

## Correlação da percepção auditiva e visual em escolares

*Correlation between auditory and visual perception in schoolchildren*

Amanda Câmara Miranda<sup>1</sup> 

Danielly Francisco de Figueiredo<sup>1</sup> 

Natália Camilly de Oliveira Melo<sup>1</sup> 

Victoria Laís Correia da Cunha<sup>1</sup> 

Virgínia Nunes Medeiros<sup>1</sup> 

Daviany Oliveira Lima<sup>1</sup> 

Mariana Lopes Martins<sup>2</sup> 

Marine Raquel Diniz da Rosa<sup>1</sup> 

<sup>1</sup> Universidade Federal da Paraíba - UFPB, João Pessoa, Paraíba, Brasil.

<sup>2</sup> Centro Universitário de João Pessoa, João Pessoa, Paraíba, Brasil.

### RESUMO

**Objetivo:** investigar a correlação entre a percepção auditiva e percepção visual por meio da análise de variação da percepção visual de escolares com Transtorno do Processamento Auditivo Central (TPAC) e sem TPAC.

**Métodos:** foram incluídas 26 crianças, sendo 11 do sexo masculino e 15 do sexo feminino. Foi realizada avaliação auditiva, avaliação do processamento auditivo central e a aplicação do teste evolutivo de percepção visual. A correlação das habilidades auditivas e visuais na amostra geral foram realizadas por meio da correlação de *Pearson* e teste de *Mann-Whitney* foi utilizado para comparar os escores compostos visuais e as habilidades da percepção visual entre o grupo com TPAC e sem TPAC, o nível de significância adotado para os testes estatísticos foi de  $p < 0,05$ .

**Resultados:** foram observadas correlações entre as habilidades auditivas de ordenação temporal, integração binaural e fechamento auditivo e as habilidades visuais na amostra geral do estudo. Entre o grupo com TPAC e grupo sem TPAC, foi observada diferença significativa nos três compostos visuais avaliados. E quando comparado as habilidades visuais entre os grupos, foram observadas diferenças entre os dois grupos nas habilidades visuais de figura fundo, clusura visual e constância de forma.

**Conclusão:** escolares apresentaram correlação entres as habilidades auditivas e o Transtorno do Processamento Auditivo Central trouxe impacto no desempenho das habilidades visuais.

**Descritores:** Percepção Auditiva; Percepção Visual; Criança; Audiologia; Neurociências

### ABSTRACT

**Purpose:** to investigate the correlation between auditory and visual perception by analyzing the variation in visual perception of students with and without Central Auditory Processing Disorder (CAPD).

**Methods:** 26 children (11 males and 15 females), who underwent auditory assessment, central auditory processing assessment, and the Developmental Test of Visual Perception, were included. Correlations between auditory and visual skills in the general sample were analyzed using Pearson's correlation coefficient. The Mann-Whitney test was employed to compare visual composite scores and visual perception skills between groups with and without CAPD. The significance level for statistical tests was set at  $p < 0.05$ .

**Results:** visual skills were correlated with the auditory skills of temporal ordering, binaural integration, and auditory closure in the general study sample. Significant differences were found in the three visual composites evaluated between the groups with and without CAPD. Differences in figure-ground visual skills, visual closure, and form constancy were observed between the two groups.

**Conclusion:** the students' auditory skills were correlated, and CAPD impacted visual skill performance.

**Descriptors:** Auditory Perception; Visual Perception; Child; Audiology; Neurosciences

Estudo realizado na Universidade Federal da Paraíba - UFPB, João Pessoa, Paraíba, Brasil.

**Fonte de financiamento:** Nada a declarar

**Conflito de interesses:** Inexistente

#### Endereço para correspondência:

Amanda Câmara Miranda  
Rua Governador José Gomes da Silva,  
864, Tambauzinho  
CEP: 58042-200 - João Pessoa, Paraíba,  
Brasil  
E-mail: mirandaamandac@outlook.com

Recebido em 07/10/2024

Recebido na versão revisada em  
18/04/2025

Aceito em 07/06/2025

Editor de Área: Denise Menezes  
Editor Chefe: Hilton Justino da Silva



© 2025 Miranda et al. Este é um artigo publicado em acesso aberto (Open Access) sob a licença Creative Commons Attribution, que permite uso, distribuição e reprodução em qualquer meio, sem restrições desde que o trabalho original seja corretamente citado.

## INTRODUÇÃO

A integração adequada das informações das diferentes modalidades sensoriais é fundamental para a nossa capacidade de perceber o mundo de forma precisa e significativa<sup>1</sup>. Inicialmente, todas as informações do mundo exterior e das estruturas periféricas são recebidas pelos receptores e neurônios que constituem o sistema nervoso periférico, sendo então conduzidas até o sistema nervoso central<sup>2</sup>. Por meio da atuação dos sistemas sensoriais da audição, visão, olfato, gustação, somestesia (tato, dor, temperatura e propriocepção) e vestibular, essas informações são enviadas ao sistema nervoso central, onde ocorre o processamento sensorial<sup>3</sup>.

Quando falamos dos processos de percepção auditiva e percepção visual especificamente, vemos que eles são citados, principalmente quando as questões de aprendizagem estão envolvidas<sup>4,5</sup>. O processamento da informação acústica demonstra que a percepção de sons não é imediata, pois é necessário que o sistema auditivo receba e transmita o sinal acústico recebido, que é transformado, organizado, codificado e recodificado pelas estruturas auditivas. Tais estruturas, nos primeiros anos de vida, encontram-se em maturação para o desenvolvimento normal das habilidades auditivas e linguagem<sup>6</sup>.

Várias áreas cerebrais são responsáveis pelo desenvolvimento da modalidade auditiva, sendo necessária a integração com outras áreas relacionadas a atividades de memória, atenção, aprendizagem e linguagem, dentre outras<sup>7</sup>. Sabendo que o Processamento Auditivo Central (PAC) se refere à eficiência e à efetividade pelas quais o sistema nervoso central utiliza a informação auditiva, quando algo afeta, de forma adversa, o processamento da informação auditiva, ocorre o Transtorno do Processamento Auditivo (TPAC). Essa alteração faz com que ocorra uma dificuldade na interpretação dos padrões sonoros e pode consequentemente ocasionar prejuízos na compreensão das informações, alterações no comportamento e, por consequência, o fracasso escolar<sup>8</sup>.

Quanto mais precocemente se detecta o TPAC, melhor é o seu prognóstico e processo terapêutico<sup>8</sup>. Além disso, a identificação e o acompanhamento desse transtorno por um profissional habilitado contribuem para diminuir os impactos negativos do TPAC na alfabetização e letramento dessa população<sup>9</sup>.

Já a percepção visual, que é uma das atividades mais elaboradas e complexas do sistema nervoso, nos fornece através dela conhecimento do mundo a

partir da integração de vários componentes de uma cena visual, tais como: cor; forma; movimento; direção; distância; localização; tamanho, dentre outros. Desse modo, as cenas visuais são construídas a partir de informações que entram na retina e chegam ao córtex por várias vias visuais, dando origem a um processo de construção sensorial que irá resultar em nossa percepção<sup>10</sup>.

A capacidade visual do sistema nervoso central em humanos se desenvolve progressivamente desde o nascimento, tendo a região occipital do cérebro uma área específica para receber e interpretar imagens capturadas pelos olhos. O desenvolvimento do sistema visual começa imediatamente após o nascimento, por meio de estímulos visuais e interações com o ambiente, acompanhando o desenvolvimento global da criança, ou seja, desenvolvimento neuropsicomotor, coordenação visomotora, habilidades cognitivas e adaptação comportamental, ambiental e sociocultural<sup>11</sup>.

A literatura descreve que aproximadamente 80% do que se aprende é através da via visual, sendo assim a visão é o principal sistema perceptual de obtenção da informação<sup>12</sup>. Muitas vezes os problemas de visão relacionados com aprendizagem são interpretados como uma baixa da acuidade visual. Embora esta seja relevante para tarefas como copiar do quadro, outros aspectos da visão envolvendo a eficiência e o processamento da informação visual são fundamentais para determinadas atividades como leitura, escrita e matemática<sup>13,14</sup>.

Estudos mostram de forma geral a correlação entre a percepção auditiva e visual em crianças<sup>15,16</sup>. Para que o escolar tenha total domínio do sistema linguístico, tanto na modalidade oral quanto escrita, é necessário um processamento auditivo íntegro, o qual se refere à eficiência e à eficácia com a qual o sistema nervoso central utiliza as informações auditivas, sendo responsável por agrupar, identificar e selecionar os sons de acordo com a sua similaridade ou diferença<sup>17</sup>. E por sua vez, o processamento visual também é importante nesse aspecto, por ser responsável em captar informações do ambiente visual, identificando, selecionando e distinguindo, de forma aprimorada e detalhada, os estímulos<sup>18</sup>.

A avaliação do PAC fornece informações a respeito da percepção auditiva, e no Brasil alguns testes também são aplicados para avaliação da percepção visual, tanto no âmbito clínico quanto em pesquisas<sup>19</sup>, e avaliar esses aspectos torna-se essencial para investigar como encontram-se as habilidades auditivas e

visuais na população infantil de escolares e correlacioná-las irá ampliar a compreensão sobre a integração destas habilidades.

Então, esse estudo se propõe investigar a correlação entre a percepção auditiva e percepção visual em escolares, analisando a variação da percepção visual de crianças com TPAC e crianças sem TPAC. A compreensão sobre as correlações entre esses processos e as possíveis dificuldades poderão auxiliar no diagnóstico e na intervenção precoce, favorecendo o desempenho das crianças no âmbito escolar.

## MÉTODOS

Trata-se de um estudo transversal quantitativo em conformidade com as diretrizes Strengthening the Reporting of Observational Studies in Epidemiology (STROBE). O estudo seguiu os padrões reconhecidos pela resolução 466/2012 do Conselho Nacional de Saúde e foi realizado após a aprovação do Comitê de Ética em Pesquisa da Centro de Ciências da Saúde da Universidade Federal da Paraíba – CEP/CCS com parecer de número 6.196.854 e número do CAAE 71071323.5.0000.5188.

Todos os pais/responsáveis pelas crianças participantes do estudo assinaram um Termo de Consentimento Livre e Esclarecido e as crianças o termo de assentimento antes do início das avaliações.

Participaram dessa pesquisa 26 crianças, sendo 11 do sexo masculino e 15 do sexo feminino que procuraram o serviço de atendimento em audiologia na Clínica Escola de Fonoaudiologia da instituição de origem, caracterizando como uma amostra de conveniência. Utilizou-se como critério de inclusão crianças com idade entre 7 e 10 anos com queixa de dificuldade de compreensão; com os exames audiometria tonal, audiometria vocal e imitanciométrica dentro dos limites de normalidade; ausência de queixas recentes ou atuais de afecções do sistema auditivo; sem alterações neurológicas, síndromes genéticas ou outras condições que pudessem influenciar nas avaliações, relatadas pelos responsáveis; apresentar linguagem receptiva e expressiva necessária para compreender os comandos necessários para realização dos testes.

Inicialmente, as crianças passaram por uma avaliação audiológica, iniciando com a meatoscopia para inspeção do meato acústico externo e verificação de condições favoráveis ou não à realização dos exames audiológicos.

Foi realizado em sequência o exame de audiometria tonal e vocal dentro de cabine acústica, utilizando o

audiômetro modelo *Harp* de dois canais da marca *Inventis* para determinar a acuidade auditiva, considerando a audição normal com os limiares até 15dB, e por fim também foi realizada a imitanciométrica, utilizando o equipamento AT 235 da marca *Interacoustics*, a fim de avaliar o funcionamento e integridade da orelha média, foi considerando resultado normal quando a curva timpanométrica foi do tipo “A”.

Após constatada a normalidade na avaliação audiológica básica, realizou-se a avaliação comportamental do PAC com o objetivo de investigar a percepção auditiva por meio das habilidades auditivas. Para avaliação do PAC todos os testes foram realizados em cabine acústica e utilizando o equipamento PA 2004 da marca *Acústica Orlandi*, onde foi acoplado um notebook para a reprodução as faixas dos testes.

A bateria de testes do PAC incluiu um teste para cada habilidade auditiva, sendo assim foram usados os seguintes testes: Teste de Padrões de frequência (PPS)<sup>20</sup>, Teste de Limiar Diferencial de Mascaramento (MLD)<sup>21</sup>, Teste Pediátrico de Inteligibilidade de Fala (PSI), Dicótico de Dígitos (DD), Teste de Fala no Ruído (FR)<sup>22</sup> e o Teste GAP IN NOISE (GIN)<sup>23</sup> que avaliam as habilidades auditivas de Ordenação temporal, Interação binaural, Figura fundo, integração e separação binaural, fechamento auditivo e resolução temporal, respectivamente. O diagnóstico de Transtorno do Processamento Auditivo Central foi caracterizado por desempenho  $\geq 2DP$  em relação à média para pelo menos uma das orelhas em dois ou mais testes aplicados da avaliação comportamental do PAC<sup>24</sup>.

No PPS<sup>20</sup> foi utilizado a versão infantil com estímulos contendo três tons apresentando as frequências agudas (1430Hz) ou graves (880 Hz). Cada criança foi instruída a repetir a sequência dos itens ouvidos na forma de imitação, por meio de murmúrio, e nomeação, com as terminologias de fino e grosso.

No teste MLD<sup>21</sup> utilizando a apresentação de um tom puro pulsátil na frequência de 50Hz acompanhado por um ruído de banda estreita como estímulo competitivo, a criança foi orientada a levantar a mão sempre que ouvisse o tom em meio ao ruído.

O Teste PSI<sup>22</sup> envolveu a identificação de frases com mensagem competitiva, havendo apoio visual para a resposta correta. A criança recebeu a instrução de que ouviria uma estória e, ao mesmo tempo e na mesma orelha, seria solicitado que apontasse um dos desenhos apresentados no quadro à sua frente, nas relações sinal/ruído 0 e -15.

O Teste DD<sup>22</sup> foi aplicado na tarefa de integração binaural em que a criança foi instruída a repetir os quatro dígitos apresentados nas duas orelhas simultaneamente, e na etapa de escuta direcionada, o indivíduo ouviria quatro dígitos, mas deveria repetir apenas o da orelha direita ou esquerda conforme solicitado.

No Teste FR<sup>22</sup> a criança foi orientada que ouviria uma série de palavras (monossílabas) juntamente com um ruído e deveria procurar repetir as palavras que ouviu. Foi utilizada uma lista de 25 monossílabos, apresentada simultaneamente ao ruído branco, de forma ipsilateral, numa relação fala/ruído de +5dB. Para pesquisa do índice percentual de reconhecimento de fala (IPRF) foram utilizadas as mesmas palavras do FR em outra ordem de apresentação.

No Teste GIN<sup>23</sup> para obtenção das respostas, as crianças foram instruídas a levantar a mão quando ouvissem os *gaps* (intervalo de silêncio) presentes no ruído contínuo monoaural indicando que identificaram o intervalo de silêncio.

Por fim, foi realizada a avaliação comportamental da percepção visual por meio do Teste evolutivo de percepção visual (DTVP – 2), que tem como finalidades principais documentar a presença de grau de dificuldade na percepção visual, identificar candidatos a encaminhamentos profissionais específicos, verificar a eficácia de programas de intervenção e servir como um instrumento de pesquisa<sup>19</sup>. A avaliação foi realizada em uma sala com poucos estímulos e distrações, com a presença apenas do pesquisador responsável utilizando o protocolo para a obtenção das respostas.

O DTVP foi aplicado de forma completa, a fim de avaliar os oito subtestes que medem cada um, um tipo de habilidade de percepção visual, sendo elas a coordenação viso-motora (CVM), posição no espaço (PE), cópia (C), figura-fundo (FF), relações espaciais (RE), clousura visual (CV), velocidade viso-motora (VVM) e constância de forma (CF).

Além das habilidades visuais separadamente, para compor a avaliação da percepção visual e posterior análise, também foram usados os dados dos Escores Compostos do DTVP. Para isso, foram utilizados os dados obtidos do Quociente de Percepção Visual Geral (QPVG) que corresponde a soma dos scores das 8 habilidades visuais, sendo considerada a melhor medida para representar a expressão “percepção visual”. Os dados do Quociente de Integração Viso-Motora (QIVM) que se refere a soma dos scores

das habilidades de coordenação viso-motora, cópia, relações espaciais e velocidade visual motora, estes correspondem ao desempenho de tarefas de coordenação viso-motora. Por fim, os dados do Quociente de Motricidade Reduzida (QPMR) composto pela soma dos scores das demais habilidades, posição no espaço, figura-fundo, fechamento visual e constância da forma, que são considerados a medida mais “pura” e direta da percepção visual por exigir o mínimo de habilidades motoras<sup>19</sup>.

O processo de avaliação durou no mínimo duas sessões, a primeira consistia em realizar a avaliação audiológica e a avaliação do PAC, e posteriormente em uma nova sessão realizava-se a avaliação comportamental da percepção visual. Estas respeitaram o nível de fadiga da criança e foi interrompida se a mesma emitisse sinais de cansaço, desatenção ou falta de interesse, podendo ser finalizadas em mais sessões, caso necessário.

As medidas de tendência central e dispersão, por meio da média e desvio padrão, foram usadas para visualizar e descrever os dados descritivos. Os testes inferenciais foram realizados com o programa SPSS versão 24.0 e o nível de significância adotado para os testes estatísticos foi de 5% ( $p < 0,05$ ).

A normalidade dos dados foi analisada com o teste de *Shapiro-Wilk*, sendo observados dados dentro dos padrões da normalidade ( $p > 0,05$ ). O teste de *Mann-Whitney* foi utilizado para comparar os escores da percepção visual e os entre o grupo com TPAC e o grupo sem TPAC.

## RESULTADOS

As crianças que participaram desse estudo tinham média de idade de 9,04 anos (DP= 1,11), sendo 42,3% da amostra do sexo feminino e 57,69% do sexo masculino. Após a avaliação do PAC, 69,23% das crianças foram diagnosticadas com o TPAC e 30,76% tiveram a avaliação com resultado normal.

Inicialmente, esse estudo propôs analisar a correlação entre as habilidades auditivas e habilidades visuais de todas as crianças da amostra, independente do diagnóstico de TPAC (Tabela 1). Observou-se que a habilidade de ordenação temporal foi a habilidade auditiva que apresentou mais correlações com as habilidades visuais. Por meio da tarefa de nomeação do teste PPS obtiveram-se resultados de correlação positiva e alta com as habilidades visuais de coordenação viso-motora ( $r=0,505$ ;  $p=0,009$ ) e posição no espaço ( $r=0,591$ ,  $p=0,001$ ), e correlação

positiva moderada com as habilidades visuais de cópia ( $r=0,424$ ,  $p=0,031$ ) e closura visual ( $r=0,452$ ,  $p=0,021$ ). Para a tarefa de imitação, no mesmo teste auditivo, os resultados mostraram correlação positiva alta com a habilidade visual de closura visual (PPS) ( $r=0,500$ ,  $p=0,009$ ) e correlação moderada com as habilidades visuais de figura fundo ( $r=0,479$ ,  $p=0,013$ ) e constância de forma ( $r=0,403$ ,  $p=0,041$ ).

A segunda habilidade auditiva que apresentou mais correlações com as habilidades visuais foi a integração

binaural, com resultados de correlação positiva moderada na orelha direita com as habilidades visuais de cópia ( $r=0,444$ ,  $p=0,023$ ) e relações espaciais ( $r=0,472$ ,  $p=0,015$ ), e na orelha esquerda com a habilidade visual de figura fundo. Por fim, a habilidade auditiva de fechamento auditivo mostrou correlação positiva alta com a habilidade visual de figura fundo ( $r=0,523$ ,  $p=0,006$ ) na orelha esquerda e correlação moderada com a habilidade de visual de constância de forma ( $r=0,402$ ,  $p=0,042$ ) na orelha direita.

**Tabela 1.** Correlação entre as habilidades do processamento auditivo e da percepção visual

Habilidades auditivas		Habilidades Visuais															
		Coordenação Visuo motora		Posição no espaço		Cópia		Figura Fundo		Relações Espaciais		Closura Visual		Velocidade Viso Motora		Constância de Forma	
		r	p	r	P	r	p	r	p	r	p	r	p	r	p	r	p
Fechamento auditivo	OD	0,168	0,411	0,278	0,169	0,078	0,706	0,366	0,066	0,013	0,951	0,071	0,729	0,066	0,748	0,402	<b>0,042*</b>
	OE	0,278	0,169	0,265	0,191	0,114	0,580	0,523	<b>0,006*</b>	0,122	0,552	0,153	0,456	0,079	0,702	0,273	0,177
Figura fundo 0 MCI	OD	-0,030	0,885	-0,075	0,715	-0,206	0,312	-0,033	0,873	-0,118	0,564	0,120	0,560	0,276	0,173	0,055	0,788
	OE	0,039	0,848	-0,240	0,239	-0,109	0,595	-0,028	0,891	0,056	0,785	0,054	0,793	0,055	0,788	-0,128	0,534
Figura fundo -15 MCI	OD	0,208	0,308	-0,008	0,968	-0,206	0,313	0,015	0,941	-0,011	0,957	0,199	0,329	0,316	0,116	0,152	0,458
	OE	0,279	0,168	-0,020	0,924	-0,305	0,130	-0,054	0,794	-0,061	0,767	0,036	0,861	-0,025	0,902	-0,064	0,757
Integração binaural	OD	0,332	0,097	0,208	0,307	0,444	<b>0,023*</b>	0,379	0,056	0,472	<b>0,015*</b>	0,365	0,067	-0,163	0,426	0,169	0,409
	OE	0,170	0,407	0,169	0,408	0,248	0,222	0,0436	<b>0,026*</b>	0,240	0,238	0,172	0,400	0,072	0,728	0,214	0,293
Separação binaural	OD	0,196	0,338	-0,175	0,393	0,031	0,880	-0,041	0,843	0,155	0,449	-0,043	0,834	-0,097	0,639	0,059	0,774
	OE	-0,046	0,824	-0,213	0,296	0,156	0,447	-0,195	0,339	0,209	0,307	-0,151	0,461	-0,050	0,810	0,027	0,897
Ordenação temporal (Imitação)		0,187	0,359	0,381	0,055	0,310	0,123	0,479	<b>0,013*</b>	0,290	0,151	0,500	<b>0,009*</b>	0,055	0,789	0,403	<b>0,041*</b>
Ordenação temporal (Nomeação)		0,505	<b>0,009*</b>	0,591	<b>0,001*</b>	0,424	<b>0,031*</b>	0,243	0,231	0,214	0,293	0,452	<b>0,021*</b>	0,367	0,065	0,382	0,054
Resolução temporal		0,198	0,332	0,326	0,104	0,282	0,163	0,130	0,528	0,120	0,558	0,327	0,103	0,360	0,071	0,071	0,730
Interação		-0,226	0,268	-0,095	0,646	-0,131	0,523	0,092	0,653	-0,207	0,310	0,027	0,894	0,331	0,099	0,164	0,423

Legenda: OD = Orelha Direita, OE = Orelha Esquerda.

\* = estatisticamente significantes, r=coeficiente de correlação, p=valor de p.

Teste estatístico utilizado: Correlação de Pearson.

Quando realizada a comparação dos Escores Compostos da avaliação visual entre o grupo com TPAC e grupo sem TPAC foi observada diferença

significante entre os grupos nos três compostos visuais avaliados (Tabela 2).

**Tabela 2.** Comparação dos escores compostos Visuais entre os grupos

Escores Compostos	U	p
QPVG	-2,396	<b>,025*</b>
QPMR	-3,557	<b>,002*</b>
QIVM	-2,155	<b>,041*</b>

Legenda: QPVG= Quociente de percepção visual geral, QPMR=Quociente de percepção visual de Motricidade reduzida, QIMV= Quociente de integração Viso-Motora.

\* = estatisticamente significantes, U= valor do teste de Mann-Whitney, p=valor de p.

Teste estatístico utilizado: Teste de Mann Whitney.

Com a comparação das habilidades visuais entre os grupos com TPAC e sem TPAC, foram observadas diferenças entre os dois grupos nas habilidades visuais de figura fundo ( $p=0,010$ ), closura visual ( $p=0,019$ ) e constância de forma ( $p<0,001$ ). Pode-se observar

também que o grupo de crianças com TPAC apresentaram médias com resultado inferior com relação ao grupo de crianças sem TPAC, em todas as habilidades visuais (Tabela 3).

**Tabela 3.** Comparação das habilidades visuais entre os grupos

Testes do Processamento Visual	Grupo	Média	DP	U	p
Coord. Viso-motora	TPAC	9,72	3,98	-1,437	0,164
	Sem TPAC	12,25	4,49		
Posição no espaço	TPAC	7,39	3,39	-1,743	0,094
	Sem TPAC	10,00	3,81		
Cópia	TPAC	11,33	2,72	-1,869	0,074
	Sem TPAC	13,63	3,24		
Figura Fundo	TPAC	6,17	2,71	-2,811	<b>0,010*</b>
	Sem TPAC	9,75	3,29		
Relações Espaciais	TPAC	6,67	4,60	-1,761	0,091
	Sem TPAC	10,00	4,07		
Closura Visual	TPAC	7,33	4,24	-2,514	<b>0,019*</b>
	Sem TPAC	12,13	5,02		
Velocidade Viso Motora	TPAC	12,78	2,53	0,026	0,979
	Sem TPAC	12,75	2,31		
Constância de Forma	TPAC	6,56	2,70	-4,255	<b>&lt;0,001*</b>
	Sem TPAC	11,13	2,03		

Legenda: TPAC= Transtorno do Processamento Auditivo Central.

\* = estatisticamente significativa; DP=desvio padrão, p=valor de p; U= valor do teste de Mann-Whitney.

Teste estatístico utilizado: Teste de Mann Whitney.

## DISCUSSÃO

Sabendo da relação existente entre os processos que envolvem a percepção auditiva e visual, principalmente para a aprendizagem infantil, faz-se necessária uma investigação minuciosa de suas correlações para que o conhecimento destas auxiliem no diagnóstico e processo terapêutico de escolares.

Os resultados de correlações entre habilidades auditivas e visuais corroboram com a literatura ao apontarem que a habilidade de ordenação temporal apresenta correlação com as habilidades visuais de coordenação viso-motora e cópia, e também com as habilidades de posição no espaço, closura visual, figura fundo e constância de forma (Tabela 1). A correspondência entre as habilidades de ordenação temporal e as habilidades de percepção visual é importante para um bom desempenho na proficiência da leitura, visto que o processamento do sequenciamento temporal da informação auditiva e visual facilita a formação de representações precisas da sequência dos sons e das

letras em uma palavra<sup>25,26</sup>. E para que isso ocorra, o sequenciamento bem-sucedido depende da acurácia do tempo das entradas sensoriais auditivas e visuais, cujas vias nervosas são integradas no tálamo pelo corpo geniculado medial e lateral, respectivamente<sup>27</sup>.

A habilidade auditiva de integração binaural também apresentou correlações com algumas das habilidades visuais (Tabela 1). Esta habilidade auditiva foi avaliada pelo teste dicótico de dígitos que tem o objetivo de analisar a habilidade de figura-fundo na tarefa de integração e separação binaural para sons verbais por meio de uma tarefa dicótica, onde a criança ao escutar uma sequência de 4 dígitos, reproduzidos 2 em cada orelha simultaneamente, teria de repetir a sequência que ouviu independente da ordem ouvida<sup>22</sup>.

Uma das habilidades visuais que se correlacionou com a habilidade de integração binaural na orelha esquerda foi a habilidade de figura fundo. Ela se refere à capacidade de diferenciar e distinguir a figura como centro da atenção, destacando-a em meio a muitos

estímulos visuais apresentados ao mesmo tempo<sup>28</sup>. Com isso, a literatura mostra que a habilidade de figura fundo está presente em todas as modalidades de percepção<sup>17</sup>, e nesse estudo estão correlacionadas, a percepção de figura fundo auditiva por uma tarefa dicótica e a percepção de figura fundo visual.

É possível observar na literatura a importância dessas duas habilidades para um mesmo objetivo, como por exemplo para a compreensão de leitura. Na figura fundo visual, a criança deve focar a atenção numa figura específica, e para isso é preciso que ela desconsidere todas as demais figuras que estão a sua volta e não se distraia com estímulos visuais irrelevantes<sup>29</sup>. Uma criança com a habilidade escassa de figura fundo parecerá desatenta e desorganizada, ela terá dificuldade de controlar o desvio de atenção de um estímulo a outro, e com isso não consegue encontrar o lugar correspondente num texto, omite seções e não pode resolver problemas conhecidos se aparecem numa página de forma muito compacta dificultando a compreensão leitora, já que não é capaz de selecionar os detalhes importantes<sup>30</sup>. A integração binaural ocorre de forma semelhante sendo que mediante ao estímulo auditivo, e influencia diretamente a capacidade do indivíduo decodificar as palavras e posteriormente conseguir realizar a compreensão textual<sup>31</sup>.

A integração binaural na orelha direita se correlacionou com as habilidades visuais de cópia e relações espaciais, necessárias para a aquisição de habilidades escolares (leitura e escrita) e de atividades da vida diária<sup>19</sup>. Estudos apontam que alterações de percepção visual, reconhecimento de detalhes, processamento simultâneo, organização visoespacial, integração das partes em um todo e de relação espacial fazem parte do déficit da integração visoespacial<sup>32,33</sup>. Com base nisso, pôde-se observar na literatura que escolares com distúrbios de aprendizagem apresentaram alterações percepto-viso-motoras assim como também apresentam alterações na habilidade de integração binaural<sup>4,34-36</sup>.

Por fim, a habilidade auditiva de fechamento auditivo na orelha direita apresentou correlação com a habilidade visual constância de forma, e na orelha esquerda com figura fundo (Tabela 1). O baixo desempenho em testes de fechamento auditivo para sons linguísticos pode indicar dificuldade em bloquear sons competitivos e dificuldade na memória auditiva de curto prazo, e tais dificuldades causam problemas na inteligibilidade de fala e associação fonema-grafema<sup>37</sup>. Assim, as dificuldades específicas no fechamento

auditivo podem gerar sequelas na representação escrita, relacionadas à má representação fonológica. Os sinais apresentados pelos escolares são omissão de grafemas e trocas de fonemas próximos acusticamente<sup>38</sup>.

Assim como o fechamento auditivo traz dados importantes associados às dificuldades de aprendizagem, as habilidades visuais de figura fundo e constância de forma, que se correlacionaram com essa habilidade auditiva, também se associam a questões nesse mesmo quesito. Um estudo mostrou o desempenho das crianças na habilidade perceptual visual de Constância da Forma e 96% dos alunos com transtornos de aprendizagem encontram-se abaixo ou muito abaixo da média para essa habilidade<sup>39</sup>. Quando esta habilidade está afetada pode-se encontrar dificuldades para reconhecer o mesmo símbolo escrito de diferentes maneiras<sup>39</sup>.

Foi visto também um desempenho abaixo ou muito abaixo da média em 83% dos alunos com transtorno de aprendizagem na habilidade visual de figura-fundo<sup>39</sup>. A criança com dificuldades nessa área perceptiva tem dificuldades na compreensão da informação, elas ficam perdidas com os detalhes de uma figura estando distraídas por estímulos irrelevantes e se confundem facilmente ao ler textos com muitas letras e tem dificuldades para localizar informações específicas dentro de um texto, afetando os níveis de concentração e atenção<sup>30</sup>.

Pode-se observar que ambas as habilidades auditivas, integração binaural e fechamento auditivo, apresentaram em seus resultados da orelha esquerda correlações com habilidades visuais. Estudos mostram que crianças com dislexia e com suspeita de dificuldades de aprendizagem, apresentam diferença entre as orelhas, evidenciando que em ambos os testes, DD e FR, a orelha esquerda apresenta pior desempenho em comparação com a orelha direita. Essa informação vai ao encontro de investigações que defendem que há pior desempenho na orelha esquerda nas crianças com dificuldades de aprendizagem, em particular com dislexia, que poderá ser explicada pela falta de assimetria hemisférica, sendo o hemisfério esquerdo o responsável pela linguagem<sup>40</sup>.

Apesar de a verificação do desempenho e a diferença entre orelhas não terem sido objetivo e consequentemente avaliadas nesse estudo, os resultados de correlação encontrados trazem dados relevantes e pertinentes para futuras pesquisas científicas, levando à reflexão de que se forem investigadas

e de fato encontrados piores resultados para orelha esquerda nas habilidades de integração binaural e fechamento auditivo associadas a alterações das habilidades visuais, esses se tornam aspectos cruciais a serem trabalhados em terapia para a melhora das queixas de aprendizagem.

Diante das diferenças encontradas em todos os quocientes visuais entre os grupos de criança com e sem TPAC, pode-se inferir que existe diferença entre a percepção visual do grupo com TPAC e do grupo sem TPAC (Tabela 2). Em geral, a literatura traz diferenças significantes do escores visuais entre grupos de crianças com desempenho acadêmico insatisfatório e sem queixas acadêmicas, e os grupos com déficits na aprendizagem apresentam resultados piores<sup>4,31</sup>. Logo, as crianças com queixas na aprendizagem podem ter um comprometimento pior na percepção visual que seus pares sem queixas, e assim como nos resultados deste estudo, também podemos observar diferenças significantes entre a percepção visual e as habilidades de processamento auditivo central.

Por fim, com a análise entre as habilidades visuais dos dois grupos foi observado diferenças entre o grupo com TPAC e sem TPAC nas habilidades de figura fundo, closura visual e constância de forma mostrando que as crianças com TPAC apresentam piores desempenho nessas habilidades visuais, tais habilidades que são classificadas como de percepção visual de motricidade reduzida, ou seja, são medidas puramente visuais com mínimo de influência de habilidades motoras<sup>19</sup>.

A literatura corrobora que as habilidades visuais de figura fundo e closura visual são importantes para compreender um texto lido, sendo necessário reconhecer cada parte das letras que formam as palavras para realizar a decodificação, ao mesmo tempo que é necessário selecionar uma única imagem, neste caso a palavra, em um contexto sensorial visual para extração do significado<sup>40</sup>. E a constância de forma permite o reconhecimento de um mesmo símbolo independentemente da orientação, forma ou tamanho sendo imprescindível também para as questões da aprendizagem<sup>39</sup>.

Além das habilidades de figura fundo, closura visual e constância de forma também foram demonstrados desempenhos inferiores do grupo com TPAC em todas as demais habilidades visuais quando comparados os valores das médias entre os dois grupos, considerando que no DTVP quanto mais baixos são os valores encontrados, pior a classificação do desempenho

para cada habilidade<sup>19</sup>, trazendo um importante dado clínico.

No que diz respeito a este estudo, é um dos primeiros estudos que se propõe a caracterizar, correlacionar e a comparar o desempenho de percepção visual e auditiva em crianças com o TPAC e sem o TPAC, houve limitações para a comparação dos achados com a literatura. Apesar disso, diante desses achados avaliativos pode-se inferir que ambos os tipos de percepção, auditiva ou visual, trazem prejuízos em comum quando apresentam alterações. Ou seja, as queixas de aprendizagem são estudadas e vistas como queixas comuns no TPAC assim como as alterações de percepção visual também são descritas e correlacionadas com dificuldades acadêmicas.

Sendo assim, sabendo da existência de correlações entre a percepção auditiva e visual e seus desdobramentos no âmbito acadêmico, incluindo piores resultados na percepção visual em crianças com TPAC, esta pesquisa sugere que instrumentos que avaliem a percepção visual façam parte da rotina de avaliação após o diagnóstico do TPAC. Além disso, pesquisas futuras que considerem a existência dessa correlação podem investigar o efeito de intervenções auditivas e visuais para essa população, ampliando a compreensão desta relação e auxiliando no tratamento das crianças com TPAC.

## CONCLUSÃO

Os achados deste estudo indicam que há correlações entre as habilidades auditivas e as habilidades visuais. Crianças com TPAC apresentam diferenças nos escores de percepção visual geral, percepção visual de motricidade reduzida e integração viso-motora em comparação às crianças sem o diagnóstico de TPAC. Além disso, observou-se que o desempenho em habilidades visuais é inferior nas crianças com TPAC quando comparadas àquelas sem o transtorno.

## REFERÊNCIAS

1. Powers AR 3rd, Hillock AR, Wallace MT. Perceptual training narrows the temporal window of multisensory binding. *J Neurosci.* 2009;29(39):12265-74. <https://doi.org/10.1523/JNEUROSCI.3501-09.2009> PMID: 19793985; PMCID: PMC2771316.
2. Burleigh JM, McIntosh KW, Thompson MW. Central auditory processing disorders. In: Bundy AC, Lane SJ, Murray EA, organizadores. *Sensory integration: Theory and practice.* 2 ed. Philadelphia: F.A.Davis; 2002. p. 141-65.

3. Momo ARB, Silvestre C, Graciani Z. O processamento sensorial como ferramenta para educadores: facilitando o processo de aprendizagem. São Paulo: Memnon; 2008.
4. Souza AV, Capellini S. Percepção visual de escolares com distúrbios de aprendizagem. *Rev. Psicopedagogia*. 2011;28(87):256-61.
5. Garcia ACO, Vilhena DA, Guimarães MR, Pinheiro ÂMV, Momensohn-Santos TM. Association between auditory temporal and visual processing in reading skill. *Rev. CEFAC*. 2019;21(5):e6119. <https://doi.org/10.1590/1982-0216/20192156119>
6. Momensohn-Santos TM, Dias AMN, Assayag FHM. Processamento auditivo. In: Momensohn-Santos TM, Russo ICP, editores. *Prática da audiologia Clínica*. 6ª ed. São Paulo: Cortez; 2007. p.275-90.
7. ASHA. Central Auditory Processing: Current strategies and implications of clinical practice. *Am J Audiol*. 1996;5(2):41-54. <https://doi.org/10.1044/1059-0889.0502.41>
8. American Speech-Language Hearing Association (ASHA) [Webpage na internet]. (Central) Auditory Processing Disorders [Technical Report]. 2005. [acessado em 4 set 2024] Disponível em: URL:<http://www.asha.org/policy>
9. Sartori AATK, Delecrode CR, Cardoso ACV. (Central) auditory processing in schoolers in initial literacy grades. *CoDAS*. 2019;31(1):e20170237 <https://doi.org/10.1590/2317-1782/20182018237> PMID: 30810630.
10. Wurtz RH, Kandel ER. Vias visuais centrais. In: Kandel ER, Schwartz JH & Jessel TM, organizadores. *Princípios da neurociência*. São Paulo: Manole, 2003. p.523-45.
11. Gagliardo HG, Gonçalves VMG, Lima MCMP. Método para avaliação da conduta visual de lactentes. *Arq NeuroPsiquiatr*. 2004;62(2A):300-6. <https://doi.org/10.1590/S0004-282X2004000200020>
12. Dednam A. Learning impairment. In: Landsberg E, Kruger D, Nel N, organizador. *Addressing barriers to learning: A South African perspective*. VanSchaik; 2005. p.363-79.
13. Borsting EJ. Visual perception and reading. In: Garzia RP, organizador. *Vision and Reading*. California: Mosby; 1996. p.149-76.
14. Ortiz R, Estévez A, Muñetón M, Domínguez C. Visual and auditory perception in preschool children at risk for dyslexia. *Res Dev Disabil*. 2014;35(11):2673-80. <https://doi.org/10.1016/j.ridd.2014.07.007> PMID: 25063906.
15. Buffone FRRC, Schochat E. Sensory profile of children with Central Auditory Processing Disorder (CAPD). *CoDAS*. 2022;34(1):e20190282. <https://doi.org/10.1590/2317-1782/20212019282> PMID: 35019061.
16. Garcia ACO, Vilhena DA, Guimarães MR, Pinheiro ÂMV, Momensohn-Santos TM. Association between auditory temporal and visual processing in reading skill. *Rev. CEFAC*. 2019;21(5):e6119 <https://doi.org/10.1590/1982-0216/20192156119>
17. Pinheiro FH, Oliveira AMR, Germano GD. Avaliação e intervenção com a habilidade auditiva nos transtornos de aprendizagem. In: Capellini SA, Silva C, Pinheiro FH, organizadores. *Tópicos em transtornos de aprendizagem*. São José dos Campos: Pulso, 2011. p. 66-78.
18. Fusco N, Okuda PMM, Capellini SA. Avaliação e intervenção com a habilidade visomotora em escolares com dislexia e distúrbio de aprendizagem. In: Capellini SA, Silva C, Pinheiro FH, organizadores. *Tópicos em transtornos de aprendizagem*. São José dos Campos: Pulso, 2011. p. 79-89.
19. Hammil DD, Pearson NA, Voress JK. *Teste evolutivo de percepção visual*. 2ª ed. Trad. Ferreira MC. Rio de Janeiro: Entreletras. 2002.
20. AUDITEC. *Evaluation manual of pitch pattern sequence and duration pattern sequence*. St. Louis. 1997.
21. Auditec of Saint Louis. *Masking Level Difference: Evaluation manual*. St. Louis: Auditec, Inc.
22. Pereira LD, Schochat E. *Testes auditivos comportamentais para avaliação do Processamento Auditivo Central*. São Paulo: Pró-Fono. 2011.
23. Musiek FE, Shinn JB, Jirsa R, Bamiou JA. GIN (Gaps in Noise) Test Performance in subjects with confirmed central auditory nervous system involvement. *Ear hear*. 2005;26(6):608-18. <https://doi.org/10.1097/01.aud.0000188069.80699.41> PMID: 16377996.
24. American Academy of Audiology [Webpage na internet]. *Diagnosis, treatment and management of children and adults with central auditory processing disorder*. 2010. [acessado em 1 set 2024]. Disponível em: [https://www.audiology.org/wp-content/uploads/2021/05/CAPD-Guidelines-8-2010-1.pdf\\_539952af956c79.73897613-1.pdf](https://www.audiology.org/wp-content/uploads/2021/05/CAPD-Guidelines-8-2010-1.pdf_539952af956c79.73897613-1.pdf)
25. Boets B, Wouters J, Van Weiringen A, De Smedt B, Hesquière P. Modelling relations between sensory processing, speech processing, orthographic and phonological ability, and literacy achievement. *Brain Lang*. 2008;106(1):29-40. <https://doi.org/10.1016/j.bandl.2007.12.004>
26. Oliveira AC, César CPHAR, Matos GG, Passos PS, Pereira LD, Alves T et al. Hearing, language, motor and social skills in the child development: a screening proposal. *Rev. CEFAC*. 2018;20(2):218-27. <https://doi.org/10.1590/1982-0216201820216617>
27. Stein J, Walsh V. To see but not to read; the magnocellular theory of dyslexia. *Trends Neurosci*. 1997;20(4):147-52. [https://doi.org/10.1016/s0166-2236\(96\)01005-3](https://doi.org/10.1016/s0166-2236(96)01005-3) PMID: 9106353.
28. Deliberato D. *Aspectos da percepção em pré-escolares surdos e ouvintes*. [Tese]. Campinas (SP): Universidade Estadual de Campinas; 2000.
29. Pirola DL. *Aprendizagem em geometria nas séries iniciais: Uma possibilidade pela integração entre as apreensões em geometria e as capacidades de percepção visual [Dissertação]*. Florianópolis (SC): Universidade Federal de Santa Catarina. Universidade Federal de Santa Catarina, 2012.
30. Frostig M, Horne D, Miller AM. *Figuras e formas: programa para o desenvolvimento da percepção visual: Guia para o professor: níveis elementar, intermediário e adiantado (suplementado por cadernos dos três níveis)*. Tradução Leonor Scliar Cabral. Buenos Aires; São Paulo: Panamericana, 1980.
31. Oliveira AM, Cardoso ACV, Capellini SA. Desempenho de escolares com distúrbio de aprendizagem e dislexia em testes de processamento auditivo. *Rev. CEFAC*. 2011;13(3):513-21. <https://doi.org/10.1590/S1516-18462010005000126>
32. Magallón S, Narbona J. Detección y estudios específicos en el trastorno de aprendizaje procesal. *Rev Neurol*. 2009;48(2):71. <https://doi.org/10.33588/rn.48S02.2008754> PMID: 19280578.
33. Klein S, Gultner V, Sollereder P, Cui Y. Relationships between fine-motor, visual-motor, and visual perception scores and handwriting legibility and speed. *Phys Occup Ther Pediatr*. 2011;31(1):103-14. <https://doi.org/10.3109/01942638.2010.541753> PMID: 21189102.

34. Capellini SA, Ferreira TL, Salgado CA, Ciasca SM. Desempenho de escolares bons leitores, com dislexia e com transtorno do déficit de atenção e hiperatividade em nomeação automática rápida. *Rev Soc Bras Fonoaudiol.* 2007;12(2):114-9. <https://doi.org/10.3109/01942638.2010.541753> PMID: 21189102.
35. Pinheiro FH, Capellini SA. Desenvolvimento das habilidades auditivas de escolares com distúrbio de aprendizagem, antes e após treinamento auditivo, e suas implicações educacionais. *Rev. Psicopedagogia.* 2009;26(80):231-41.
36. Simões MB, Schochat E. Transtorno do processamento auditivo (central) em indivíduos com e sem dislexia. *Pró-Fono R. Atual. Cient.* 2010;22(4):521-4. <https://doi.org/10.1590/S0104-56872010000400027>
37. Talcott JB, Witton C, McLean MF, Hansen PC, Rees A, Green GGR et al. Dynamic sensory sensitivity and children's word decoding skills. *Proc Natl Acad Sci USA.* 2000;97:2952-7. <https://doi.org/10.1073/pnas.040546597> PMID: 10688885.
38. Misorelli MIL, Ruschel S. Processamento auditivo e as dificuldades de escrita. In: Zorzi JL, Capellini AS, organizadores. *Dislexia e outros distúrbios de leitura escrita: letras desafiando a aprendizagem.* 2 ed. São José dos Campos: Pulso; 2009. p. 135-48.
39. Haensch SC, Lima AD. Avaliação da percepção visual com o Test Of Visual Perceptual SKILLS (TVPS-3) em crianças de 6 a 14 anos com transtornos de aprendizagem. *Saúde e meio ambient.: rev. interdisciplin.* 2019;8:97-113. <https://doi.org/10.24302/sma.v8i0.1921>
40. Brown T, Unsworth C, Lyons C. Factor structure of four visual-motor instruments commonly used to evaluate school-age children. *Am J Occup Ther.* 2009;63(6):710-23. <https://doi.org/10.5014/ajot.63.6.710> PMID: 20092107.

#### Contribuições dos autores:

ACM: Conceitualização; Curadoria de dados; Análise de dados; Pesquisa; Administração do projeto; Disponibilização de ferramentas; Supervisão; Validação de dados e experimentos; Design da apresentação de dados; Redação do manuscrito original; Redação - Revisão e edição.

DF, NCOM, VLCC, VNM: Curadoria de dados; Pesquisa; Redação do manuscrito original.

MLM: Análise de dados; Validação de dados e experimentos; Redação - Revisão e edição.

MRDR: Metodologia; Administração do projeto; Disponibilização de ferramentas; Supervisão; Validação de dados e experimentos; Redação - Revisão e edição.

DOL: Redação do manuscrito original; Redação - Revisão e edição.

#### Declaração de compartilhamento de dados:

Os dados individuais dos participantes estarão disponíveis. Serão compartilhados os dados das avaliações dos participantes, devidamente desidentificados, garantindo-se a privacidade e o anonimato. Além disso, estarão disponíveis documentos adicionais relacionados ao estudo, como o Termo de Consentimento Livre e Esclarecido e o Termo de Assentimento. Os dados estarão acessíveis imediatamente após a publicação dos resultados e permanecerão disponíveis por tempo indeterminado, sem data de término. O acesso será aberto a qualquer pessoa interessada, independentemente do perfil ou finalidade da análise, e poderá ser realizado por meio de repositório público ou mediante solicitação direta aos autores.