skill seems to be influenced by maturational processes, the performance in temporal resolution was not influenced by any of the aspects investigated.

Trabalho realizado no Departamento de Fonoaudiologia, Fisioterapia e Terapia Ocupacional, Faculdade de Medicina, Universidade de São Paulo – USP – São Paulo (SP), Brasil.

(1) Universidade de São Paulo – USP – São Paulo (SP), Brasil.

**Fonte de financiamento:** Fundação de Amparo à Pesquisa do Estado de São Paulo (FAPESP).

**Conflito de interesses:** nada a declarar.

## INTRODUÇÃO

Atualmente, testes não verbais de processamento auditivo, como o *Gaps in Noise* (GIN) e Padrão de Frequência, são amplamente utilizados com o intuito de avaliar o processamento auditivo temporal. A importância da utilização desses testes está relacionada à hipótese que atribui os transtornos de linguagem oral e/ou escrita a um déficit de origem perceptiva, mais especificamente ao processamento auditivo temporal<sup>(1-7)</sup>.

Uma das questões consideradas quando se discute o desempenho de crianças em testes de processamento auditivo temporal é a variabilidade das respostas encontradas<sup>(7,8-14)</sup>. Em um estudo recentemente publicado<sup>(14)</sup>, testes psicofísicos envolvendo tarefas de discriminação de frequência foram aplicados em grupos de crianças sem alterações, com idades entre seis e 11 anos. Os resultados demonstraram alta variabilidade de respostas no grupo, mesmo entre crianças apresentando a mesma idade. A partir desse perfil de resposta, questiona-se: essa variabilidade reflete imaturidade do sistema nervoso auditivo? Haveria influências de fatores não sensoriais, como aspectos referentes à memória, atenção ou mesmo quociente intelectual (QI)?

O desempenho de crianças em testes temporais auditivos já foi o objeto do estudo de diversas pesquisas<sup>(9,10,15)</sup>. Em uma delas<sup>(15)</sup>, realizada em crianças com idades entre seis e 12 anos, os autores encontraram melhora da resposta associada à idade para testes de detecção de *gap*, sugerindo a presença de processos maturacionais sensoriais em crianças com idades entre seis e 14 anos. Outros autores encontraram resultados semelhantes<sup>(9,10)</sup>. Apesar disso, nas pesquisas citadas não foram incluídos testes cognitivos para investigar se a maturação dos aspectos não sensoriais, especificamente nessa faixa etária, também seria responsável por essa melhora do desempenho com a idade.

Quanto à relação entre funções cognitivas e habilidades temporais auditivas, não há consenso, até os dias atuais, sobre a real influência desse aspecto em testes sensoriais auditivos. Uma pesquisa demonstrou, por exemplo, correlação entre testes temporais e limiares de discriminação de *pitch* com medidas de inteligência global, concluindo que medidas de discriminação temporal estão relacionadas aos aspectos específicos da inteligência<sup>(16)</sup>. Outros pesquisadores também atribuíram a variabilidade encontrada em testes não verbais, envolvendo mascaramento temporal, e discriminação de frequência ao desempenho cognitivo em tarefas envolvendo principalmente a habilidade de atenção<sup>(13)</sup>. Já outras pesquisas não encontraram os mesmos resultados<sup>(17)</sup>. Os autores aplicaram testes cognitivos verbais e não verbais e testes auditivos (discriminação de frequência e de fonemas) em um grupo de crianças com suspeita de Transtorno do Processamento Auditivo (TPA) e um grupo controle. Apesar de uma grande porcentagem de crianças do grupo com suspeita de TPA ter apresentado baixo desempenho em pelo menos um dos testes de processamento auditivo e na avaliação do desempenho cognitivo, houve fraca correlação entre as duas variáveis. Além disso, as crianças deste mesmo grupo, que tiveram bom desempenho nos testes auditivos, não

diferiram, em relação às medidas de desempenho cognitivo, das crianças com baixo desempenho nos testes auditivos.

A habilidade em reconhecer, identificar e sequenciar padrões auditivos envolve vários processos perceptivos e cognitivos<sup>(18)</sup>. Essa influência de aspectos cognitivos aumenta, principalmente, quando é requisitada a resposta verbal, já que neste caso a tarefa requer a integração de ambos os hemisférios pelo corpo caloso<sup>(19)</sup>. Apesar disso, não foram encontrados estudos sobre a investigação da influência de fatores não sensoriais em relação aos testes de processamento temporal auditivo aplicados clinicamente, como os testes de Padrão de Frequência e Duração e o GIN. O estudo sobre tal influência é importante, já que pode trazer mais informações sobre a sensibilidade do teste para outras variáveis não consideradas diretamente, como a atenção e a memória. Além disso, é importante lembrar que o teste é, na maioria das vezes, aplicado em indivíduos que apresentam queixas não só relacionadas ao processamento auditivo, mas também aos transtornos de aprendizagem e transtorno do déficit de atenção e hiperatividade (TDAH), que poderiam influenciar na demanda exigida para a realização do teste auditivo caso realmente houvesse estreita relação entre a habilidade temporal e fatores não sensoriais.

Assim, o objetivo da presente pesquisa é investigar separadamente a influência de aspectos não sensoriais (quociente intelectual, memória, atenção), além da idade, em dois testes de processamento auditivo temporal (Padrão de Frequência e GIN). Espera-se encontrar correlação entre alguma das variáveis estudadas e o desempenho nos testes temporais auditivos que, talvez, possa justificar a alta variabilidade inter-sujeito presente nos testes aplicados.

## MÉTODOS

O estudo foi aprovado pela Comissão de Ética para Análise de Projetos de Pesquisa do Hospital das Clínicas da Faculdade de Medicina da Universidade de São Paulo (HCFMUSP), em 17 de junho de 2009, sob o protocolo de Pesquisa n° 575/09.

### Participantes

Os dados foram coletados no Laboratório de Investigação Fonoaudiológica em Processamento Auditivo do curso de Fonoaudiologia da Faculdade de Medicina da Universidade de São Paulo de janeiro a dezembro de 2010.

A amostra foi composta por 15 crianças (seis meninos e nove meninas) com idades entre sete e 12 anos (média de 9,8 anos). A Tabela 1 demonstra a distribuição dos participantes quanto à idade e ao gênero.

**Tabela 1.** Distribuição dos participantes por idade e gênero

	Idade (anos)						Total
	7	8	9	10	11	12	
Gênero							
Masculino	0	2	0	0	2	2	6
Feminino	2	1	2	2	2	0	9
Total	2	3	2	2	4	2	15

Os critérios de inclusão do grupo foram: resultados dentro dos padrões da normalidade na Avaliação Audiológica Básica (audiometria, logoaudiometria e imitanciometria) e ausência de queixas relacionadas a alterações cognitivas, psicológicas, neurológicas e oftalmológicas. Além disso, também não apresentavam queixas escolares, histórico de otites ou conhecimento musical. Todas essas informações foram obtidas por meio de anamnese realizada com responsáveis, e os participantes consentiram participar da pesquisa e divulgar os resultados.

## Testes

### Avaliação audiológica

Os participantes foram submetidos a uma Avaliação Audiológica Básica composta de audiometria, logoaudiometria e imitanciometria. Todos apresentaram limiares de no máximo 20 dB para frequências entre 250 e 8.000 Hz.

Após a Avaliação Audiológica Básica, dois testes de processamento temporal auditivo foram aplicados: o Padrão de Frequência e o GIN. Esta escolha foi adotada considerando o fato de ambos investigarem habilidades diferentes envolvendo o processamento temporal auditivo (ordenação e resolução temporal) e que, por sinal, são as únicas possíveis de serem investigadas, do ponto de vista clínico, até o presente momento. Além disso, clinicamente, ambos os testes, descritos a seguir, são os mais utilizados e aceitos para a investigação das habilidades temporais auditivas<sup>(20)</sup>.

### Teste de Padrão de Frequência

O teste é composto por 20 itens com um intervalo de aproximadamente 6 segundos entre eles. Cada item conta com três estímulos de 150 ms de duração e intervalos interestímulos de 200 ms. Os estímulos apresentam frequências de 800 Hz, o que corresponde ao estímulo grave (G), ou 1.122 Hz, correspondente ao agudo (A). Há seis possibilidades de combinações entre os estímulos: AAG, AGG, AGA, GAG, GGA, GAA<sup>(21)</sup>.

A criança é orientada a ouvir cuidadosamente os três estímulos e responder oralmente, nomeando-os de acordo com a ordem de aparecimento. Ex.: “grave, grave, agudo” ou “agudo, grave, grave”. Ao final do teste, é calculada a porcentagem de respostas corretas. O teste é aplicado em cabine acústica, com fones auriculares, em intensidade de 40 dBNS, de forma binaural.

### Teste Gaps in Noise

O objetivo deste teste é determinar o limiar de detecção de *gap*<sup>(22)</sup>. Durante a testagem são apresentados estímulos compostos por ruído branco (*white noise*) com duração de 6 segundos. Em cada um dos estímulos, zero, um, dois ou três intervalos de silêncio, com duração entre 2 e 30 ms, são apresentados. A tarefa solicitada é a de que o participante indique toda vez que um intervalo de silêncio for percebido. O teste contém 35 tentativas e é aplicado em cabine acústica, com fones auriculares, em intensidade de 40 dBNS, de forma binaural.

## Avaliação cognitiva

### Testes de atenção visual e auditiva

Ambos os testes foram desenvolvidos por meio do software E-Prime Professional com base em protocolos publicados previamente considerando os seus mesmos parâmetros e duração<sup>(23-25)</sup>. Eles são análogos, ou seja, utilizam o mesmo tipo de tarefa e as mesmas características em relação à sua duração, duração do estímulo e intervalo entre os estímulos.

No teste auditivo, dígitos de 1 a 7 foram apresentados aleatoriamente por meio de fones auriculares; no visual, os dígitos foram apresentados aleatoriamente na tela do computador. Houve instrução para os participantes pressionarem botão (tecla espaço) o mais rápido possível para os dígitos 1 e 5. Os estímulos auditivos foram apresentados de forma binaural em intensidade confortável (aproximadamente 70 dBNA). Já os estímulos visuais apresentaram 3,5 cm e foram exibidos no centro da tela. Cada teste foi composto por 140 tentativas (*trials*), totalizando aproximadamente quatro minutos de teste. Em cada tentativa, o dígito esteve nos primeiros 500 ms e foi seguido por intervalo interestímulo de 1.000 ms. Assim, os dígitos foram apresentados a uma velocidade de 1 dígito/1.500 ms com probabilidade de aparecimento dos números 1 e 5 de 0,28. A variável investigada foi o número de detecções corretas.

Os testes foram aplicados individualmente, em sala isolada, utilizando-se notebook Acer. Durante todo o tempo, os participantes permaneceram sentados a uma distância de aproximadamente 50 cm do monitor. Anteriormente à aplicação dos testes, os participantes receberam instruções sobre como deveriam proceder e receberam treino composto por cerca de 15 tentativas.

## Testes de memória

### Span de dígitos

O desempenho no teste de *span* de dígitos avalia principalmente a capacidade de memória operacional fonológica, um dos componentes presentes no modelo proposto por pesquisadores acerca da memória de trabalho<sup>(26)</sup>. Para a presente pesquisa, o teste foi desenvolvido e aplicado por meio do software *E-Prime Professional*. Assim, para a realização da tarefa foram gravadas séries de 3 a 8 dígitos contendo 12 tentativas cada. Cada dígito, apresentando aproximadamente a dimensão de 3,5 cm, foi exibido, isoladamente, no centro da tela do computador. A tarefa iniciava-se sempre com uma série de três dígitos e o participante era orientado a repetir a sequência em ordem direta. Se a criança apresentasse desempenho maior que 50%, ou seja, mais do que seis tentativas corretas em cada série, gradativamente, eram apresentadas outras com mais dígitos.

Considerou-se como resultado do *span* a última série em que houve mais de 50% de acertos. As respostas foram gravadas e armazenadas para posterior análise por meio dos recursos do software utilizado. Os testes foram aplicados individualmente, em sala isolada, utilizando-se notebook Acer. Durante todo o tempo os participantes permaneceram sentados a uma distância de aproximadamente 50 cm do monitor. Anteriormente à aplicação dos testes, os participantes receberam as instruções sobre como deveriam proceder e contaram com treino composto por aproximadamente 15 tentativas.

## Inteligência

### Teste de Matrizes Progressivas Coloridas de Raven

O Teste das Matrizes Progressivas Coloridas de Raven (Raven CPM), com normas brasileiras<sup>(27)</sup>, consiste em um teste de inteligência não verbal para crianças com idades entre cinco e 11 anos. Ele é composto por 36 itens divididos em três séries (A, AB e B), com níveis crescentes de dificuldade. Cada item apresenta matrizes incompletas (falta de um componente), e a tarefa do participante é identificar o componente ausente, escolhendo uma das seis alternativas presentes em cada item. A pontuação total corresponde ao número de acertos obtido pelo participante. O score é então convertido para percentil conforme a idade do participante, o que reflete a capacidade intelectual geral.

O teste foi aplicado individualmente, em sala isolada, com uma apostila contendo os desenhos a serem analisados pelo participante.

### Teste de Matrizes Progressivas de Raven

Esse teste<sup>(28)</sup>, similar ao teste Raven CPM, é destinado a adolescentes e adultos. Portanto, na presente pesquisa foi aplicado em duas crianças de 12 anos da amostra. A versão em questão é composta por 60 problemas divididos em cinco séries com 12 problemas cada (A, B, C, D e E). De modo análogo à versão colorida, o score bruto é transformado em percentil, o que fornece a classificação do nível de inteligência. Esse teste também foi aplicado individualmente, em sala isolada, por meio de uma apostila contendo os desenhos a serem analisados pelo participante.

Em ambos os testes de inteligência aplicados, o percentil obtido foi convertido em valor de QI, considerando-se a tabela de conversão Percentil-QI<sup>(29)</sup>.

## RESULTADOS

A Tabela 2 demonstra os valores descritivos obtidos para cada teste aplicado (número de acertos), considerando o número de participantes, a média, mediana, desvio-padrão e coeficiente de variação. Observa-se alto desvio-padrão para o teste Padrão de Frequência, principalmente considerando o coeficiente de variação, que representa o desvio-padrão em relação à média obtida pelo grupo. Não houve participantes com QIs nas faixas limítrofe (70 a 79) ou indicativo de deficiência intelectual (abaixo de 70).

**Tabela 2.** Desempenho do grupo (número de acertos) em cada um dos testes aplicados

	n	Média	Mediana	Desvio-padrão	CV (%)
PF/20	15	14,5	15,0	4,3	29
GIN/limiar	14	4,6	5,0	0,8	18
QI	12	105,3	102,5	14,0	13
Atenção visual/140	15	137,1	137	2,1	2
Atenção auditiva/140	15	128,1	130	7,0	5
Span de dígitos	15	5,6	5	1,2	21

**Legenda:** CV = coeficiente de variação; PF = Padrão de frequência.

A partir destes valores, verificou-se a correlação entre as variáveis por meio da Correlação de Spearman (Tabela 3), considerando-se a classificação a seguir: valores de 0 a 20% – correlação péssima; 20 a 40% – correlação ruim; 40 a 60% – correlação regular; 60 a 80% – correlação boa; e 80 a 100% – correlação ótima. Adotou-se nível de significância de 0,05 (5%).

Em relação ao teste de Padrão de Frequência, houve correlação significativa, positiva e considerada boa entre idade ( $p < 0,01$ ; 75,6%). Também foi registrada correlação regular positiva, com tendência à significância entre o teste em questão e a habilidade de atenção auditiva ( $p = 0,062$ ; 49,3%).

Em relação ao teste GIN, houve apenas uma tendência à significância na correlação negativa encontrada entre o teste em questão e a habilidade de atenção visual ( $p = 0,095$ ; -46,4%), sendo esta considerada regular.

Levando em conta a alta variabilidade encontrada no desempenho para o teste Padrão de Frequência, utilizou-se o valor relativo à mediana (valor de 15) para subdividir o grupo em dois subgrupos e fazer uma nova análise: grupo 1 – desempenho fraco no teste Padrão de Frequência ( $\leq 15$ ) e grupo 2 – desempenho forte no teste Padrão de Frequência ( $> 15$ ). Assim, o grupo 1 foi constituído por oito indivíduos e o grupo 2 por sete. A partir da subdivisão, comparou-se o desempenho dos grupos em cada uma das demais variáveis (IQ, idade, memória e atenção). Utilizou-se o teste de Mann-Whitney e o nível de significância de 0,05 (Tabela 4).

Assim como na primeira análise, os grupos diferiram de maneira significativa apenas em relação à variável idade (Padrão de Frequência fraco = 8,6 / Padrão de Frequência forte = 11,1,  $p < 0,011$ ). Não houve diferença significativa entre as outras variáveis.

## DISCUSSÃO

O objetivo principal da pesquisa foi investigar a influência de variáveis como QI, idade, memória e atenção em testes de processamento auditivo temporal. Para o Teste Padrão de Frequência, os resultados indicaram padrão de desempenho esperado para a faixa etária considerada<sup>(30)</sup> e melhora do desempenho correlacionada ao aumento da idade. Na segunda análise para o mesmo teste, ambos se diferenciaram apenas em relação à variável idade, sendo que o grupo com pior desempenho no teste apresentou média de idade significativamente inferior. O desempenho no teste GIN também se apresentou dentro do esperado para a faixa etária<sup>(31)</sup>, mas não indicou correlação com as variáveis consideradas.

Considerando especificamente a faixa etária estudada (sete a 12 anos), esses resultados nos direcionam a duas principais hipóteses: 1) o desempenho, em relação à habilidade de ordenação temporal, pode ser influenciado por processos maturacionais; e 2) o desempenho para a habilidade de resolução temporal, avaliada por meio do teste GIN, não foi influenciado por fatores maturacionais ou mesmo fatores não sensoriais.

Assim como a pesquisa atual, uma série de outras também relatou melhora do desempenho nas tarefas de ordenação temporal, associada às mudanças decorrentes de processos

**Tabela 3.** Correlação entre as variáveis

		Idade	PF/20	GIN/limiar	QI	Atenção visual/140	Atenção auditiva/140	Span de dígitos
PF/20	Correlação (%)	75,6		-4,9	-43,7	38,8	49,3	38,9
	Valor de p	0,001		0,867	0,155	0,153	0,062	0,152
GIN/limiar	Correlação (%)	-1,8	-4,9		-17,3	-46,4	-31,4	-8,5
	Valor de p	0,951	0,867		0,611	0,095	0,274	0,773

**Legenda:** PF = Padrão de frequência; GIN = *Gaps in Noise*; QI = Quociente de Inteligência.

**Tabela 4.** Comparação entre subgrupos

Grupos		Média	Mediana	Desvio-padrão	Q1	Q3	n	IC	Valor de p
Idade	Grupo 1	8,6	8,0	1,7	7,6	8,9	8	1,2	0,011
	Grupo 2	11,1	11,0	0,8	10,6	11,5	7	0,6	
PF/20	Grupo 1	11,3	11,0	3,1	9,8	13,5	8	2,2	0,011
	Grupo 2	18,1	18,0	1,2	17,0	19,0	7	0,9	
GIN/limiar	Grupo 1	4,7	5,0	1,0	4,5	5,0	7	0,7	0,709
	Grupo 2	4,6	5,0	0,8	4,5	5,0	7	0,6	
QI	Grupo 1	111,7	106,5	17,9	101,3	116,3	6	14,3	0,126
	Grupo 2	99,0	99,0	4,1	96,0	102,8	6	3,3	
Atenção visual/140	Grupo 1	136,9	137,0	1,7	136,0	137,3	8	1,2	0,401
	Grupo 2	137,3	137,0	2,6	137,0	139,0	7	1,9	
Atenção auditiva/140	Grupo 1	126,1	123,5	8,3	119,8	134,5	8	5,8	0,383
	Grupo 2	130,3	130,0	4,8	130,0	132,0	7	3,6	
Dígitos <i>span</i>	Grupo 1	5,4	5,0	1,4	4,8	5,5	8	1,0	0,269
	Grupo 2	5,9	6,0	0,9	5,0	6,5	7	0,7	

**Legenda:** IC = intervalo de confiança; PF = Padrão de frequência; GIN = *Gaps in Noise*; QI = Quociente de Inteligência.

maturacionais, para a faixa etária em questão<sup>(9,10,15)</sup>. Ainda é questionado se as mudanças se restringem aos aspectos sensoriais (relacionados especificamente ao sistema nervoso auditivo) ou se também poderiam ser atribuídas às mudanças maturacionais em níveis superiores, o que poderia refletir em uma atenção flutuante, por exemplo. Pesquisadores demonstraram correlação entre a idade e o desempenho de crianças de seis a 11 anos em testes temporais envolvendo frequência<sup>(14)</sup>, mas essa variabilidade, associada aos fatores maturacionais, também esteve presente em crianças da mesma idade, com algumas apresentando desempenho semelhante ao de adultos. Os autores concluíram que a imaturidade, presente na faixa etária em questão, está mais relacionada às diferenças individuais entre as crianças e não necessariamente a uma imaturidade funcional presente obrigatoriamente em todas elas. Além disso, esta imaturidade parece não ter relação apenas com aspectos sensoriais, mas também com algum outro aspecto que envolva a percepção do som, armazenamento ou resgate, ou mesmo com determinada ação em resposta ao som.

Em relação à variável QI, o grupo apresentou escore classificado como médio, segundo padronização brasileira<sup>(32)</sup>. Quanto à ausência de correlação, os resultados corroboram outros achados que também questionaram a influência do desempenho cognitivo em testes temporais auditivos<sup>(17)</sup>. Mesmo assim, a influência dessa variável é controversa, já que outros autores encontraram resultados opostos, ou seja, uma associação entre aspectos sensoriais, demonstrados pelos testes temporais, e não sensoriais, apresentados por meio de associação com medidas

psicométricas diversas associadas ao QI. Talvez a controvérsia esteja relacionada à diversidade de instrumentos de avaliação utilizados nos estudos, fator que dificulta a comparação entre os achados uma vez que incluem uma gama de habilidades subjacentes à inteligência, considerando verbais e não verbais, fluidas e cristalizadas.

Na presente pesquisa, a conversão dos percentis do teste de Raven em QIs foi realizada considerando sua correlação observada com as escalas de Wechsler de inteligência<sup>(27)</sup>. O teste de Raven examina o componente fluido (que pode variar ao longo do tempo) do modelo de inteligência geral conhecido como “fator g”, o qual também inclui outro componente cristalizado (mais estável) representado pelos testes de vocabulário. A inteligência geral exerce influência sobre o desempenho em atividades que requerem demandas cognitivas com diversos níveis de complexidade. Assim, a ausência de correlação significativa entre a inteligência e o desempenho nos testes de processamento auditivo utilizados no presente estudo pode refletir o fato de os participantes apresentarem QIs acima de 80 (limite mínimo da faixa de normalidade) e consequente adequação na compreensão e no seguimento das instruções das tarefas.

Os testes de Atenção visual e auditiva, assim como o *Span* de dígitos, não apresentam normatização, tendo em vista que os protocolos utilizados foram desenvolvidos pelos próprios autores, baseados em estudos anteriores realizados em adultos. Mesmo assim, para os testes de atenção, o grupo apresentou, aparentemente, bom desempenho, já que obteve mais de 90% de acertos em ambos.

Para o teste *Span* de Dígitos, os valores foram semelhantes a outro estudo realizado em crianças com desenvolvimento típico<sup>(33)</sup> em que foi aplicado o mesmo teste a partir de protocolo diferente (*Span* de dígitos auditivo). Em relação à existência de correlações, a variável atenção auditiva, na presente pesquisa, indicou apenas correlação com tendência a significância, dificultando uma conclusão a respeito de uma possível influência dessa variável específica.

Em relação à habilidade de resolução temporal, os resultados da presente pesquisa não demonstraram correlação com as habilidades testadas, apenas tendência a significância para a habilidade de atenção visual. Além disso, o valor de desvio-padrão obtido foi baixo, o que representa também baixa variabilidade de respostas para esse teste. Considerando especificamente a variável idade, este resultado corrobora outros achados que não encontraram correlação entre idade e o desempenho no teste GIN para crianças com sete a 18 anos. Ele também encontrou baixa variabilidade de respostas<sup>(20)</sup>. Os autores concluíram que a maturação para essa habilidade provavelmente deve ocorrer mais cedo, pois por volta dos sete anos as crianças já parecem apresentar desempenho semelhante ao adulto.

Outros pesquisadores demonstraram resultados diferentes<sup>(15,33)</sup>. Ambas as pesquisas encontraram melhora da resposta em crianças com idades entre seis e 14 anos para testes de detecção de *gap*, sugerindo o desenvolvimento de processos maturacionais ainda nesta idade. Uma das hipóteses para estas diferenças talvez esteja relacionada às diferenças entre as tarefas e os estímulos utilizados nas pesquisas. Por exemplo: enquanto o teste GIN, aplicado na pesquisa atual e em outra<sup>(20)</sup>, apresenta *gaps* com valores fixos de 2, 3, 4, 5, 6, 8, 10, 12, 15 e 20 ms, um estudo<sup>(15)</sup> aplicou teste com parâmetros que se adaptam conforme o desempenho do indivíduo. Assim, por meio do programa computacional, o *gap* é diminuído ou aumentado em 20%, dependendo do número de sucessivas respostas corretas ou incorretas. Esse procedimento permite investigação mais detalhada a respeito do menor limiar para a detecção do *gap*, já que busca o limiar a partir de um número infinito de valores de *gap*. Este procedimento, provavelmente, gera maior variabilidade de respostas, o que pode ser observado nos resultados em uma das pesquisas<sup>(15)</sup>.

Diferenças metodológicas entre os estudos citados também ocorreram nas pesquisas mencionadas sobre ordenação temporal, como é o caso do Teste de Padrão de Frequência. Mas mesmo assim há consenso quanto aos resultados encontrados nas pesquisas a respeito da influência da idade nesse tipo de tarefa, por exemplo. Considerando, portanto, o fato de ambos os testes aplicados apresentarem diferenças quanto às correlações encontradas, sugere-se que talvez, apesar desses testes serem classificados e utilizados clinicamente para a investigação da mesma habilidade (o processamento auditivo temporal), as tarefas que compõem cada um deles possam demandar habilidades diferentes, não relacionadas ao aspecto sensorial, ou mesmo diferentes níveis de dificuldade para os outros aspectos. Essa afirmação também pode ser confirmada considerando que na presente pesquisa não foi encontrada correlação entre os desempenhos em ambos os testes, o que demonstra que não necessariamente o desempenho em uma habilidade temporal, como a ordenação temporal, está relacionado ao desempenho em outra habilidade, como a resolução temporal.

Concluindo, os resultados da presente pesquisa demonstram diferenças para ambos os testes em relação à influência das variáveis testadas. Assim, no teste de Padrão de Frequência, a presença de correlações apenas para a variável idade sugere que a variabilidade de respostas encontrada pode estar relacionada a fatores maturacionais relacionados especificamente ao sistema sensorial. Já para o Teste GIN, não houve grande variabilidade de respostas, talvez pelas características que o compõem e não pela habilidade de resolução temporal propriamente dita. Futuras pesquisas são necessárias considerando dois principais problemas da pesquisa atual: número reduzido de participantes e ausência de diferentes tarefas para se avaliar a mesma habilidade.

## CONCLUSÃO

As habilidades temporais consideradas parecem ser influenciadas por diferentes fatores: enquanto a habilidade de ordenação temporal parece ser influenciada por processos maturacionais, o desempenho para a habilidade de resolução temporal não foi influenciado por nenhum dos aspectos investigados.

*\*CFBM foi responsável pela coleta, tabulação dos dados, análise e elaboração do manuscrito; ECZ colaborou com a coleta, tabulação dos dados e elaboração do manuscrito; DTR colaborou com a coleta e tabulação; DSFV foi responsável pela orientação geral das etapas de execução e elaboração do manuscrito; ES foi responsável pela orientação geral das etapas de execução e elaboração do manuscrito.*

## REFERÊNCIAS

1. Tallal P, Piercy M. Defects of non-verbal auditory perception in children with developmental aphasia. *Nature*. 1973;241(5390):468-9.
2. Tallal P. Auditory temporal perception, phonics, and reading disabilities in children. *Brain Lang*. 1983;9(2):182-98.
3. Nagarajan S, Mahncke H, Salz T, Tallal P, Roberts T, Merzenich MM. Cortical auditory signal processing in poor readers. *Proc Natl Acad Sci U S A*. 1999;96(11):6483-8.
4. Ahissar M, Protopapas A, Reid M, Merzenich MM. Auditory processing parallels reading abilities in adults. *Proc Natl Acad Sci U S A*. 2000;97(12):6832-7.
5. Benasich AA, Tallal P. Infant discrimination of rapid auditory cues predicts later language impairment. *Behav Brain Res*. 2002;136(1):31-49.
6. Sharma M, Purdy SC, Newall P, Wheldall K, Beaman R, Dillon H. Electrophysiological and behavioral evidence of auditory processing deficits in children with reading disorder. *Clin Neurophysiol*. 2006;117(5):1130-44.
7. Murphy CF, Schochat E. How auditory temporal processing deficits relate to dyslexia. *Braz J Med Biol Res*. 2009;42(7):647-54.
8. Moore DR. Auditory processing disorder (APD)-potential contribution of mouse research. *Brain Res*. 2006;1091(1):200-6.
9. Schochat E, Musiek FE. Maturation of outcomes of behavioral and electrophysiologic tests of central auditory function. *J Commun Disord*. 2006;39(1):78-92.
10. Dawes P, Bishop DV. Maturation of visual and auditory temporal processing in school-aged children. *J Speech Lang Hear Res*. 2008;51(4):1002-15.
11. Halliday LF, Taylor JL, Edmondson-Jones AM, Moore DR. Frequency discrimination learning in children. *J Acoust Soc Am*. 123(6):4393-402.
12. Abdo AG, Murphy CF, Schochat E. Hearing abilities in children with dyslexia and attention deficit hyperactivity disorder. *Pro Fono*. 2010;22(1):25-30.

13. Moore DR, Ferguson MA, Edmondson-Jones AM, Ratib S, Riley A. Nature of auditory processing disorder in children. *Pediatrics*. 2010;126(2):e382-90.
14. Moore DR, Cowan JA, Riley A, Edmondson-Jones AM, Ferguson MA. Development of auditory processing in 6- to 11-yr-old children. *Ear Hear*. 2011;32(3):269-85.
15. Irwin RJ, Ball AK, Kay N, Stillman JA, Rosser J. The development of auditory temporal acuity in children. *Child Dev*. 1985;56(3):614-20.
16. Helmbold N, Troche S, Rammsayer T. Temporal information processing and pitch discrimination as predictors of general intelligence. *Can J Exp Psychol*. 2006;60(4):294-306.
17. Rosen S, Cohen M, Vanniasegaram I. Auditory and cognitive abilities of children suspected of auditory processing disorder (APD). *Int J Pediatr Otorhinolaryngol*. 74(6):594-600.
18. Pinheiro M, Musiek F. *Assesment of central auditory dysfunction: foundations and clinical correlates*. Baltimore: Williams & Wilkins; 1985.
19. Musiek FE, Pinheiro ML, Wilson DH. Auditory pattern perception in 'split brain' patients. *Arch Otolaryngol*. 1980;106(10): 610-2.
20. Shinn JB, Chermak GD, Musiek FE. GIN (Gaps-In-Noise) performance in the pediatric population. *J Am Acad Audiol*. 2009;20(4):229-38.
21. Musiek FE. Frequency (pitch) and duration patterns tests. *J Am Acad Audiol*. 1994;5(4):265-8.
22. Musiek FE, Shinn JB, Jirsa R, Bamiou DE, Baran JA, Zaida E. GIN (Gaps-In-Noise) test performance in subjects with confirmed central auditory nervous system involvement. *Ear Hear*. 2005;26(6):608-18.
23. Guy J, Rogers M, Cornish K. Age-related changes in visual and auditory sustained attention in preschool-aged children. *Child Neuropsychol*. 2013;19(6):601-14.
24. Seli P, Cheyne JA, Barton KR, Smilek D. Consistency of sustained attention across modalities: comparing visual and auditory versions of the SART. *Can J Exp Psychol*. 2012;66(1):44-50.
25. Aylward GP, Brager P, Harper DC. Relations between visual and auditory continuous performance tests in a clinical population: a descriptive study. *Dev Neuropsychol*. 2002;21(3):285-303.
26. Baddeley AD, Hitch GJ. Working memory. In: Bower GA, editor. *The psychology of learning and motivation: advances in research and theory*. New York: Academic Press; 1974. p. 47-90.
27. Angelini AL, Alves ICA, Custódio EM, Duarte WF, Duarte JLM. *Manual das matrizes progressivas de Raven*. São Paulo: Centro Editor de Testes e Pesquisas em Psicologia; 1999.
28. Raven J. *Teste das matrizes progressivas escala geral – manual*. 3ª ed. Rio de Janeiro: Centro Editor de Psicologia Aplicada; 2002.
29. Strauss E, Sherman EMS, Spreen O. *A compendium of neuropsychological tests: administration, norms, and commentary*. 3rd ed. New York: Oxford; 2006.
30. Schochat E, Rabelo CM, Sanfins MD. *Processamento auditivo central: testes tonais de padrão de frequência e duração em indivíduos normais de 7 a 16 anos de idade*. *Pró-Fono*. 2000;12(2):119-22.
31. Amaral MIR, Colella-Santos MF. *Resolução temporal: desempenho de escolares no teste GIN – Gaps-in-noise test*. *Braz J Otorhinolaryngol*. 2010;76(6):745-52.
32. Nascimento E, Figueiredo VLM. WISC-III e WAIS-III: alterações nas versões originais americanas decorrentes das adaptações para uso no Brasil. *Psicol Reflex Crit*. 2002;15(3):603-12.
33. Figueiredo VLM, Nascimento E. *Desempenhos nas duas tarefas do subteste dígitos do WISC-III e do WAIS-III*. *Psic: Teor e Pesq*. 2007;23(3):313-8.