



PRIVAÇÃO SENSORIAL DA FUNÇÃO AUDITIVA

*Lilian Cassia Bornia Jacob**

*Maria Cecília Bevilacqua***

A função auditiva tem sido amplamente estudada nas últimas décadas. Decorrente do interesse e investimento despendido em pesquisas neste campo, podemos acompanhar como o avanço tecnológico vem colocando à disposição das pessoas portadoras de deficiências auditivas inúmeros recursos que auxiliam processos de (re)habilitação e, conseqüentemente, seu desenvolvimento global. Dentre estes, podemos citar os aparelhos de amplificação sonora digitais, conhecidos como aparelhos inteligentes, uma vez que analisam de maneira diferente os ruídos dos sons da fala, os implantes cocleares multicanais que criam condições para que deficientes auditivos, com perdas que variam de severas para profundas, possam reconhecer a fala.

* Fonoaudióloga, doutora em Distúrbios da Comunicação, professora adjunta do Programa de Estudos Pós-Graduados em Distúrbios da Comunicação da Universidade Tuiuti do Paraná, Curitiba.

** Livre-docente do Curso de Fonoaudiologia da Faculdade de Odontologia de Bauru – Universidade de São Paulo e coordenadora do Centro de Pesquisas Audiológicas do HPRAC/USP/Bauru.

Lilian Cassia Bornia Jacob e Maria Cecília Bevilacqua

Acompanhando a criação de novos recursos tecnológicos, os estudos realizados explicitam preocupação e promovem discussões acerca de questões relativas à privação sensorial auditiva.

A produção nesta área deixa evidente que o sistema auditivo é inerentemente plástico. Tal afirmativa pode ser evidenciada, dentre outras maneiras, pelo fato de o ser humano ser capaz de aprender a identificar novas vozes, novas canções e a falar novas línguas.

Embora o cérebro esteja completamente formado ao nascimento, o aperfeiçoamento de seu funcionamento e o desenvolvimento de novas sinapses continuam não somente nos primeiros anos, mas na adolescência e no decorrer da vida (Bellis, 1996).

Contrariando essa posição, predominava desde o início do século XIX a idéia de que a representação do sistema nervoso central para os eventos sensoriais era predeterminada e imutável. Porém, novos conceitos foram formulados com a intenção não só de questioná-la, como de explicitar a necessidade de sua superação. A partir deste momento, o entendimento de que o sistema neurológico é capaz de alterar suas conexões neurais no decorrer da vida passa a ganhar espaço.

Para Palmer et alii (1998), sistemas já desenvolvidos (maduros), tidos, primeiramente, como imutáveis, agora são considerados de forma maleável e passíveis de modificação.

O sistema nervoso central dos mamíferos é caracterizado por uma representação ordenada de neurônios que corresponde a um estímulo físico específico. Para exemplificar esta dinâmica, Willot (1996a) afirma que os neurônios da parte dorsal do colículo inferior respondem a sons de frequência baixa, e os da parte ventral respondem progressivamente a frequências altas. Este relacionamento ordenado permite o mapeamento de neurônios em várias regiões do sistema nervoso central. O termo plasticidade neuronal refere-se à capacidade destes mapas neuronais em se reorganizarem diante de quaisquer danos no nível periférico, ou seja, a capacidade do sistema nervoso central de passar por mudanças organizacionais em resposta a mudanças internas e externas (Bellis, 1996; Palmer et alii, 1998).

Experimentos com animais revelaram que pode ocorrer uma reorganização cortical quando existe uma lesão coclear, tanto em sujeitos jovens como em adultos. No quadro 1, pode-se observar o sumário de algumas investigações realizadas com animais adultos. Nesses estudos, os autores utilizaram diferentes técnicas na indução de lesões no sistema auditivo periférico, com o intuito de investigar a plasticidade do sistema auditivo central. A reorganização do córtex auditivo, após a indução de lesões periféricas em animais adultos, demonstrou que a plasticidade não é simplesmente restrita aos mamíferos jovens ou em desenvolvimento. Especificamente, regiões corticais privadas do *input* auditivo periférico evidenciaram lesões nas regiões representativas das frequências danificadas pela lesão na cóclea.

Quadro 1 – Alguns estudos realizados com animais para a investigação da plasticidade do sistema auditivo central

| AUTOR | TÉCNICA UTILIZADA NA INDUÇÃO DA LESÃO | ESTRUTURA DO SAC EXAMINADA | RESULTADOS |
|---------------------------|--|---|---|
| Robertson e Irvine (1989) | Mecânica (porquinho da Índia) | Córtex Auditivo Primário | Hipertrofia na região de representação tonotópica das frequências adjacentes à região de frequência danificada pela lesão na cóclea |
| Rajan et al. (1993) | Mecânica (gatos) | Córtex Auditivo Primário | Hipertrofia na região de representação tonotópica das frequências adjacentes à região de frequência danificada pela lesão na cóclea |
| Schwaber et al. (1993) | Drogas ototóxicas (macacos) | Córtex Auditivo Primário | Hipertrofia na região de representação tonotópica das frequências adjacentes à região de frequência danificada pela lesão na cóclea |
| Popelar et al. (1994) | Drogas ototóxicas (porquinho da Índia) | Colículo Inferior Córtex Auditivo Primário | Diferenças no potencial evocado CL e IL obtido no Córtex Auditivo comparado ao Colículo |
| Kaltenbach et al. (1992) | Ruído (hamsters) | Núcleo Coclear Dorsal | Mudança da representação de frequência na região que normalmente corresponde à área proveniente da cóclea danificada |

Legenda: SAC - Sistema Auditivo Central; CL - Contralateral; IL - Ipsilateral

Lilian Cassia Bornia Jacob e Maria Cecília Bevilacqua

A reorganização da atividade cortical associada à privação sensorial também tem sido mostrada em humanos. Vasama e Makela (1995) estudaram oito adultos entre 35 e 48 anos de idade, portadores de surdez súbita idiopática, dos quais cinco apresentaram modificações na resposta das vias auditivas subseqüentes à instalação da perda auditiva sensorioneural. Esse estudo revelou evidências de neuroplasticidade auditiva em humanos adultos, utilizando uma técnica não invasiva (magnetoencefalografia).

A avaliação dos potenciais auditivos evocados é um dos poucos procedimentos disponíveis para investigar e entender a atividade neural nos indivíduos. Estas respostas propiciam uma ponte entre o que é conhecido sobre a fisiologia neuronal em animais e o que é refletido nos estudos comportamentais da percepção da fala em seres humanos.

Apesar de inúmeros estudos sobre as alterações neuronais em resposta aos estímulos simples como o tom puro, as alterações na plasticidade, que devem ocorrer em respostas a elementos acústicos da fala, ainda são pouco conhecidas.

Segundo Kraus (1999), a percepção de fala é um processo dinâmico, no qual porções do sistema auditivo podem sofrer alterações fisiológicas que correspondem a alterações perceptuais. A capacidade do sistema nervoso em ser modificado pela experiência é o ponto central da (re)habilitação e das estratégias terapêuticas.

Recanzone et alii (1993) treinaram três macacos adultos para realizarem um exercício de discriminação de frequência, e a representação tonotópica do córtex auditivo primário foi mapeada eletrofisiologicamente após terem observado melhora no desempenho na execução das tarefas. Respostas neuronais foram comparadas às obtidas no grupo controle, e pôde-se observar que o grupo experimental demonstrou melhora significativa na discriminação de frequências, desencadeando aumento das representações corticais das frequências treinadas. Dessa forma, concluíram que a representação topográfica da cóclea no córtex auditivo primário pode ser alterada por meio de treinamento.

Investigações como as de Tallal et alii (1996) e Merzenich et alii (1996) demonstraram a plasticidade do sistema nervoso central em crianças com déficit de linguagem. Essas crianças foram ensinadas a distinguir sons (tons e sílabas)

por meio de uma série de jogos (*videogame*). Os resultados indicaram melhora no desempenho em testes psicofísicos, testes de discriminação de fala, compreensão da linguagem e gramática.

Kraus (1999) afirma que pesquisas neurofisiológicas demonstraram que a percepção acústica da fala, a aprendizagem e a generalização podem ser visualizadas por meio de respostas auditivas evocadas. Experimentos psicofísicos têm demonstrado que a habilidade de percepção de fala do ser humano também pode ser modificada com habilidades ensinadas, e que estas podem ser generalizadas para situações do dia-a-dia (Pisoni et alii, 1982 e Kuhl et alii, 1992), ou seja, o sistema nervoso apresenta a plasticidade necessária para a identificação perceptual de novos contrastes, os quais são transferidos para outros ambientes acústicos.

Atualmente, existe uma preocupação voltada para a qualidade da (re)habilitação auditiva, uma vez que sabemos das possibilidades de ocorrerem modificações corticais e/ou subcorticais nos caminhos neurais do sistema auditivo central.

A fisiologia do sistema de plasticidade auditiva é, possivelmente, um mecanismo importante para o aprendizado auditivo, este é medido por meio das habilidades funcionais.

Tendo em vista que a plasticidade neuronal é maior nos anos iniciais e que diminui com a idade, a exposição precoce a estímulos sensoriais é crítica ao desenvolvimento normal das estruturas e vias do sistema nervoso central (Bellis, 1996). Assim, a identificação, no início, de condições patológicas aumenta a chance de sucesso na (re)habilitação.

O diagnóstico e o atendimento precoce do deficiente auditivo como fatores fundamentais na (re)habilitação são considerações unânimes dentre os profissionais da área. Adiciona-se a estes o importante papel da (re)habilitação auditiva. O aprendizado auditivo é tão importante quanto a audição residual para o desenvolvimento da linguagem.

Ruben e Schwartz (1999) afirmam que a concepção da linguagem como uma função inata, dissociada das idéias de plasticidade, prevaleceu por muitos anos até o início do século XIX. Desde este período, estudos foram introduzindo uma outra visão sobre a linguagem, não a considerando como uma capacidade

inteiramente inata, mas evidenciando a existência de períodos críticos/sensitivos para seu desenvolvimento, dependente de estímulos visuais e/ou lingüísticos pelos quais o sistema nervoso central sofre adaptações responsivas.

Bonvillian et alii (1983) acompanharam, por um período de 16 meses, 11 crianças ouvintes, cujos pais eram deficientes auditivos, e constataram que essas crianças, ao adquirirem linguagem de sinais, desenvolveram complexidade de linguagem oral mais rapidamente, comparadas a crianças ouvintes, uma vez que estas se encontravam dependentes, quase que exclusivamente, da função auditiva.

Resultados similares foram encontrados por Orlansky e Bonvillian (1984), ao realizarem um estudo longitudinal com 13 crianças (média de idade de 10 meses), e por Goodwyn e Acredolo (1993), ao acompanharem 22 crianças ouvintes expostas à linguagem de sinais desde os 11 meses de idade.

Portanto, diferentes modalidades sensoriais podem prover suficiente fluxo de informações, de forma que o cérebro, em desenvolvimento, proporcionará a aquisição da linguagem.

Para Banford e Saunders (1991), a privação do *input* auditivo é a causa primária do atraso ou desvio na aquisição da linguagem oral, mas está associada a efeitos secundários que talvez tenham a mesma importância. Esses efeitos secundários estão relacionados aos aspectos contextuais da aquisição da linguagem, os quais podem ser subdivididos em processos externos e internos.

A interação adulto-criança, principalmente a relação dos pais com o deficiente auditivo, considerada como um aspecto externo ao indivíduo, interfere na aquisição e desenvolvimento da linguagem oral. Mais especificamente, a compreensão do adulto, no processo de comunicação, da restrita habilidade de expressão da criança privada sensorialmente, é determinante no processo de desenvolvimento da criança. É necessário que a família, fundamentalmente os pais, consiga compreender, o mais precocemente possível, os mínimos sinais de comunicação da criança. Ainda em relação aos aspectos externos, podemos citar o respeito, por parte do adulto, pela troca de turnos. É extremamente importante esperar a criança pedir algo, esperar que fale e, também, que ela ouça.

Em relação aos processos internos, ou seja, inerentes ao próprio indivíduo, no que tange ao processo cognitivo, existem duas concepções distintas. A primeira delas considera a existência de uma diferença qualitativa no processo cognitivo

decorrente da privação do *input* auditivo. Segundo esta visão, a privação sensorial altera o mecanismo de respostas psicológicas do indivíduo, e isto tem implicações importantes nas “leis da aprendizagem”. A outra abordagem, oposta à relatada, defende que a criança com privação sensorial tem processo cognitivo normal, mas sofre restrições nas experiências, nas interações, nas oportunidades de aprendizagem. Esta abordagem sugere que, se experiências lingüísticas forem oferecidas, o desenvolvimento de linguagem será normal, podendo, no entanto, ocorrer um atraso neste desenvolvimento. Este atraso, portanto, se dá nas habilidades lingüísticas e não nas estruturas conceituais ou cognitivas.

A ambigüidade dessas posições reside no seguinte conflito: devemos considerar que a criança com privação sensorial irá “carregar” definitivamente um déficit; ou partir do pressuposto de que ao vivenciar experiências enriquecedoras e adequadas a seu desenvolvimento e aprendizagem não terá conseqüências qualitativas no processo cognitivo.

Esses dois posicionamentos surgiram, provavelmente, dentre outras coisas, graças à falta de homogeneidade do grupo chamado “surdo”. Existem diferentes graus de deficiência auditiva, assim como a deficiência pode ter sido adquirida em diferentes estágios da vida e a criança pode ter sido exposta a diferentes ambientes educacionais, diferentes *backgrounds* familiares, sociais e psicológicos e diferentes quantidades/realidades de amplificação por meio dos dispositivos eletrônicos para a surdez. Esses fatos dificultam a investigação e o esclarecimento de como realmente se desenvolvem os processos que interferem na aquisição e no desenvolvimento de linguagem na criança que sofre de privação sensorial.

A capacidade de desenvolver a linguagem de maneira fluente varia muito de uma criança para outra, inclusive com audiogramas idênticos. A audiometria não descreve adequadamente como uma perda auditiva influencia a experiência de vida do indivíduo e sua performance na comunicação do dia-a-dia. Conhecer o grau da perda auditiva e a classificação audiométrica não garante suporte para estabelecer o nível do desempenho da criança deficiente auditiva. Além disso, o efeito da privação sensorial na aquisição da linguagem oral dependerá, também, dos diferentes tipos de deficiência auditiva em que esta privação se faz presente.

A privação sensorial pode ter um efeito diferencial ou seletivo, de acordo com a freqüência acústica prejudicada, em crianças com perdas severas ou pro-

Lilian Cassia Bornia Jacob e Maria Cecília Bevilacqua

fundas ou com perda auditiva flutuante precoce, assim como em crianças com perdas auditivas moderadas ou severas que comprometem as frequências agudas (Prinz, 1994). Mesmo as perdas mínimas de audição trazem limitações da função destas frequências agudas, que carregam a informação consonantal da fala, comparativamente fraca em energia, mas importante na compreensão da mensagem. Essa situação é bastante comum nos quadros de otite média recorrente.

A presença de fluído no ouvido médio, causada por otite média secretora, geralmente, resulta em perda auditiva. Como o volume de ar no ouvido médio diminui, a rigidez do sistema tímpano-ossicular aumenta e, conseqüentemente, a sensibilidade para sons de baixa frequência fica alterada. Quando o ar do ouvido médio é substituído pelo fluído, a sensibilidade para outras frequências se deteriora. Adiciona-se, ainda, o fato de a otite média serosa criar uma condição de escuta ruidosa. O fluído no ouvido médio, tão próximo à cóclea, produz ruído que tende a interferir na percepção da fala.

Associada à ocorrência da deficiência auditiva mínima, a criança com otite média recorrente apresenta, também, flutuação da audição. A audição piora durante os episódios de otite e melhora com a cura. Esta audição flutuante nos primeiros anos de vida cria a perda da constância das pistas auditivas. Dessa forma, o processo de organizar e categorizar a informação auditiva torna-se deficitário, e as relações normais entre as intensidades dos sons da fala serão alteradas (Banford e Saunders, 1991). Além disso, o desenvolvimento desigual das vias auditivas dos dois ouvidos, causado pela diferença de *input* auditivo, pode predispor a criança a dificuldades na integração binaural.

Para o adulto com linguagem adquirida, uma deficiência auditiva leve não interfere em seu nível de compreensão da linguagem, pois se utiliza das informações e pistas que a alta redundância da linguagem fornece, e, juntamente com as experiências lingüísticas anteriores que adquiriu, a deficiência auditiva é suprida. Para a criança, este conhecimento está em desenvolvimento, e a especificidade de cada sinal acústico é essencial. A criança tem a necessidade de ouvir claramente todos os sons. O *input* auditivo tem de ser garantido por uma detecção efetiva, uma vez que ainda não tem toda a redundância da linguagem para realizar o processo de decodificação, e, conseqüentemente, ter um nível de compreensão desejado e determinante para o desenvolvimento biopsicossocial.

Para Ruben e Schwartz (1999), evidências atuais indicam que, a fim de evitar seqüelas adversas ao desenvolvimento da linguagem, todas as perdas auditivas em crianças, incluindo as de grau leve e moderado, devem efetivamente sofrer intervenção, e o limite de tempo, para a intervenção, deve ser diminuído. Além disso, o sistema nervoso central humano é capaz de utilizar diferentes estímulos sensoriais para desenvolver a linguagem, e concluem que os mesmos podem ser usados com sucesso no processo de (re)habilitação.

Resumo

A privação sensorial auditiva e suas implicações no processo da (re)habilitação do deficiente auditivo vêm sendo discutidas entre os pesquisadores da área. Atualmente, existe uma preocupação voltada para a qualidade da (re)habilitação auditiva, uma vez que se sabe que ocorrem modificações corticais e/ou subcorticais nos caminhos neurais do sistema auditivo central. A percepção de fala é um processo dinâmico, no qual porções do sistema auditivo podem sofrer alterações fisiológicas que correspondem a alterações perceptuais, e a capacidade do sistema nervoso em ser modificado pela experiência é o ponto central da (re)habilitação e de estratégias terapêuticas. Evidências atuais indicam que, a fim de evitar seqüelas adversas ao desenvolvimento da linguagem, todas as perdas auditivas em crianças, incluindo as de grau leve e moderado, devem sofrer intervenção o mais precoce possível.

Palavras-chave: sistema auditivo central, privação sensorial, plasticidade neuronal.

Abstract

Sensory deprivation and its implications in the rehabilitation process of the hearing impaired have been extensively discussed among the researchers of the area. Currently, there is a great concern regarding the quality of aural rehabilitation, since it is known that some cortical and sub-cortical changes take place in the central auditory system. Speech perception is a dynamic process by which portions of the auditory system can go through physiologic changes that

Lilian Cassia Bornia Jacob e Maria Cecília Bevilacqua

correspond to perceptual changes. The nervous system's ability to undergo changes following stimulation is the basis of rehabilitation and therapeutic strategies. Current evidence indicates that all hearing impairment cases in children should receive some intervention, and this intervention must begin as early as possible to prevent negative repercussions to language development.

Key-words: central auditory system, sensory deprivation, neuroplasticity.

Resumen

La privación sensorial auditiva y sus implicancias en el proceso de (re)habilitación del deficiente auditivo están en discusión entre los investigadores del área. Actualmente existe una preocupación con la calidad de la (re)habilitación auditiva, puesto que es sabido que modificaciones corticales y/o subcorticales ocurren en los caminos neuronales del sistema auditivo central. La percepción del habla es un proceso dinámico en el cual ciertas porciones del sistema auditivo pueden sufrir alteraciones fisiológicas que corresponden a alteraciones perceptivas y a la capacidad del sistema nervioso de ser modificado por la experiencia: éste es el punto central de la (re)habilitación y de las estrategias terapéuticas. Evidencias actuales indican que, para evitar secuelas contrarias al desarrollo del lenguaje, todas las pérdidas auditivas en niños, incluso las leves y moderadas, deben recibir intervención lo más tempranamente posible.

Palabras claves: sistema auditivo central, privación sensorial, plasticidad neuronal.

Referências bibliográficas

- BAMFORD, J. e SAUNDERS, E. (1991). *Hearing impairment, auditory perception and language disability*. California, Singular Publishing Goup.
- BELLIS, T. J. (1996). *Assessment and management of central auditory processing disorders: from cience to practice*. London, Singular Publishing Goup.

- BONVILLIAN, J. D.; ORLANSKY, M. D.; e NOVACK, L. L. (1983). Developmental milestones: sign language acquisition and motor development. *Child Development*, 54, pp. 1435-45.
- GOODWYN, S. W. e ACREDOLO, L. P. (1993). Symbolic gesture versus word: is there a modality advantage for onset of symbol use? *Child Development*, 64, pp. 688-701.
- KALTENBACH, J. A.; CZAJA, J. M. e KAPLAN, C. R. (1992). Changes in the tonotopic map of the dorsal cochlear nucleus following induction of cochlear lesions by exposure to intense sound. *Hearing Res.*, 59, pp. 213-33.
- KRAUS, N. (1999). Speech sound perception, neurophysiology, and plasticity. *Int. J. Pediatr. Otorhinolaryngol.*, 47, pp. 123-9.
- KUHL, P. K.; WILLIAMS, K. A.; LACERDA, F.; STEVENS, K. N. et alii (1992). Linguistic experience alters phonetic perception in infants by 6 months of age. *Science*, 255, pp. 606-8.
- MERZENICH, M. M.; JENKINS, W. M.; JOHNSTON, P.; SCHREINER, C. et alii (1996). Temporal processing deficits of language-learning impaired children ameliorated by training. *Science*, 271, pp. 77- 81.
- ORLANSKY, M. D. e BONVILLIAN, J. D. (1984). The role of iconicity in early sign language acquisition. *J. Speech Hear. Dis.*, 49, pp. 287-92.
- PALMER, C. V.; NELSON, C. T. e LINDLEY IV, G. A. (1998). The functionally and physiologically plastic adult auditory system. *J. Acoust. Soc. Am.*, 103(4), pp. 1705-21.
- PISONI, D. B.; ASLIN, R. N.; PEREY, A. J. e HENNESSY, B. L. (1982). Some effects of laboratory training on identification and discrimination of voicing contrasts in stop consonants. *J. Exp. Psychol.*, 8, pp. 297-314.
- POPELAR, J.; ERRE, J. P.; ARAN, J. M. e CAZALS, Y. (1994). Plastic changes in ipsi-contralateral differences of auditory cortex and inferior colliculus evoked potentials after injury to one ear in the adult guinea pig. *Hearing Res.*, 72, pp. 125-34.
- PRINZ, P. M. (1994). "Desenvolvimento da comunicação e linguagem, avaliação e conduta em indivíduos com deficiência auditiva". In: KATZ, J. *Tratado de audiologia clínica*. São Paulo, Manole.

Lilian Cassia Borna Jacob e Maria Cecília Bevilacqua

- RAJAN, R.; IRVINE, D. R. F.; WISE, L. Z. e HEIL, P. (1993). Effects of unilateral partial cochlear hearing lesions in adult cats on the representation of lesioned and unlesioned cochleas on primary auditory cortex. *J. Comp. Neurol.*, 338, pp. 17-49.
- RECANZONE, G.; SCHREINER, C. e MERZENICH, M. M. (1993). Plasticity in the frequency representation of primary auditory cortex following discrimination training in adult owl monkeys. *J. Neurosci.*, 13, pp. 87-104.
- ROBERTSON, D. e IRVINE, D. R. F. (1989). Plasticity of frequency organization in auditory cortex of guinea pigs with partial unilateral deafness. *J. Comp. Neurol.*, 282, pp. 456-71.
- RUBEN, R. J. e SCHWARTZ, R. (1999). Necessity versus sufficiency: the role of input in language acquisition. *Int. J. Pediatr. Otorhinolaryngol.*, 47, pp. 137-40.
- SCHWABER, M. K.; GARRAGHTY, P. E. e KASS, J. H. (1993). Neuroplasticity of the adult primate auditory cortex following cochlear hearing loss. *Am. J. Otol.*, 14(3), pp. 252-8.
- TALLAL, P.; MILLER, S. L.; BEDI, G.; BYMA, G. et alii (1996). Language comprehension in language-learning impaired children improved with acoustically modified speech. *Science*, 271, pp. 81-4.
- VASAMA, J. e MAKELA, J. P. (1995). Auditory pathway plasticity in adult humans after unilateral idiopathic sudden sensorineural hearing loss. *Hearing Res.*, 87, pp. 132-40.
- WILLOT, J. F. (1996a) In: PALMER, C. V.; NELSON, C. T. e LINDLEY IV, G. A. (1998). The functionally and physiologically plastic adult auditory system. *J. Acoust. Soc. Am.*, 103(4), pp. 1705-21.

Recebido em jul./00; aprovado em set./00