

PROCESSAMENTO TEMPORAL, FONOLOGIA E ESCRITA EM CRIANÇAS CONTAMINADAS POR CHUMBO

Temporal processing, phonology and written in children contaminated by lead

Tâmyne Ferreira Duarte de Moraes⁽¹⁾, Mariza Ribeiro Feniman⁽²⁾,
Thaís dos Santos Gonçalves⁽³⁾, Patrícia Abreu Pinheiro Crenitte⁽⁴⁾

RESUMO

Objetivos: analisar o impacto das habilidades do processamento auditivo temporal e da fonologia na escrita de crianças contaminadas por chumbo. **Método:** participaram deste estudo 24 crianças de ambos os gêneros, com nível de plumbemia igual ou superior a 10µg/dL, sem alterações auditivas. Foram avaliados escrita espontânea, memória auditiva imediata, discriminação auditiva, consciência fonológica e feita triagem do processamento auditivo temporal. As crianças foram divididas em dois grupos (GE – crianças com trocas de consoante surda por sonora na escrita; GC – crianças sem alterações na escrita). **Resultados:** no GE, 8 crianças (67%) apresentaram alteração de discriminação auditiva, na PCF e desempenho não esperado no AFT-R (Subteste 1). No GC, apenas 1 criança (8%) apresentou alteração de discriminação auditiva e na PCF e desempenho não esperado no AFT-R (Subteste 1). O Teste Exato de Fisher indicou diferença significativa entre os grupos nas habilidades de memória auditiva e discriminação auditiva. **Conclusão:** não houve diferença significativa entre o desempenho na triagem do processamento auditivo temporal nos grupos avaliados. As crianças contaminadas pelo chumbo que apresentaram alteração de escrita obtiveram pior desempenho nas provas de consciência fonológica, discriminação auditiva, memória auditiva imediata.

DESCRITORES: Chumbo; Audição; Criança; Memória; Fonoaudiologia

■ INTRODUÇÃO

O processamento auditivo é definido como o conjunto de habilidades auditivas específicas das quais o indivíduo depende para interpretar o que ouve, necessitando do adequado funcionamento da via auditiva periférica e central para seu desenvolvimento¹. As dificuldades neste processamento

podem contribuir para as dificuldades de aprendizagem^{2,3} e são caracterizadas por alterações na comunicação oral ou na utilização de regras gramaticais, inversões de grafemas, alterações da noção de lateralidade, agitação, hiperatividade ou apatia, memória auditiva prejudicada e dificuldade em compreender a mensagem acústica em ambientes ruidosos, podendo estar associado a distúrbio de aprendizagem e limitações na compreensão da leitura⁴.

O processamento auditivo temporal se relaciona com a percepção do som em um período tempo, sendo definido como a habilidade de perceber/diferenciar estímulos apresentados em uma rápida sucessão⁵⁻⁷. Constitui um pré-requisito para o desenvolvimento de habilidades linguísticas e para a leitura^{8,9}.

Alterações no processamento auditivo temporal estariam relacionadas com limitações na capacidade

⁽¹⁾ Faculdade de Odontologia de Bauru – USP, Bauru, São Paulo, Brasil.

⁽²⁾ Departamento de Fonoaudiologia da Faculdade de Odontologia de Bauru – USP, Bauru, São Paulo, Brasil.

⁽³⁾ Faculdade de Odontologia de Bauru – USP, Bauru, São Paulo, Brasil.

⁽⁴⁾ Departamento de Fonoaudiologia da Faculdade de Odontologia de Bauru – USP, Bauru, São Paulo, Brasil.

Fonte de auxílio à pesquisa: Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior – CAPES.

Conflito de interesses: inexistente

de discriminar e classificar com rapidez os estímulos auditivos verbais, acarretando em dificuldades em níveis mais altos de processamento da informação linguística, como a compreensão verbal, a leitura e a escrita^{11,12}.

O sucesso da aquisição precoce da leitura e da escrita depende de diferentes habilidades, dentre elas as habilidades que envolvem o processamento fonológico: memória imediata ou memória de trabalho fonológica, acesso ao léxico e consciência fonológica¹³.

Ao ouvir um estímulo, é preciso representá-lo acusticamente e linguisticamente, por meio de uma codificação fonológica que ocorre no componente fonológico da memória de trabalho¹⁴. Nas tarefas que envolvem a memória de trabalho fonológica, como a repetição, a recordação imediata de palavras e a compreensão de orações ocorrem o processamento e o armazenamento temporal de input^{15,16}.

Quanto ao aspecto da escrita, estão envolvidas a análise fonética, a correspondência entre o conhecimento de letras e os sons da fala, além da compreensão do modo como o som é produzido na fala. As falhas neste processo de aprendizagem podem resultar em dificuldades ortográficas, como ocorre nos casos de alterações envolvendo a grafia dos fonemas surdos/sonoros. Estas trocas caracterizadas por substituições de fonemas podem ser decorrentes da dificuldade em compreender a distinção do traço de sonoridade, ou seja, uma falha na discriminação auditiva¹⁷.

As habilidades de memória de trabalho e consciência fonológica se inter-relacionam e favorecem a aquisição inicial da escrita, com influência dos estímulos provenientes da educação escolar, sendo dependentes da idade cronológica e maturidade¹⁸.

O nível de chumbo tolerado no organismo humano é de até 10 µg/dL¹⁹. A contaminação por chumbo pode afetar o desenvolvimento do sistema nervoso central, causando deficiência de atenção, concentração, memória, inteligência, aprendizagem, processos perceptivos, desenvolvimento psicomotor e interpessoal, entre outros aspectos²⁰⁻²².

Considerando a importância das habilidades do processamento auditivo para o desenvolvimento da linguagem oral e escrita, e a influência do chumbo sobre algumas habilidades cognitivas, o objetivo desse estudo foi analisar o impacto das habilidades do processamento auditivo temporal e da fonologia na escrita de crianças contaminadas por chumbo.

■ MÉTODOS

Para este estudo, foram avaliadas 24 crianças de 8 a 15 anos, de ambos os sexos. Estas crianças tiveram amostras de sangue coletada para determinar o nível de chumbo no sangue (plumbemia), sendo estes exames conduzidos pela Secretaria Municipal de Saúde e realizados pelo Instituto Adolfo Lutz (IAL/SES-SP).

Os critérios de inclusão foram: consentimento dos pais para avaliação e publicação dos resultados; nível de chumbo no sangue igual ou superior a 10 µg/dL; ausência de alterações auditivas (audiometria e timpanometria com resultados normais); presença de alterações na escrita caracterizadas por dificuldade no traço de sonoridade, ou seja, troca de consoantes surdas por sonoras.

De acordo com estes critérios, foram formados dois grupos:

- GE (grupo em estudo): 12 crianças com trocas de consoantes surdas por sonoras na escrita;
- GC (grupo controle): 12 crianças sem trocas na escrita.

Para análise da escrita, foi solicitada que a criança elaborasse uma redação com base em um tema apresentado pelo avaliador. Nesta redação foram analisados o nível de escrita, erros ortográficos, a coerência e coesão entre os parágrafos, além do vocabulário. Além desta análise, foram avaliados processamento auditivo temporal, memória auditiva imediata, discriminação auditiva, consciência fonológica.

Para avaliação do processamento auditivo temporal foi realizada uma triagem (subteste 1 do Teste de Fusão Auditiva Revisado – AFT-R¹⁰). Este teste avalia a diferença de tempo, em milissegundos (ms), em que o ouvinte consegue distinguir um breve intervalo de silêncio entre dois tons puros. Foi considerado como desempenho esperado a percepção de dois tons em um intervalo igual ou inferior a 60 ms e como desempenho não esperado a percepção de dois tons em um intervalo superior a 60 ms.

A avaliação da memória auditiva imediata foi realizada por meio da aplicação do Teste Illinois de Habilidades Psicolinguísticas – ITPA²³, subteste Memória Sequencial Auditiva e, para avaliar a discriminação auditiva, foi utilizado o Teste de Discriminação Auditiva²⁴, sendo os resultados de ambos analisados de acordo com o manual de cada teste e classificados como memória auditiva imediata normal e memória auditiva imediata alterada, discriminação auditiva normal e discriminação auditiva alterada.

A consciência fonológica foi avaliada por meio da aplicação da Prova de Consciência Fonológica²⁵

que avalia a habilidade das crianças de manipular os sons da fala. Os resultados foram comparados com base nos valores normatizados para população brasileira, que permitiu a classificação em consciência fonológica normal e consciência fonológica alterada.

Este estudo foi aprovado pelo Comitê de Ética em Pesquisa da Universidade de São Paulo, Faculdade de Odontologia de Bauru (protocolo 04/2003).

Os resultados foram distribuídos em um banco de dados para realização das análises estatísticas necessárias. Foram realizadas comparações entre os resultados por meio de análises estatísticas, utilizando o Teste de Mann-Whitney e o Teste Exato de Fisher.

■ RESULTADOS

Por meio da análise descritiva, observou-se que a média de idade da amostra foi 10,3 anos, sendo 12 (50%) do gênero feminino e 12 (50%) do gênero masculino.

O GE, composto por 12 sujeitos, apresentou média de idade de 9,6 anos, sendo sete meninos e cinco meninas. Nesse grupo, oito sujeitos (67%) apresentaram alteração e discriminação auditiva, na PCF e desempenho não esperado no AFT-R (Subteste 1).

No GC, também composto por 12 sujeitos, a média de idade foi 11,0 anos, sendo 5 meninos e 7 meninas. Apenas 1 sujeito (8%) apresentou alteração de discriminação auditiva, na PCF e desempenho não esperado no AFT-R (Subteste 1).

A tabela 1 apresenta a análise descritiva dos itens avaliados no total da amostra e em cada grupo, separadamente.

Tabela 1 – Análise estatística descritiva dos itens avaliados

	Plumbemia (µg/dL)	Memória auditiva imediate		Discriminação auditiva		Consciência Fonológica		AFT-R	
		Normal	Alterada	Normal	Alterada	Normal	Alterada	Desempenho esperado	Desempenho não esperado
GE	14,7	5	7	2	10	3	9	2	10
GC	16,3	10	2	10	2	7	5	2	10
TOTAL	15,7	15	9	12	12	10	14	4	20

Ao realizar análise estatística indutiva dos resultados (tabela 2), utilizando-se o Teste Exato de Fisher, observou-se diferença significativa entre os grupos nas habilidades de memória auditiva e discriminação auditiva.

Tabela 2 – Comparação entre GE e GC nas habilidades avaliadas

Habilidades	Valor de p
Memória auditiva imediata	0,04469*
Discriminação auditiva	0,00333*
Consciência fonológica	0,21376
AFT-R	0,19303

* Diferença estatisticamente significativa. Teste Exato de Fisher. Valor de p adotado: $\leq 0,05$

■ DISCUSSÃO

De acordo com a literatura consultada, a criança deve respeitar a sequência dos sons como sendo um dos pré-requisitos para a aquisição da escrita. Os problemas de discriminação auditiva podem ter reflexos tanto na escrita quanto na leitura e na fala²⁶. No grupo em estudo (GE) 83,3% das crianças apresentaram alteração de discriminação auditiva, enquanto que no GC apenas 25%, sendo a diferença entre os dois grupos estatisticamente significativa.

Um estudo²⁷ demonstrou que a incidência de trocas de traço de sonoridade na escrita foi maior em indivíduos com história de alteração no desenvolvimento da linguagem oral, ou seja, as crianças com alteração de sonoridade estariam apresentando dificuldade relacionada à diferenciação fonêmica das palavras. Nos resultados desse estudo, foi encontrado um número maior (75%) de alteração na habilidade de consciência fonológica

no GE quando comparado ao GC (42%), porém essa diferença não foi estatisticamente significativa.

A literatura ²⁸ demonstra que a consciência fonológica apresenta moderada relação com a escrita e baixa com a leitura. Outros autores¹⁹ verificaram que o desempenho em memória de trabalho, consciência fonológica e nível de escrita se inter-relacionam, bem como estão relacionados com a idade cronológica, a maturidade e a escolaridade.

Com relação à memória auditiva imediata, houve diferença significativa no desempenho desta habilidade nos grupos avaliados (58% com alteração no GE e 16% no GC), o que indica que as alterações de memória auditiva imediata e de consciência fonológica poderiam estar relacionadas com a presença de trocas auditivas na escrita.

No presente estudo, 83,3% das crianças do GE e 50% do GC apresentaram desempenho não esperado no AFT-R (Subteste 1), o que não permitiu relacionar as alterações de escrita encontradas com o desempenho do processamento auditivo temporal, pois não houve diferença estatisticamente significativa entre os grupos. Este achado permite refletir que a triagem do processamento temporal, por meio do subteste 1 do AFT-R, não foi sensível para afirmar que problemas envolvendo o processamento auditivo pode afetar o aprendizado, tanto em áreas de produção fonoarticulatória como de leitura e escrita^{29,30}.

A alteração no processamento temporal é encontrada em crianças com desvio fonológico, pois estas crianças podem necessitar de um tempo maior para detecção de intervalos de tempo entre estímulos auditivos do que as crianças sem desvio fonológico²⁹.

Alterações da ordenação temporal de sons de diferentes frequências (alta/baixa) e duração (longo/curto) ocorrem em crianças com déficit de consciência fonológica ³⁰. No caso do processamento temporal, parece não existir influência da idade e da série escolar, permitindo inferir que

as habilidades temporais aos sete anos já se apresentam bastante desenvolvidas, sendo pouco influenciadas pelo aprendizado após esta idade ^{31,32}, e atinge seu ápice por volta dos doze anos ³³.

Um estudo realizado utilizando o teste AFT-R evidenciou que a presença do distúrbio de leitura e escrita nas crianças resulta em limiares de detecção de intervalos diferentes, sendo que crianças com distúrbio de leitura e escrita obtiveram limiar médio em 89,5 ms, enquanto que crianças sem distúrbios de leitura e escrita obtiveram média dos resultados em 5,0 ms ³⁴. Neste presente estudo, a média do limiar do subteste 1 do AFT-R foi de 112,9 ms para o GE, e de 75 ms para o GC, mostrando um pior desempenho para o grupo com trocas auditivas na escrita.

Considerando que a memória é uma função cognitiva estreitamente relacionada com a linguagem, é afetada negativamente pelo chumbo, bem como outras funções cognitivas. Um estudo que avaliou 20 crianças contaminadas por chumbo e com idade de 3 a 6 anos idade entre 3 e 6 anos, encontrou alteração de memória imediata em 65% das crianças ³⁵.

Avaliando 25 crianças em idade escolar (seis a treze anos) por meio do Teste de Desempenho Escolar, um estudo encontrou melhor desempenho para crianças não contaminadas pelo chumbo e pior desempenho das crianças contaminadas por chumbo ³⁶.

■ CONCLUSÃO

Não houve diferença significativa entre o processamento auditivo temporal dos grupos avaliados. As crianças contaminadas pelo chumbo que apresentaram alteração de escrita (trocas auditivas) obtiveram pior desempenho nas provas de consciência fonológica, discriminação auditiva, memória auditiva imediata.

ABSTRACT

Purpose: analyze the impact of temporal auditory processing in writing and phonology of children with lead poisoning. **Method:** this study included 24 children, both genders, with a blood lead level equal or higher than 10µg/dL, without hearing impairment. Were assessments the spontaneous writing, immediate auditory memory, auditory discrimination, phonological awareness and auditory processing screening. Were assessments the spontaneous writing, immediate auditory memory, auditory discrimination, phonological awareness and auditory processing screening. Children were divided in two groups (GE – children with exchange of the consonant surd by sound in writing, GC – children without alterations in writing). **Results:** in GE, eight children (67%) had results abnormal in auditory discrimination and in PCF, the not expected performance in the AFT-R (subtest 1). In GC, only one child (8%) had results abnormal in auditory discrimination, and in PCF; the not expected performance in AFT-R (subtest 1). Fisher's Exact Test indicated significant difference between groups in the skills of auditory memory and auditory discrimination. **Conclusion:** there was no significant difference between performances in screening of temporal auditory processing in the groups. Children contaminated by lead and alterations in writing had worst performance in tests of phonological awareness, auditory discrimination, auditory memory.

KEYWORDS: Lead; Hearing; Child; Memory; Speech, Language and Hearing Sciences

■ REFERÊNCIAS

1. Katz J, Wilde L. Desordens do processamento auditivo. In: KATZ J. Tratado de audiologia clínica. 4ª ed. São Paulo: Manole,1999. p. 486-98.
2. Simon LF, Rossi AG. Triagem do processamento auditivo em escolares de 8 a 10 anos. *Psicol Esc Educ.* 2006;10(2):293-304.
3. Ferbeta TDC, Felipe AC. Avaliação simplificada do processamento auditivo e dificuldades de leitura-escrita. *Pró-Fono.* 2005;17(1):11-8.
4. Engelmann L, Ferreira MIDC. Avaliação do processamento auditivo em crianças com dificuldades de aprendizagem. *Rev. Soc. Bras. Fonoaudiol.* 2009;14(1):69-74.
5. Shinn JB. Temporal processing: the basics. *Hear J.* 2003;56(7):52.
6. Smith NA, Trainor LJ, Shore DI. The development of temporal resolution: ;between-channel gap detection in infants and adults. *J Speech Lang Hear. Res.* 2006;49(5):1104-13.
7. Samelli AG, Schochat E. Processamento auditivo, resolução temporal e teste de detecção de GAP: revisão da literatura. *Rev CEFAC.* 2008;10(3):369-77.
8. Samelli AG, Schochat E. The gaps-in-noise test: gap detection thresholds in normal-hearing young adults. *Int J Audiol.* 2008;47(5):238-45.
9. Lister JJ, Roberts RA, Shackelford J, Rogers CL. An adaptive clinical test of temporal resolution. *Am J Audiol.* 2006;15(2):133-40.
10. McCroskey R, Keith RW. AFT-R: Auditory fusion test-revised. San Antonio, TX: Psychological Corporation, 1996.
11. 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.
12. Cohen-Mimran R, Sapir S. Auditory temporal processing deficits in children with reading disabilities. *Dyslexia.* 2007;13(3):175-92.
13. Ptok M, Berenedes K, Gottal S, Grabheer B, Schneeberg J, Wittler M. Developmental dyslexia: the role of phonological processing for the development of literacy. *HNO.* 2007;55(9):737-48.
14. Gathercole SE, Service E, Hitch GJ, Adams AM, Martin AJ. Phonological short-term memory and vocabulary development: further evidence on the nature of the relationship. *Applied Cognitive Psychology.* 1999;13:65-77.
15. Martinez L, Bruna A, Guzman M, Herrera C, Valle J, Vásquez M. Alteraciones en las representaciones fonológicas de la memoria de trabajo en niños preescolares con trastorno específico del lenguaje. *Rev. Logo Fon Audiol.* 2002;22(4):181-9.
16. Morgado I. Psicología del aprendizaje y la memoria: fundamentos y avances recientes. *R. Neurol.* 2005;40(5):289-97.
17. Zorzi JL. Consciência fonológica, fases de construção da escrita e sequência de apropriação da ortografia do português. In: Marchesan IQ, Zorzi JL. (ORG). *Anuário ACEFAC de fonoaudiologia.* Rio de Janeiro:Revinter; 2000. p. 91-117.

18. Gindri G, Keske-Soares M, Mota HB. Memória de trabalho, consciência fonológica e hipótese de escrita. *Pró-Fono R. Atual. Cient.* 2007;19(3):313-22.
19. Centers for Disease Control (CDC). Agency for toxic substances and disease register. Case studies in environmental medicine: lead toxicity [Internet]. [citado 2009 nov 30]. Available from: http://wonder.cdc.gov/wonder/prevguid/p0000017/p0000017.asp#Table_1
20. Lanphear BP, Dietrich K, Auinger P, Cox C. Cognitive deficits associated with blood lead concentrations <10 microg/dL in US children and adolescents. *Public Health Rep.* 2000;115(6):521-9.
21. Meyer PA, Brown MJ, Falk H. Global approach to reducing lead exposure and poisoning, mutation research. *Mutation Research/Reviews in Mutation Research.* 2008;659(1-2):166-75.
22. Minozzo R, Minozzo EL, Deimling LI, Minozzo RSM. Plumbemia em trabalhadores da indústria de reciclagem de baterias automotivas da Grande Porto Alegre, RS. *J Bras Patol Med Lab.* 2008;44(6):407-12.
23. Bogossian MA, Santos MJ. Adaptação Brasileira (edição revisada) Teste Illinois de Habilidades Psicolinguísticas. Rio de Janeiro: EMPSI – Empr. Psicologia Ltda; 1977.
24. Serrano, B. Teste de Discriminação Auditiva. Rio de Janeiro, 2001. CD-ROM .
25. Capovilla AGS, C Capovilla FC. Prova de consciência fonológica: esenvolvimento de dez habilidades da pré-escola à segunda série. *Temas em desenvolvimento.* 1998;7(37):14-20.
26. Félix CAS. O processo de aquisição da língua escrita. *Revista de Educação.* 2008;11(12):103-18.
27. Zorzi JL, Assencio-Ferreira VL, Brondani AR. A incidência de trocas surdas-sonoras na escrita de crianças com e sem história de alteração de linguagem. *Psicopedagogia.* 2002;4(2):105-10.
28. Paolucci JF, Avila CRB. Competência ortográfica e metafonológica: influências e correlações na leitura e escrita de escolares da 4ª série. *Rev. soc. bras. Fonoaudiol.* 2009;14(1):48-55.
29. 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.* 2007;9(4):550-62.
30. Desgualdo SFL. Processos temporais em crianças com déficit de consciência fonológica. *Revista Iberoamericana de Educación.* 2004;33(9):1-9.
31. Barreto MASC, Muniz LF, Teixeira CF. Desempenho da habilidade de resolução temporal em crianças de 07 a 13 anos. *Rev Soc Bras Fonoaudiol.* 2004;9(4):220-8.
32. Neves IF, Schochat E. Maturação do processamento auditivo em crianças com e sem dificuldades escolares. *Pró-Fono.* 2005;17(3) 311-20.
33. Ballen SA. Processamento temporal: histórico, atualidades e perspectivas. In: *Anais do Encontro Internacional de Audiologia*, 20. São Paulo; 2005. p. 9.
34. Costa LP, Pereira, LD, Santos MFC. Auditory fusion test in scholars. *Pró-Fono.* 2004;16(2):187-96.
35. Gahyva DLC, Crenitte PAP, Caldana ML, Hage SRV. Caracterização da Linguagem em crianças com histórico de intoxicação por chumbo. *Pró-Fono.* 2008;20:55-60.
36. Capellini VLMF, Rodrigues OMPR, Melchiori LE, Valle TGM. Crianças Contaminadas por Chumbo: estudo comparativo sobre desempenho escolar. *Estudos em Avaliação Educacional.* 2008;19:155-80.

<http://dx.doi.org/10.1590/1982-021620149612>

Recebido em: 18/04/2012

Aceito em: 03/09/2012

Endereço para correspondência:

Tamyne Ferreira Duarte de Moraes

Rua Espírito Santo, 4-63 – Vila Coralina

Bauru – SP – Brasil

CEP: 17030-030

E-mail: tamyne@usp.br