

AUDIÇÃO E PROCESSAMENTO AUDITIVO

Ana Maria Maaz Acosta Alvarez – Fonoaudióloga Doutor em Ciências pela Faculdade de Medicina da Universidade de São Paulo e-mail: anaalvarez@uol.com.br

Maura Lígia Sanchez – Fonoaudióloga Mestre em Ciências Otorrinolaringológicas EPM-UNIFESP e-mail: maurasanchez@superig.com.br

Isabel Albuquerque Maranhão de Carvalho - Fonoaudióloga Doutor em Ciências pela Faculdade de Medicina da Universidade de São Paulo e-mail: belcarvalho@terra.com.br

Audição e Processamento Auditivo

Ouvir é tornar o som parte integrante da vida.

Desde antes do nascimento constrói-se a realidade com base nas informações que chegam por meio dos órgãos dos sentidos. Sabe-se que o feto com 27 semanas se acostuma a sons, tonalidades e entonação da língua materna. O feto ouve, no útero materno, não só o bater do coração da mãe e os sons de seus órgãos em funcionamento, mas também sua voz. Os outros sons do ambiente, durante o progresso da gestação, incorporaram-se aos conteúdos que o feto pode ouvir. Aos quatro dias de vida, o bebê reconhece a voz de sua mãe e demonstra preferência em ouvir a fala materna.

A audição tem sido classificada como um órgão sensorial telereceptor, uma vez que recebe estímulos externos distantes do corpo; e mecanoreceptor, pois a energia que age na mobilização do sistema é a pressão. Está incluída nos órgãos sensoriais espaciais, cuja função é orientar as ações humanas no mundo (Lent, 2004). Para que haja a interação sistema nervoso - meio, os estímulos auditivos são decompostos em propriedades essenciais e o fluxo de informação se dirige aos lobos temporais. Se verbal, ao lobo temporal dominante; se não verbal, ao lobo temporal não-dominante. Em seguida, essas informações se dirigem às áreas associativas – temporais secundárias e parietais – onde são integradas às informações de outras modalidades sensoriais e interpretadas pelo cérebro juntamente aos pensamentos e memórias. A partir desses processos de percepção é construída a consciência.

O processo perceptual auditivo, o processamento auditivo (PA), é um conjunto de habilidades específicas das quais o indivíduo depende para compreender o que ouve. É uma atividade mental, uma função cerebral e, assim sendo, não pode ser estudado como um fenômeno unitário, mas sim como uma resposta multidimensional aos estímulos recebidos por meio da audição (Sanchez & Alvarez, 2005).

Função Auditiva

A função auditiva é mediada pela ação do sistema auditivo periférico e central, cujo funcionamento, assimilando grupos de informação e analisando suas

diferenças, é decisivo para os processos perceptuais auditivos. Esses processos ocorrem nos centros auditivos localizados no tronco encefálico e no cérebro, podendo ser subdivididos nas seguintes áreas gerais: atenção, envolvendo habilidades relacionadas à maneira pela qual o indivíduo atenta à fala, aos sons do seu meio ambiente e os seleciona eletivamente; discriminação, envolvendo habilidades relacionadas à capacidade de distinguir características diferenciais entre os sons; integração, envolvendo habilidades relacionadas à união de informações auditivas a informações de diferentes modalidades sensoriais; e prosódia, envolvendo habilidades relacionadas à recepção e interpretação dos padrões supra-segmentais, não-verbais, da mensagem recebida, como ritmo, entonação, ênfase e contexto (Sanchez & Alvarez, 2005). Se considerarmos a relação da audição com outras modalidades sensoriais e com a linguagem, podemos ainda citar as funções de associação que abrangem as habilidades relacionadas à capacidade de estabelecer uma correspondência entre o estímulo sonoro e outras informações já armazenadas de acordo com as regras da língua; e a organização, que abrange um conjunto de habilidades de seriação, organização e evocação de informações auditivas para o planejamento, emissão e verificação de respostas.

As estruturas auditivas periféricas e centrais estão formadas ao nascimento e amadurecem funcionalmente a partir de reorganizações químicas e estruturais que dependem tanto das informações que chegam do meio externo como do meio próprio e interno do organismo. Em outras palavras, ao longo da vida as experiências auditivas, juntamente com os processos de maturação intrínsecos ao organismo, determinam nossa competência em tarefas de atenção, discriminação, integração, prosódia, associação e organização da resposta. Os feixes que interligam as várias regiões do cérebro adquirem, com o processo de maturação, capas de mielina que funcionam como isolantes elétricos e permitem a condução mais rápida e eficiente dos impulsos. De fato, o aumento na eficiência sináptica, os processos de poda de excesso de sinapses e o desenvolvimento de novas sinapses alcançam seu pico durante a adolescência (Herculano-Houzel, 2005) e continuam ao longo da vida, havendo evidências de que a plasticidade neural está presente até em pacientes idosos com

demência por doença de Alzheimer (Rosenweig, 1996). As operações que dependem da maturação do tronco encefálico estarão em pleno uso funcional mais cedo que aqueles dependentes da integridade do corpo caloso.

Caracterizando mais detalhadamente o percurso das vias auditivas, sabe-se que os estímulos acústicos transitam por dois tipos de vias: a via contralateral ou primária e a via ipsilateral ou não-primária, também chamada de via sensorial reticular. Enquanto a via primária contralateral é rápida – com longas fibras mielinizadas especializadas em decodificação e interação – e curta – quatro estações a partir dos núcleos cocleares até o córtex auditivo primário, a via ipsilateral não-primária conduz informações auditivas e das outras modalidades sensoriais. A partir dos núcleos cocleares, pequenas fibras que conduzem a informação acústica conectam-se a mensagens de outras modalidades sensoriais na formação reticular. A próxima estação dessa via situa-se em região talâmica não especificamente auditiva, terminando no córtex associativo polissensorial - modalidade auditiva. A função principal dessa via, também conectada aos centros de alerta e motivação e aos sistemas neurovegetativo e hormonal, é de atenção seletiva, elegendo o tipo de mensagem sensorial que terá prioridade de gerenciamento. Por exemplo, ao ler um livro enquanto se escuta uma música, o sistema permite que a pessoa alterne o foco de atenção segundo a importância da tarefa no momento. Já nas vias contralaterais, o estímulo acústico chega aos núcleos cocleares, onde já se inicia a análise de frequência, intensidade e duração, que só estará completa no córtex auditivo primário. O complexo olivar superior, a próxima estação, é a primeira estrutura que recebe aferências ipsilaterais (1/3 das fibras) e contralaterais (2/3 das fibras) que propiciam a base anatômica para a binauralidade. O estímulo acústico segue para o lemnisco lateral e em seguida passa ao colículo inferior, considerada a última estação no tronco encefálico, responsável pela localização multidimensional.

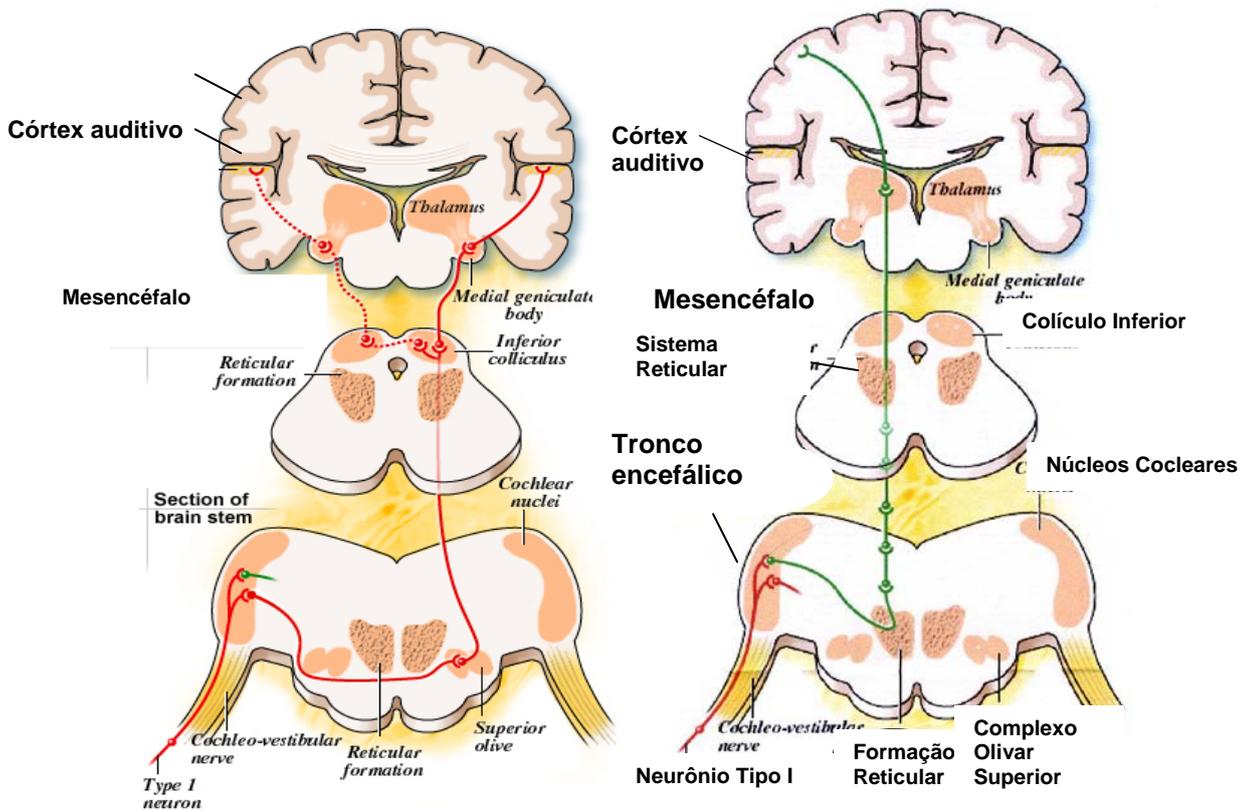
O corpo geniculado medial, estação talâmica especificamente auditiva, transmite informações de discriminação específica (fala) para o córtex auditivo primário que discrimina e reconhece a aferência acústica como verbal – córtex temporal de hemisfério dominante – e não-verbal – córtex temporal de hemisfério não-dominante. A integração dos dois tipos de aferência é feita pelo

corpo caloso, banda de neurofibras que conecta áreas associativas às suas homólogas contralaterais.

A percepção consciente requer a integridade das duas vias de condução, a ipsilateral e a contralateral. Por exemplo, durante o sono as vias auditivas ipsilaterais continuam em ação, mas não há percepção consciente porque a ligação entre as vias reticulares, as de vigília e as de motivação está inativa. Paralelamente, uma lesão no córtex auditivo pode suprimir a percepção auditiva consciente, enquanto a integridade das vias ipsilaterais mantém reações vegetativas reflexas aos sons.

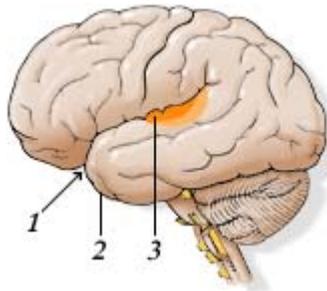
Vias auditivas primárias
ou contralaterais

Vias auditivas não-primárias
ou ipsilaterais



www.iurc.montp.inserm.fr:80/cric/audition/english/ptw/fptw.htm

www.iurc.montp.inserm.fr:80/cric/audition/english/ptw/fptw.htm



Nos humanos, o córtex auditivo primário (3) está localizado na região temporal (2) na face interna que margeia o sulco lateral (1).

© CHAMA-SE NEUROAUDIOLOGIA A CIÊNCIA QUE ESTUDA O PROCESSAMENTO AUDITIVO E SUAS RELAÇÕES COM A LINGUAGEM. A AVALIAÇÃO, O DIAGNÓSTICO DIFERENCIAL E OS PROCESSOS DE HABILITAÇÃO/REABILITAÇÃO AUDITIVA SÃO OBJETOS DE ESTUDO DESSA DISCIPLINA.

Considerações

Há evidências de que transtornos mentais podem ser correlacionados a alterações do processamento auditivo. Essa correlação pode ser estudada por meio da neuroaudiologia. A esquizofrenia, o transtorno de déficit de atenção com ou sem hiperatividade, os transtornos de aprendizagem, a dislexia e ainda a doença de Alzheimer, a depressão, as alucinações auditivas, a doença de Parkinson, o alcoolismo, e a anorexia são alguns dos transtornos mentais que têm sido investigados (Iliadou & Iakovides, 2003). Abrem-se novos caminhos para pesquisa na área.

REFERÊNCIAS:

1. ALBERNAZ, P.L.M.; GANANÇA, M.M.; FUKUDA, Y.; MUNHOZ, M.S.L. - Avaliação da função auditiva. In: *Otorrinolaringologia para o clínico geral*. Ed. BYK, pp 30-42, São Paulo, 1997.
2. ALVAREZ, A.M.M.A.; BALLEEN, S.; MISORELLI, M.I.L.; SANCHEZ, M.L.; Processamento auditivo central: proposta de avaliação e diagnóstico diferencial. In: MUNHOZ, M.S.L.; CAOVIILLA, H.H.; SILVA, M.L.G.; GANANÇA, M.M.; *Audiologia Clínica*. São Paulo, Atheneu, 2000. p. 103 a p. 120.
3. ALVAREZ, A.M.M.A.; SAMESHIMA, K. ; BOTTINO, C. Contribuição de uma avaliação de audição dicótica para diagnóstico da doença de Alzheimer. São Paulo, 2002. Tese (Doutorado) – Faculdade de Medicina, Universidade de São Paulo.
4. BOUCHER, R.; BRYDEN, M.P. Laterality effects in the processing of melody and timbre *Neuropsychologia* , Nov, 35:11, 1467-73, 1997
5. BRUDER, G. ; KAYSER, J. ; TENKE, C. ; AMADOR, X. ; FRIEDMAN, M.; SHARIF, Z. ; GORMAN, J. Left temporal lobe dysfunction in schizophrenia: Event-related potential and behavioral evidence from phonetic and tonal dichotic listening tasks. *Arch. gen. psychiatry*, 56:267-276, 1999.
6. CARBONI-ROMÁN, A.; RIO GRANDE, D.; CAPILLA A, MASESTÚ F.; ORTIZ, T. Bases neurobiológicas das dificuldades de aprendizagem. *Rev Neurol* 2006,42(Supl2):S171-S175.
7. CARTHERY, M.T. Caracterização dos distúrbios de escrita na doença de Alzheimer [dissertação]. São Paulo: Instituto de Psicologia, Universidade de São Paulo; 2000.
8. CHOMSKY, N. Language and the Mind. *Psychology Today* 1(9):48-68, 1968.
9. COVINGTON, M.; CONGZHOU, H.; BROWN, C.; NACI, L.; MCCLAIN, J.; FJORDBAK, B. S.; SEMPLE, J.; BROWN, J. Schizophrenia and the structure of language: the linguistic's view. *Schizophrenia Research* 77:85-98, 2005.

10. ERHAN, H.; BOROD, J.C.; TENKE, C.E.; BRUDER, G.E. Identification of emotion in a dichotic listening task: event-related brain potential and behavioral findings. *Brain Cogn*, Jul, 37:2, 286-307, 1998.
11. HALL, J.W. III; MUELLER, H.G. *Audiologists - Desk Reference*. Singular Publishing Group, San Diego, 1997.
12. HERCULANO-HOUZEL, S. *O cérebro em transformação*. Editora. Rio de Janeiro: Objetiva Ltda. 2005, p. 221.
13. HUGDAHL, K. Dichotic listening in the study of auditory laterality. In: K. Hugdahl & R.J. Davidson (Eds); *The assymetrical brain*. Boston, MA: MIT Press. 2003, pp 441-476.
14. HUGDAHL, K.; ANDERSON, L. The "forced-attention paradigm" in dichotic listening to CV syllables: A comparison between adults and children. *Cortex*, 22(3):417-432, 1986.
15. ILIADOU, V.; IAKOVIDES, S. Contribution of psychoacoustics and neuroaudiology in revealing correlation of mental disorders with central auditory processing disorders *Ann Gen Hosp Psychiatry*. 2003; 2: 5.
16. KANDEL, E.R.; SCHWARTZ, J.H.; JESSE, T.M. *Fundamentos da Neurociência e do Comportamento*. Prentice-Hall do Brasil, Rio de Janeiro, RJ, 1997.
17. KANDEL, E.R.; SCHWARTZ, J.H.; JESSE, T.M. *Princípios da Neurociência*. Manole, Barueri, SP, 2003.
18. KINSBOURNE, M. The mechanism of hemispheric control of the lateral gradient of attention. In: RABBIT, P.M.A.; DORNIC, S., ed. *Attention and performance*. New York: Academic Press, 1975. v.5.
19. KRAUS, N.; KILENY, P.; MCGEE, T. ; Middle latency auditory evoked potentials. In: KATZ, J., *Handbook of Clinical Audiology*. Baltimore 4th ed. Williams & Wilkins, 1994., pp. 387-405.
20. LENT, R. *Cem bilhões de neurônios: conceitos fundamentais de neurociência*. São Paulo. Atheneu, 2004.
21. LUKS, T.L.; NUSBAUM, H.C.; LEVY, J. Hemispheric involvement in the perception of syntactic prosody is dynamically dependent on tasks demands. *Brain Lang*, Nov, 65(2):313-32, 1998.

22. MUNHOZ, M.S.L.; SILVA, M.L.G.; GANANÇA, M.M.; CAOVILO, H.H. FRAZZA, M.M. A contribuição da neuroaudiologia. In: GANANÇA, M.M., Vertigem tem cura? São Paulo, Ed. Lemos, 1998. p. 33-92.
23. MUSIEK, F.E. ; BARAN, J.A; PNHEIRO, M. L. Neuroaudiology: case studies. San Diego: Singular Publishing Group, Inc, 1994. 279p.
24. PINKER, S. The Language Instinct: How The Mind Creates Language. Morrow, New York, 1994.
25. PINKER, S. Tábula Rasa. A negação contemporânea da natureza humana São Paulo: Companhia das Letras, 2004.
26. ROSENZWEIG, M.R.; BENNETT, E.L. Psychobiology of plasticity: effects of training and experience on brain and behavior. Behavioral Brain Research, Berkley, 1996, p. 57-65.
27. SANCHEZ, M.L.; ALVAREZ, A.M.M.A. Processamento Auditivo: Avaliação. In: COSTA, S. S. et al. ed *Otorrinolaringologia Princípios e Prática*. 2. ed. Porto Alegre: Artmed, 2006, p. 191-202
28. SHAYWITZ, S. Dyslexia. Scientific American. Nov: 98-104, 1996.