

BOLETIM 2024

HABILITAÇÃO/REABILITAÇÃO AUDITIVA NA INFÂNCIA (PARTE III): PERCEPÇÃO DOS SONS DE FALA

Milaine Dominici Sanfins e Piotr Henryk Skarzynski



ŚWIATOWE CENTRUM SŁUCHU
INSTYTUTU FIZJOLOGII I PATOLOGII SŁUCHU

Journal of
**Hearing
Science**



HABILITAÇÃO/REABILITAÇÃO AUDITIVA NA INFÂNCIA (PARTE III): PERCEPÇÃO DOS SONS DE FALA

Milaine Dominici Sanfins e Piotr Henryk Skarzynski



O boletim deste mês discutirá sobre a percepção dos sons de fala dentro do processo de habilitação/reabilitação auditiva na infância. Este é o 3º boletim com foco na área de habilitação e reabilitação auditiva, assim sendo, recomendamos a leitura dos boletins prévios que discorreram sobre a orientação dos pais/cuidadores dentro do processo da habilitação e reabilitação associado aos aspectos que podem potencializar o desenvolvimento auditivo e linguístico durante os anos iniciais.

Você como profissional da área da reabilitação auditiva já deve ter se questionado sobre quais são os aspectos que devem ser considerados para que o processo de intervenção na população pediátrica seja bem-sucedida.

Uma adequada percepção dos sons de fala terá papel fundamental dentro do processo comunicativo, na aprendizagem, no convívio social entre outros. Pesquisadores reportaram que a produção vocal e a compreensão são dependentes de boa audibilidade dos estímulos sonoros.

O processo comunicativo deriva de diferentes tipos de processamentos de informação tais como:

- Processamento acústico;
- Processamento fonêmico;
- Processamento linguístico.



PROCESSAMENTO ACÚSTICO

As etapas destes processamentos são interligadas. O processamento acústico depende da integridade do sistema auditivo, visto que, a informação é recebida e transmitida para diferentes estruturas. E é um sistema que está constantemente ativo, mesmo quando estamos dormindo, o processamento acústico está sendo realizado. Existindo audibilidade para determinado estímulo sonoro, querendo ou não, ocorrerá o processamento acústico.

A etapa do processamento acústico em crianças com perda auditiva pode ser sanada por meio da seleção e adaptação adequada dos dispositivos eletrônicos. Deste modo, a entrada do estímulo sonoro será restabelecida.



Sem sombras de dúvidas, um dos mais importantes aspectos que devem ser avaliados e monitorados é a percepção dos sons de fala seja em um ambiente de escuta adequada (ambiente silencioso) quanto em um ambiente de escuta comprometida (ambiente ruidoso). Para tanto, existem diferentes possibilidades de testes que visam avaliar esta habilidade em diferentes faixas etárias e condições auditivas.

A análise dos resultados dos testes de fala na população pediátrica, especialmente, naquelas que receberam algum tipo de intervenção auditiva por meio da seleção e adaptação de algum tipo de dispositivo eletrônico poderá auxiliar na compreensão sobre as condições de escuta com estes instrumentos auxiliares. Existindo algum tipo de prejuízo, ainda observado, cabe ao profissional especialista repensar nas opções tecnológicas existentes que possam fornecer melhores condições de audibilidade aos sons de fala.

No tocante a produção vocal é importante destacar as diversas nuances existentes. A fala pode ter uma velocidade normal, no entanto, pode ser lentificada ou rápida sendo muito dependente das características do falante. Existe uma variabilidade muito grande entre a produção da fala entre os falantes, uma

vez que, depende de aspectos como timbre, frequência, duração, ritmo, intensidade, prosódia, velocidade entre outros.



A percepção e o processamento de um estímulo sonoro tão variável como a fala demanda uma atividade neuronal rápida e efetiva, visto que, nossas orelhas e nosso cérebro precisam estar aptos a perceberem, reconhecerem, discriminarem e compreenderem os sons de fala de diferentes falantes.

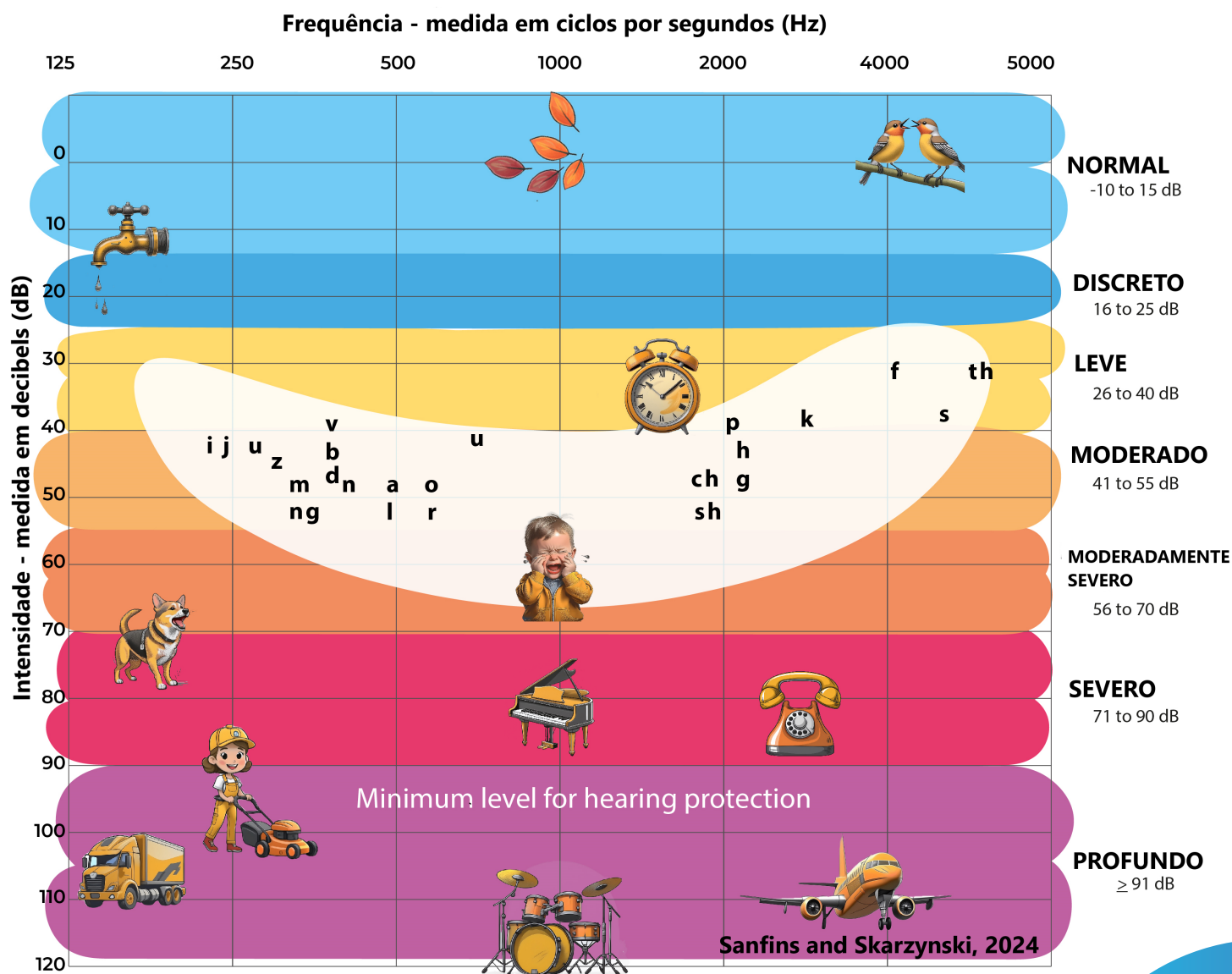
No que se refere a inteligibilidade dos sons de fala, sabe-se que as frequências entre 1000Hz e 3000Hz fornecem informações muito importantes. No entanto, fonemas como /s/ e /f/ estão dispostos em frequências superiores a 3000Hz, mais especificamente, entre 4000Hz e 5000Hz. Diante da relevância desta faixa de frequência para o processo de percepção dos sons de fala é essencial que os dispositivos eletrônicos possibilitem o acesso

aos sons nestas frequências e, além disso, que este processo de escuta seja confortável e agradável para a criança.

Uma forma de compreender como os sons de fala estão dispostos entre as diferentes frequências é por meio do audiograma de banana de fala).



AUDIOGRAMA DE BANANA DE FALA



Este instrumento possibilita que o indivíduo compreenda as dificuldades em suas habilidades da escuta dos sons e também possibilita que o audiologista tenha melhores condições de orientar os pais e responsáveis, visto que, os dados são apresentados no formato de uma figura \com informações claras e precisa.

AUDIOGRAMA DA VAGEM DE FALA

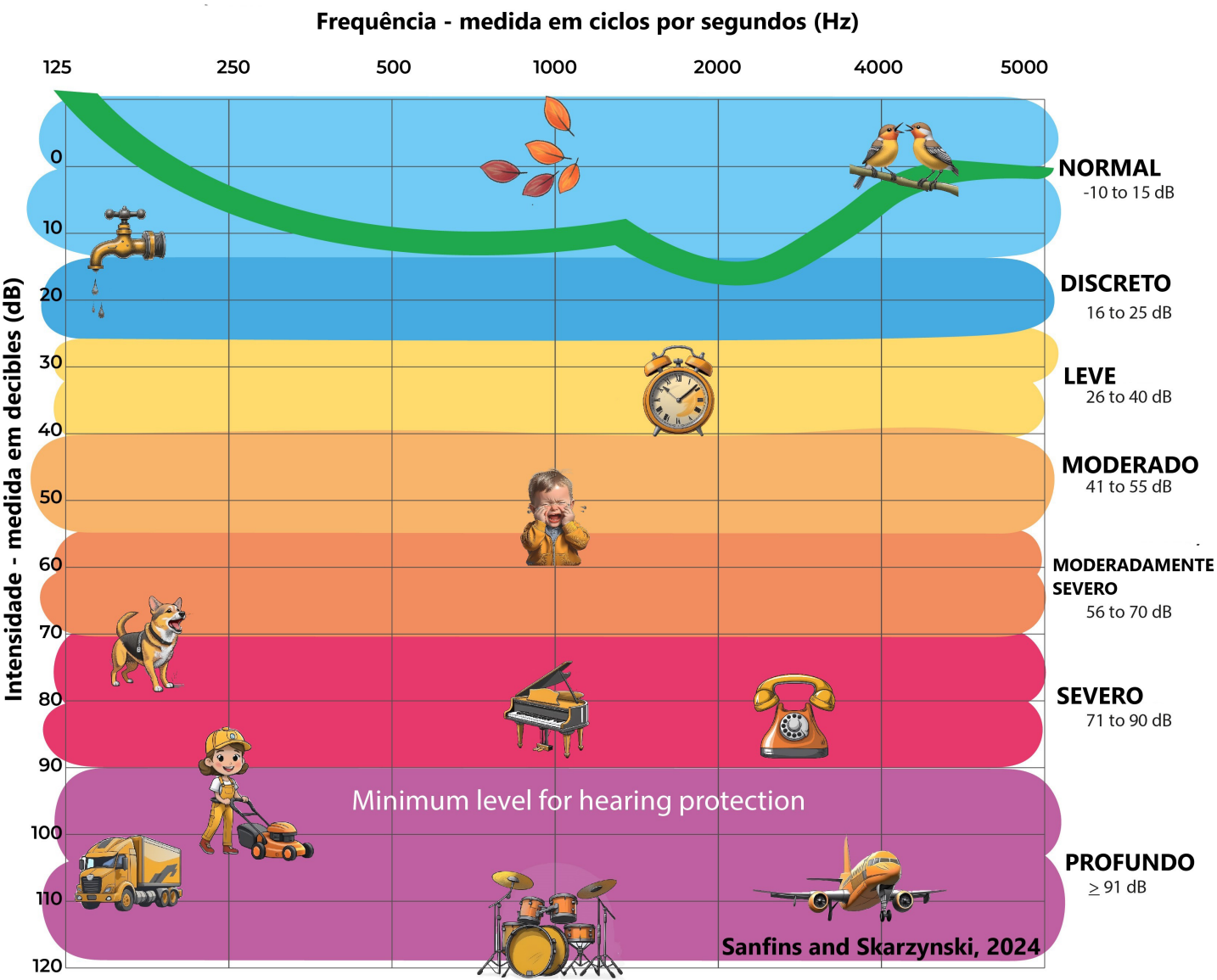


FIGURE 2: Audiogram based on the normative values of Clark et al, 1981. Figure developed by the authors Sanfins and Skarzynski, 2024.

E permite que o quadro de cada paciente, com diferentes graus, tipos e configurações de perda auditiva, possa ser discutido de forma mais lúdica e educativa. Além disso, o audiograma de banana da fala pode ser utilizado como um instrumento de follow-up que permite monitorar a habilidade de comunicação pré e pós um programa de intervenção auditiva após adaptação de um dispositivo eletrônico.

Além do tradicional audiograma de banana da fala, atualmente, existe um novo formato recomendado denominado como o audiograma da vagem da fala que leva em consideração, a importância da audibilidade em baixa intensidade.

AUDIOGRAMA BANANA E VAGEM DE FALA

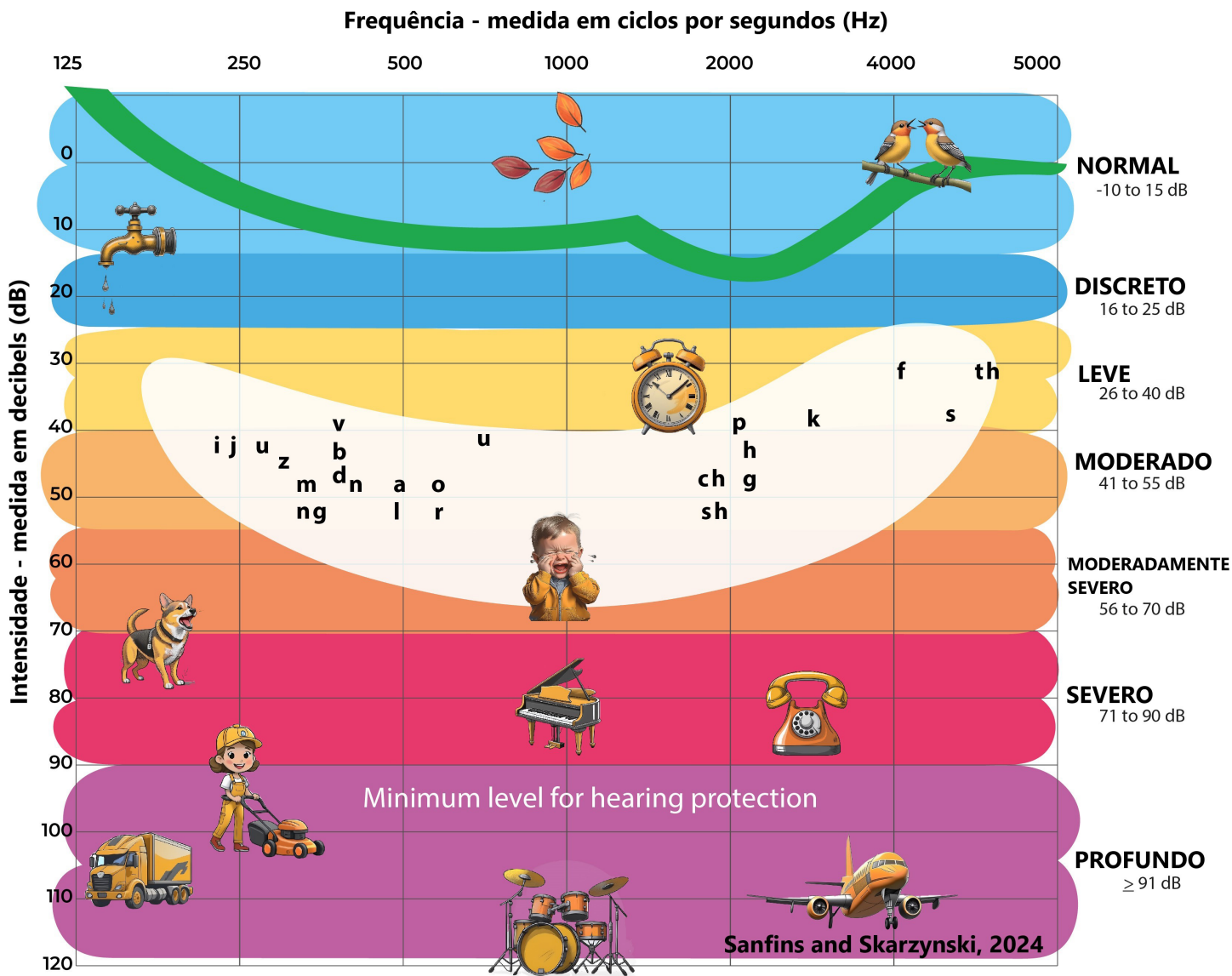


FIGURE 3: Audiogram based on the normative values of Clark et al, 1981.
Figure developed by the authors Sanfins and Skarzynski, 2024.

Especialmente, na população pediátrica com perda auditiva, cujos familiares optaram pelo uso da linguagem oral é importante que o cérebro receba o maior número de informações sonoras possíveis. O que permitirá que novas conexões neuronais sejam estabelecidas em diferentes frequências e intensidades, o audiograma da vagem da fala mostra que o acesso aos sons leves e moderados pode beneficiar o desenvolvimento do processo comunicativo das crianças.

O desenvolvimento das habilidades auditivas será beneficiado se a criança for capaz de ouvir e identificar todos os fonemas da sua língua nativa, cabe salientar que este número de fonemas varia de acordo com a língua nativa/língua mãe da criança. O que deve ser assegurado a uma criança com perda auditiva é o acesso aos sons, só deste modo, o processamento acústico poderá ser realizado com boa assertividade.

PROCESSAMENTO FONÊMICO



Findado, o processamento acústico, inicia-se o processamento fonêmico. Todavia, é relevante alertar que existe uma interação entre os dois sistemas, deste modo, o funcionamento do processamento e compreensão de fala pode ser prejudicado caso exista algum dano ou disfunção em um destes sistemas.

A identificação dos fonemas demanda uma análise mais aprimorada com a ativação de estruturas localizadas em regiões mais elevadas do sistema nervoso central como o sulco e o giro temporal superior esquerdo. Na etapa de processamento fonêmico, a criança ouve um determinado som e é capaz de realizar uma análise sobre o tipo de estímulo sonoro ouvido, **como por exemplo:**

- **o som foi produzido por um instrumento musical ou por um ser humano?**
- **existe uma diferença entre os seguintes estímulos sonoros /da/ e /ba/?**
- **as palavras /sabia/ e /sabiá/ são ou não idênticas?**

Observe que o processamento semântico, compreende muito mais do que ouvir um determinado estímulo sonoro! Este processamento depende da percepção das características fisiológicas e articulatórias do som ouvido. Depende, por exemplo, da análise dos aspectos espectro-temporais que envolvem a percepção da transição dos formantes de fala em decorrência dos movimentos oriundos do trato vocal.



Tanto as crianças ouvintes quanto as com alterações auditivas discriminam e processam em um menor espaço de tempo as vogais quando comparado com o processamento das consoantes. A discriminação das consoantes auxilia na inteligibilidade dos sons de fala, distinguindo, as diferentes palavras mala x cala x bala. As crianças ouvintes mais novas necessitam de maiores diferenças acústicas e mais tempo para discriminarem os sons consonantais do que as crianças ouvintes mais velhas e/ou adultos ouvintes.

Por outro lado, a discriminação das vogais está relacionada com prosódia, entonação e melodia que carregam a energia da fala. Estas habilidades serão extremamente importantes para uma melhor compreensão da mensagem sonora, possibilitando, compreender, por exemplo, se: um determinado falante está feliz ou irritado.

Pesquisadores reportaram que um pré-requisito para o desenvolvimento de linguagem deriva de um longo período de recepção dos estímulos auditivos, antes da produção vocal propriamente dita. Posto isto, pode-se imaginar que as crianças com perda auditiva necessitam de um trabalho de intervenção precoce e intensivo para que possam aprimorar as habilidades de percepção dos sons de fala. O acesso aos sons de fala associado a um programa de intervenção terapêutica com estímulos sonoros simples e complexos (como os sons de fala) possibilitará que o processamento semântico seja realizado e efetivo.

Um dos métodos conhecidos para a análise dos fonemas de fala é o teste denominado como sons de Ling. Atualmente, existe a versão com 6 sons de Ling e uma versão reduzida com 3 sons de Ling. Este modelo de teste com 6 sons permite a avaliação de como estão sendo ouvidos determinados tipos de fonemas ([a], [i], [u], [ʃ], [m] e [s]), que foram desenvolvidos para que se obtivesse as informações de fala de baixa, média e alta frequências. Ao passo que na versão simplificada, também é possível avaliar baixa, média e alta frequência com a apresentação destes 3 sons ([ba], [ʃ] [s]). Idealmente, os sons devem ser apresentados por meio de um sistema de voz gravado previamente, evitando, deste modo, vieses entre diferentes avaliadores.

Importante salientar que dentro de uma bateria audiológica padrão, a análise da percepção e reconhecimento de fala são parte fundamentais deste processo de analisar os processamentos acústicos, fonêmicos e linguísticos. E a depender da idade da criança a ser avaliada, maiores serão os desafios investigativos da percepção dos sons de fala, visto que, nos primeiros meses de vida de uma criança, a atenção à voz materna já nos fornece muitas pistas de como esta criança está se comportando auditivamente. E com o passar dos meses, além da voz materna, a discriminação da voz materna dentre outros ouvintes mostra um avanço do processamento da informação sonora e das conexões neuronais deste bebê. Ao passo que, ao final do primeiro ano e nos meses subsequentes, o bebê já adentrará no mundo do processamento linguístico, sendo capaz de diferenciar o /mama/ (alimento) de /mamã/ (genitora).

PROCESSAMENTO LINGUÍSTICO

Na sequência destas habilidades ocorre o processamento linguístico. Nesta etapa, existe uma co-dependência dos processamentos acústicos e semânticos. E a produção vocal com significado e abrangência decorre de um funcional processamento acústico, fonêmico e linguístico. Diante da alta complexidade do processamento linguístico existe uma participação de estruturais complexas do sistema nervoso como o corpo caloso e especialmente do hemisfério cerebral esquerdo.

O processamento linguístico decorre da atribuição de significado as mensagens sonoras ouvidas. Cabe salientar que, as informações sonoras podem ser proferidas em ambientes considerados ideais para a comunicação, ou seja, ambientes silenciosos, mas também em ambientes com competição sonora e/ou ruidoso. Na presença de sons competitivos e a necessidade do ouvinte em focar em uma mensagem principal, ocorre a ativação de mais uma área cerebral, a porção do córtex frontal que atua como um mensageiro da importância em desprezar a informação irrelevante. Concomitantemente, existem outras tarefas que precisam ser ativadas para que o foco na mensagem principal seja mantido. As funções executivas, os processos atencionais e o controle inibitório também precisam atuar, o que revela o quanto complexo é o processamento linguístico.

As crianças que necessitam de uma habilitação/ reabilitação auditiva devem ser expostas precocemente a uma vivência de escuta em diferentes ambientes e condições para que tem acesso aos três tipos de processamento da informação sonora. Não obstante, a linguagem é tão complexa que envolve a análise de elementos linguísticos que consiste no significado literal de uma determinada produção sonora, assim como, envolve a análise de elementos paralinguísticos que consiste em uma modificação no significado de uma determinada produção sonora dependendo de diversos contextos ambientais e mesmo do falante.

A utilização dos dispositivos eletrônicos possibilita que os indivíduos tenham acesso ao reconhecimento da fala, todavia, não se pode garantir, por exemplo, que as pistas prosódicas sejam contempladas. As pistas limitadas quanto a prosódia pode influenciar, além de uma limitação no processo comunicativo e, uma percepção inadequada ou pouco precisa quanto os aspectos emocionais de um determinado falante. Por exemplo, podemos imaginar que a produção vocal de uma frase como: “Bom dia!” pode ter diferentes sentidos quando produzidas com diferentes padrões prosódicos e poderia trazer informações sobre o estado de espírito de um indivíduo, permitindo, assim, identificar a presença de alegria, tristeza,



entusiasmo, raiva entre outros. O que traria informações linguísticas mais precisas quanto a intenção de um falante.

Estudiosos reportaram que, especialmente, nos pacientes com perda auditiva, as pistas prosódicas podem ser reduzidas, visto que, os dispositivos eletrônicos fornecem uma qualidade de voz, muitas vezes, mais robotizada, mesmo com os avanços tecnológicos. Esta dificuldade seria decorrente da necessidade em se analisar diferentes aspectos acústicos como a frequência fundamental, os harmônicos, a intensidade e a duração do estímulo sonoro. De todas as pistas acústicas, a mais relevante para a percepção da condição emocional de um falante seria a análise da frequência fundamental.

Estudos mostraram que crianças usuárias de implantes cocleares apresentaram boa habilidade em diferenciar simples contrastes na emoção facial. A teoria é que as lacunas auditivas puderam ser supridas por meio da análise visual da face do falante. Entretanto, dentro de um processo comunicativo, nem sempre existe a possibilidade de estar face to face com o seu interlocutor, assim, esta pista visual deixa de trazer os benefícios e a utilização das habilidades auditivas isoladas serão mais demandadas dentro do processo comunicativo.

Concomitantemente ao desenvolvimento das habilidades linguísticas ocorre o desenvolvimento das habilidades cognitivas, deste modo, a plasticidade do sistema nervoso pode ser beneficiada com a intervenção terapêutica em ambas as áreas.

Concluindo, um estímulo sonoro adentrando ao sistema auditivo passará por diversas etapas de processamento para que o sentido da mensagem contida neste som possa ser decifrado. A audição é primária a compreensão e a expressão de um indivíduo. E os primeiros anos de uma criança são cruciais para o desenvolvimento dos três processamentos (acústico, semântico e linguístico) tanto para uma criança com audição normal quanto com algum tipo de perda auditiva.

Na existência de alteração no sistema auditivo, os dispositivos eletrônicos como os aparelhos de amplificação sonora individual, os implantes cocleares e os sistemas de suporte como o sistema de frequência modulada (FM) podem ser benéficos quando selecionados e adaptados considerando as características específicas do paciente.

A percepção adequada dos estímulos de fala dentro do processo de reabilitação auditiva é primordial, visto que, este é o estímulo sonoro que o indivíduo estará exposto em grande parte do seu dia a dia. E principalmente, porque a percepção de fala possibilitará uma troca entre os seus pares e em diferentes contextos e vivências. Esta troca favorecerá o desenvolvimento da linguagem e influenciará positivamente a qualidade global de vida do paciente.

Posto isto, é de suma importância que exista uma avaliação e um monitoramento da percepção dos sons de fala em diferentes épocas da vida de um indivíduo, uma vez que, um prejuízo neste processo pode desencadear modificações relevantes no desenvolvimento e/ou aprimoramento da linguagem oral, escrita, habilidade leitora, sociabilidade, desempenho acadêmico e/ou profissional entre outros.



REFERENCES CONSULTED

- 01.** Didoné DD, Andrade AN, Skarzynski PH, Sanfins MD. Hearing rehabilitation in children (part I): the important role of parents, guardians, and caregivers. MEDINCUS - DOI: 10.13140/RG.2.2.18022.43844 - VOL.16, MAY/2024.
- 02.** Sanfins MD, Didoné DD, Skarzynski PH, Gil D. Early childhood hearing rehabilitation (part II): how to enhance hearing and linguistic development during the early years. MEDINCUS - DOI: 10.5281/ZENODO.12735464 - VOL.19, AUGUST/2024
- 03.** Andrade AN, Soares A, Skarzynski PH, Sanfins MD. Childhood audiological assessment (part II): recommended procedures in the first two years of life. MEDINCUS - DOI: 10.13140/RG.2.2.30563.53281 VOL.14, MARCH/2024
- 04.** Madel J. The changing role of audiology. Ent and Audiology news. January/February 2015, vol 23 (6).
- 05.** Donadon C, Hatzopoulos S, Skarzynski PH, Sanfins MD. Neuroplasticity and the Auditory System. The Human Auditory System - Basic Features and Updates on Audiological Diagnosis and Therapy. IntechOpen; 2020. Available from: <http://dx.doi.org/10.5772/intechopen.90085>.
- 06.** Binder, J. R. Phoneme perception. In Neurobiology of Language (eds Hickok, G. & Small, S.) chap. 37, 447–461 (Academic Press, 2016).
- 07.** Ling D. Speech and the Hearing-Impaired Child. 2nd ed. Washington, DC: Alexander Graham Bell Association for the Deaf and Hard of Hearing; 2002
- 08.** Soares A, Gil D, Skarzynski PH, Sanfins MD. Pediatric audiological evaluation (part I): guidelines and protocols for neonatal hearing screening. MEDINCUS – doi: 10.13140/RG.2.2.31746.04803 - VOL.11 DECEMBER 2023.
- 09.** Cacace AT, McFarland DJ, Ouimet JR, et al. Temporal processing deficits in remediation-resistant reading-impaired children. Audiology and Neuro-otology. 2000;5(2):83-97.
- 10.** Ribeiro FGS, Skarzynski PH, Sanfins MD. Neonatal Hearing Screening: the importance of guidance to family members. MEDINCUS - 10.13140/RG.2.2.32696.62723 - VOL.03, APRIL/2023
- 11.** Brodbeck C, Hong LE, Simon JZ. Rapid transformation from auditory to linguistic representations of continuous speech. Current Biology. 2018, 28: 3976-3983.
- 12.** Dharun VS, Karnan M. Voice and speech recognition for Tamil words and numerals. International journal of modern engineering research. 2012, 2(5): 3406-3414.
- 13.** Sanfins MD, Skarzynski PH, Hall JWIII. New perspectives in hearing assessment: part 1 – Application of value-added tests in the diagnosis of hearing loss. MEDINCUS - DOI: 10.13140/RG.2.2.30957.56803 - VOL.13, FEBRUARY/2024
- 14.** Pichora-Fuller MK, Dupuis K, Lieshout PV. Importance of FO for predicting vocal emotion categorization. Journal of Acoustic Society of America. 2016, 140, 3401.
- 15.** Jerger JF, Hayes D. The crosscheck principle in pediatric audiometry. Arch Otolaryngol.1976; 102 (10): 614-620. doi:10.1001/archotol.1976.00780150082006.
- 16.** Liebenthal E, Silbersweig DA and Stern E. The Language, Tone and Prosody of Emotions: Neural Substrates and Dynamics of Spoken-Word Emotion Perception. Front. Neurosci. 2016, 10:506. doi: 10.3389/fnins.2016.00506.
- 17.** Wiefferink CH, Rieffe C, Ketelaar L, De Raeve L, Frijns JHM. Emotion understanding in deaf children with a cochlear implant. Journal of deaf studies and deaf education. 2013, 18 (2), 175-186.
- 18.** Sanfins MD, Pelaquim A, Skarzynski PH. Structures involved in the trajectory of the auditory system (part III): corpus callosum. MEDINCUS - DOI: 81/ZENODO.11221423 - VOL.17, JUNE/2024.
- 19.** American Speech-Language Hearing Association (ASHA). Guidelines for the audiologic assessment of children from birth to 5 years of age. American Speech Language-Hearing Association. 2004

Autores



PROFA. DR. MILAINE DOMINICI SANFINS

- Professora Adjunta da Disciplina dos Distúrbios de Audição do Curso de Fonoaudiologia da Universidade Federal de São Paulo (UNIFESP);
- Membro do grupo de pesquisa do Institute of Physiology and Pathology of Hearing and World Hearing Center, Kajetany, Poland.
- Professora do Curso de Pós-Graduação em Audiologia Clínica pelo Instituto Israelita de Ensino e Pesquisa do Hospital Albert Einstein.
- Pós-doutorado pelo World Hearing Center, Varsóvia, Polônia;
- Doutorado sanduíche pela Faculdade de Ciências Médicas, Universidade Estadual de Campinas (FCM-

- UNICAMP) e pela Università degli Studi di Ferrara/Italy;
- Especialista em Audiologia pelo Conselho Federal de Fonoaudiologia;
- Graduação e Mestre pela Faculdade de Medicina da Universidade de São Paulo (FMUSP);
- Membro da comissão de ensino e pesquisa da Academia Brasileira de Audiologia (2024-2026)
- Revisora de artigos científicos e capítulos de livros na área de Audiologia, Eletrofisiologia, Neuroaudiologia e Neurociência;
- Instagram @misanfins / email: msanfins@uol.com.br e msanfins@unifesp.br



PROF. DR. PIOTR HENRYK SKARZYNSKI

- Professor, Otorrinolaringologista, Mestre e Doutor pela Medical University of Warsaw;
- Realiza trabalho científico, didático, clínico e organizacional no World Hearing Center of Institute of Physiology and Pathology of Hearing, Institute of Sensory Organs and Medical University of Warsaw.
- Especialista em otorrinolaringologia, otorrinolaringologia pediátrica, fonoaudiologia e saúde pública;
- Participou da 3ª Reunião de Consulta no Fórum Mundial de Audição da Organização Mundial de Saúde (OMS).
- Membro do Roster of Experts on Digital Health da OMS;
- Vice-Presidente e Representante Institucional do ISfTeH;- Presidente eleito do Conselho Consultivo Internacional da American Academy Otorology – Head and Neck Surgery (AAO-HNS);
- Membro do Departamento de Congressos e Reuniões da European Academy of Otolaryngology and Neuro-otology (EAONO), Representante Regional da Europa da

- International Society of Audiology (ISA), Vice-Presidente do Hearing Group, Auditor da European Federation of Audiology Societies (EFAS), membro do Facial Nerve Stimulation Steering Committee;
- Secretário do Conselho da Sociedade Polonesa de Otorrinolaringologistas, Foniátrics e Audiologistas. Membro da Comissão de Auditoria (2018–2019)
- Embaixador da Boa Vontade representando a Polônia no Encontro Anual e Experiência OTO da AAO-HNSF 2021 e, desde 2021, membro do Comitê de Dispositivos Auditivos Implantáveis e do Comitê de Educação em Otolaryngology e Neurologia da AAO-HNS.
- Comitê Consultor de Especialistas Internacionais do CPAM-VBMS, membro honorário da ORL Danube Society e membro honorário da Société Française d'OtoRhino-Laryngologie.
- Membro do Conselho do Centro Nacional de Ciências.