

Investigação da Função Simbólica Adquirida por Estímulos Elétricos em Crianças com Implante Coclear

Ana Cláudia M. Almeida-Verdu
Wagner Rogério da Silva
Raquel Melo Golfeto
Maria Cecília Bevilacqua
Deisy das Graças de Souza

Como citar: ALMEIDA-VERDU, Ana Cláudia Moreira *et al.* Investigação da Função Simbólica Adquirida por Estímulos Elétricos em Crianças com Implante Coclear. *In*: ROSE, Júlio César de; GIL, Maria Stella Coutinho de Alcantara; SOUZA, Deisy das Graças de. **Comportamento Simbólico: Bases Conceituais e Empíricas**. Marília: Oficina Universitária; São Paulo: Cultura Acadêmica, 2014. p. 229-267. DOI: <https://doi.org/10.36311/2014.978-85-7983-516-2.p229-267>



All the contents of this work, except where otherwise noted, is licensed under a Creative Commons Attribution-NonCommercial-NoDerivatives 4.0 (CC BY-NC-ND 4.0).

Todo o conteúdo deste trabalho, exceto quando houver ressalva, é publicado sob a licença Creative Commons Atribuição-NãoComercial-SemDerivações 4.0 (CC BY-NC-ND 4.0).

Todo el contenido de esta obra, excepto donde se indique lo contrario, está bajo licencia de la licencia Creative Commons Reconocimiento-No comercial-Sin derivados 4.0 (CC BY-NC-ND 4.0).

INVESTIGAÇÃO DA FUNÇÃO SIMBÓLICA ADQUIRIDA POR ESTÍMULOS ELÉTRICOS EM CRIANÇAS COM IMPLANTE COCLEAR

*Ana Cláudia M. Almeida-Verdu
Wagner Rogério da Silva,
Raquel Melo Golfeto
Maria Cecília Bevilacqua
Deisy das Graças de Souza*

A deficiência auditiva é caracterizada por alterações na percepção auditiva e configura uma condição que pode impor severas restrições de estimulação sensorial (Bevilacqua & Moret, 2005). No processo de diagnóstico da deficiência auditiva, identificam-se aspectos, como: localização (periférica, neurosensorial, ou central), lateralidade (unilateral ou bilateral), grau (leve, moderada, severa ou profunda) e, também, o período da perda auditiva. Todos esses aspectos são importantes e podem ser tratados em profundidade, mas serão considerados apenas brevemente neste capítulo, cujo objetivo será focar a deficiência auditiva a partir de suas implicações para a aquisição de linguagem e para o estabelecimento de comportamento simbólico (compreensão e significado).

Do ponto de vista da compreensão auditiva, o período da perda auditiva é especialmente importante, razão pela qual é feita uma distinção entre surdez pré-lingual e surdez pós-lingual. A deficiência auditiva pré-lingual é a que acomete o indivíduo antes da aquisição da linguagem, e a pós-lingual é a que ocorre posteriormente à aquisição da linguagem. As implicações para a (re)habilitação são muito diferentes nos dois casos: a surdez pré-lingual poderá acarretar importantes atrasos na aquisição de linguagem e, se a função auditiva for restabelecida em algum grau (por

meio de apoios auditivos), o indivíduo que começa a ouvir se encontra na posição de quem inicia a aquisição de linguagem; no segundo caso, quando a função auditiva é restaurada, o indivíduo encontra-se pronto a reagir com compreensão aos sons da fala (pelo menos no que tange a aquisições prévias) e a produzir fala inteligível.

Caracterizada a perda auditiva, uma importante etapa da (re) habilitação consiste em definir o tipo de apoio que o indivíduo poderá utilizar para que seja restabelecida a função auditiva. Os apoios auditivos atuam nas áreas danificadas do ouvido interno, e uma identificação precisa destas áreas permite interferir em diferentes etapas do processo de audição, da estimulação inicial à transmissão do som pelo sistema auditivo (Morre & Linthicum, 2004).

Uma das possibilidades de (re)habilitação auditiva se dá pelo implante coclear (IC), uma tecnologia biomédica que permite a detecção de estímulos sonoros via estimulação elétrica direta do nervo auditivo. Essa tecnologia, a primeira a promover uma interação cérebro/máquina (Nicoletis, 2003), foi desenvolvida desde a década de 1960 (Simmons et al., 1965), e apresenta as seguintes funções básicas: captação e conversão de estímulos acústicos em corrente elétrica; condução da corrente elétrica até a cóclea; estimulação direta do nervo auditivo ou fibras residuais deste tecido, por meio de eletrodos. A utilização do implante coclear produz o retorno imediato da detecção de sons.

A detecção de sons é muito importante, mas não assegura, por si só, a compreensão do significado dos sons percebidos, sobretudo os sons da fala. Essa condição é especialmente crítica na surdez pré-lingual. O estabelecimento de significado pelos sons recebidos pelo implante é algo que dependerá de muitas variáveis relacionadas às condições do organismo, aos aspectos do implante recebido e às condições de aprendizagem (Boons et al., 2012).

Muitas disciplinas têm investigado os aspectos relacionados ao sucesso do implante na (re)habilitação auditiva, destacando-se as contribuições da Otologia, Audiologia, Fonoaudiologia, Psicofísica, Acústica, Psicoacústica e Engenharia. Uma interface recente com as pesquisas sobre processos da audição e (re)habilitação pelo implante tem sido realizada pela Análise do Comportamento, com ênfase na

aprendizagem de relações, envolvendo estimulação auditiva, com especial interesse em como a estimulação sonora transmitida pelo implante coclear adquire significado ou função de símbolo para quem faz uso do dispositivo (Almeida-Verdu, 2002; Almeida-Verdu, da Silva, & Golfeto, 2008; da Silva, de Souza, de Rose, Bevilacqua, & McIlvane, 2006). A finalidade deste capítulo é destacar algumas das perguntas de pesquisa e apresentar uma síntese das investigações sobre a aquisição de significado envolvendo estímulos auditivos em usuários de implante coclear. Uma seção final do capítulo explora como o modelo de aquisição de significado que norteia as pesquisas tem sido aplicado para responder a algumas das perguntas envolvidas no processo de regulação do implante coclear após o ato cirúrgico e na aquisição da linguagem.

BREVES CONSIDERAÇÕES SOBRE O IMPLANTE COCLEAR

O implante coclear tem componentes externos e internos. A porção externa é constituída por um microfone retroauricular, um processador de fala e uma antena transmissora, conectados aos componentes internos. A porção interna, implantada cirurgicamente, inclui um receptor-estimulador e um conjunto de eletrodos arranjados em forma de feixe¹ (Bevilacqua, Costa, & Moret, 2003). De forma simplificada, o procedimento cirúrgico requer uma incisão na parte lateral da cabeça e acima da orelha, sobre o osso temporal, no qual é esculpido um leito para depósito do receptor-estimulador. Em uma etapa seguinte, chamada de cocleostomia, o cabo com os eletrodos é inserido na rampa média da cóclea via janela redonda (Bento, Brito, Sanchez, & Castilho, 2002). A conexão entre a parte externa e interna do implante é feita por meio de dois ímãs, um instalado na antena transmissora e outro no receptor-estimulador, o que permite que a antena permaneça fixa na cabeça do indivíduo, no ponto em que o receptor-estimulador foi implantado. Com esses componentes, o processo de estimulação elétrica inicia-se no microfone retro-auricular, que capta os sons do ambiente e os envia ao processador da fala. Este seleciona e codifica os sons do ambiente (incluindo a fala humana) e gera pulsos elétricos que são enviados à antena transmissora. A passagem dos sinais codificados e

¹ De acordo com o modelo ou o fabricante, o número de eletrodos para implantação pode variar entre 16 e 24.

dos pulsos para a parte interna ocorre de modo transcutâneo, por meio de ondas de radiofrequência, utilizadas para transporte. Com as informações contidas nas ondas, o receptor-estimulador aciona os eletrodos e cria um fluxo de corrente elétrica sobre o nervo auditivo que, por sua vez, conduz à estimulação do córtex (Rizzi & Bevilacqua, 2003).

A conversão de sinais sonoros em estimulação elétrica pelo implante coclear depende da codificação do espectro da frequência, de padrões temporais e da intensidade do sinal sonoro. No processador de fala, filtros separam e comprimem as frequências altas, médias e baixas, que compõem o sinal sonoro. Seguindo a relação frequência/local em uma cóclea saudável², o processador pode enviar corrente elétrica para eletrodos na região basal, medial e apical, pelas bandas de frequência alta, média, e baixa, respectivamente. Como os eletrodos podem cumprir as funções de polo positivo (ativo) ou negativo (referência), é possível gerar fluxo de corrente elétrica entre os eletrodos em locais específicos na cóclea e limitar a extensão da área na qual a corrente flui ao longo do arranjo³. No processador de fala, a quantidade de pulsos elétricos por segundo, enviados aos eletrodos, também pode ser variada, permitindo manipular a velocidade com a qual a estimulação elétrica atinge o nervo auditivo (Clark, Black, Foster, Patrick, & Tong, 1978; Clark, Cowan, & Dowell, 1997; Frederiguet, 2008)

Os implantes cocleares disponíveis atualmente utilizam os recursos de manipular o local, a velocidade de estimulação elétrica e outros parâmetros, para definir a estratégia de processamento de sinal que controla os processadores de fala. Essas possibilidades de produzir estimulação de modo localizado e variar a velocidade de envio do estímulo permitem ao implante coclear reproduzir o modo como o sistema auditivo normal utiliza o espectro da frequência e os padrões temporais do sinal acústico para gerar percepção de sons do ambiente. Além dessas, outra informação necessária para a estimulação auditiva elétrica é a intensidade do sinal. Para definir a intensidade, é necessário estabelecer, para cada eletrodo, os níveis mínimos e máximos de corrente elétrica que permitem gerar sensação auditiva sem produzir desconforto, ou seja, é preciso delimitar uma área de extensão dinâmica para a estimulação elétrica (Shapiro, 2000).

² Para detalhes adicionais sobre a relação frequência/tonotopia coclear, ver Morre & Linthicum (2004).

³ Para exemplos sobre modos de gerar fluxo de corrente com o arranjo de eletrodos, consultar Clark et al., 1997.

A definição da quantidade de sinal necessário para gerar sensação auditiva é obtida na programação do dispositivo e deve ser feita individualmente, uma vez que os níveis de corrente necessários variam entre os indivíduos implantados. Essa condição implica a exigência de avaliação por meio de procedimentos clínicos⁴. O mapeamento de eletrodos é um dos procedimentos de regulação e programação do implante e consiste em determinar: a menor quantidade de corrente elétrica que produz detecção consistente do estímulo, isto é, 100% das vezes (limiar elétrico); e a máxima quantidade de corrente que pode ser aplicada sem gerar desconforto (nível de conforto elétrico). A diferença entre esses dois valores estabelece a área dinâmica para variar a quantidade de corrente elétrica. O balanceamento, outro procedimento clínico de regulação, refere-se ao estabelecimento de uma faixa de quantidade de corrente elétrica que gera a mesma sensação de intensidade, independente do eletrodo estimulado em frequências diferentes (Allum, 1996; Clark et al., 1997; Thai-Van et al., 2007).

Um dos progressos no uso da estimulação elétrica como tratamento refere-se à realização precoce do implante coclear em crianças com surdez neurossensorial profunda bilateral. Desde o início dos anos de 1990, crianças a partir de 24 meses têm sido submetidas ao implante coclear e avanços nos procedimentos de avaliação da audição, que permitem diagnósticos precisos de perdas auditivas nas primeiras semanas de vida, têm ampliado a possibilidade de indicação do implante coclear para crianças até mesmo a partir dos 12 meses. O benefício crucial da realização precoce do implante está no fato de a criança implantada ter acesso à estimulação auditiva no período que corresponde ao processo de desenvolvimento de linguagem oral em crianças ouvintes. Os resultados da implantação precoce mostram que, com a possibilidade de detecção auditiva durante o primeiro ano de vida, ocorre o desenvolvimento rápido (primeiro ano após a implantação) e consistente de habilidades de percepção de fala, e o atraso na aquisição de fala por parte dos implantados pode ser bastante minimizado (Boons et al., 2012). A limitação para uso em larga escala do implante coclear precoce está relacionada aos riscos de uma cirurgia para inserção dos eletrodos em crianças tão jovens, mas há evidências de que tais riscos podem ser reduzidos a ponto de viabilizar a

⁴ A programação do implante coclear será retomada adiante para tratar da contribuição de uma tecnologia operante para a obtenção das medidas de limiar e conforto auditivo.

realização de implante coclear em crianças com seis meses (Anderson et al., 2004; Valencia, Rimell, Friedman, Oblander, & Helmbrecht, 2008).

As possibilidades oferecidas com o uso de implante coclear e seus avanços tecnológicos fazem deste dispositivo o principal recurso para o tratamento, que visa desenvolver repertório de falante em crianças com deficiência neurossensorial profunda, principalmente entre aquelas acometidas por esse tipo de perda antes do desenvolvimento de linguagem oral (período pré-lingual). Porém, o procedimento cirúrgico configura uma etapa intermediária entre as condições prévias ao implante e o acompanhamento após o implante. A interação entre essas três etapas determinará o ganho real no desenvolvimento de audição e da linguagem oral por crianças surdas pré-linguais (Moret, Bevilacqua, & Costa, 2007).

Com relação ao período entre o surgimento da surdez e a realização da cirurgia, ou condições anteriores ao implante, resultados de pesquisas científicas indicam que, quanto menor o tempo de privação do acesso à sensação auditiva, maiores as possibilidades de se adquirir fala com velocidade e inteligibilidade satisfatórias. Esses resultados justificam a realização precoce do implante, ou seja, em idades cada vez menores.

Após a cirurgia, o chamado processo de (re)habilitação auditiva implica o monitoramento do funcionamento e a programação do dispositivo, o monitoramento da aquisição das habilidades auditivas, a adesão familiar ao tratamento e a terapia fonoaudiológica especializada. Depois da cirurgia, a monitoração das habilidades aprendidas envolvendo a estimulação elétrica constitui o principal instrumento de avaliação dos resultados obtidos com o implante. É esse monitoramento que mede a qualidade e a velocidade do desenvolvimento auditivo da criança e identifica a necessidade ou não de intervenção.

Os resultados em relação à audição, produzidos pela interação entre as etapas que compõem o processo de recebimento do implante coclear em crianças com deficiência auditiva pré-lingual, podem ser analisados como aquisições de novos repertórios, aprendidos pela mediação da estimulação elétrica do nervo auditivo. Analisar e descrever os processos envolvidos na aquisição destes repertórios pode prover subsídios para a avaliação e/ou intervenção no desenvolvimento da audição e da fala com crianças implantadas.

O OUVIR COMO COMPORTAMENTO

O conhecimento preciso das dimensões comportamentais do ouvir possibilita decidir que tipo de mudança neural ou função cortical investigar. Embora cada um dos aspectos do ouvir tenha seu lugar em órgãos específicos, bem como no mecanismo neural, e os procedimentos de avaliação diagnóstica de perdas auditivas sejam frequentemente baseados em medidas fisiológicas (Bevilacqua, Costa, & de Souza Freitas, 1998; Giraud & Truy, 2002; Manrique et al., 1999), é fundamental conhecer, também, as propriedades do comportamento de ouvir, uma vez que elas são acessíveis pela observação (da) e pela interação com a pessoa implantada.

Conhecer o comportamento de ouvir implica a compreensão das condições sob as quais se estabelecem relações funcionais entre o comportamento do indivíduo e a presença de estímulos sonoros. Nos procedimentos clínicos de programação do implante coclear, audiologistas e fonoaudiólogos avaliam determinados comportamentos do indivíduo quando certa quantidade de corrente é liberada nos eletrodos. Em deficientes auditivos que receberam implante coclear, as relações funcionais que podem descrever o comportamento de ouvir são buscadas observando-se o que o indivíduo implantado faz na presença da estimulação elétrica do nervo auditivo produzida pelo implante. O comportamento de um indivíduo pode se alterar em função da estimulação acústica ou elétrica presentes de maneira reflexa (comportamento respondente) e, também, pelas consequências que produz. Quando as consequências do ouvir desempenham um papel importante, então o ouvir pode ser considerado como um comportamento operante e colocado sob controle de estímulos.

A partir do paradigma operante, o ouvir pode ser concebido como um operante discriminado (Catania, 1999; Horne & Lowe, 1996; Skinner, 1957), pois depende não só das condições do organismo (como a preservação e funcionalidade de todos os órgãos sensoriais envolvidos), mas também de mudanças ambientais antecedentes (por exemplo, de ausência para presença de estimulação sonora ou de um tipo de estimulação sonora para outro) e das consequências que o indivíduo produz quando está exposto à estimulação sonora. Se o ouvir puder ser modificado por manipulações experimentais, será possível realizar a descrição do procedimento e das variáveis responsáveis pela mudança. As mudanças no comportamento de

ouvir são resultado das interações com o ambiente e impactam também sobre a diferenciação e modelagem de circuitos neurais que caracterizam a plasticidade neural (Ferrari, Toyoda, Faleiros, & Cerutti, 2001; Ryugo, Limb, & Redd, 2000), fundamental para um implante bem sucedido.

Essa concepção do ouvir como comportamento operante discriminado tem fundamentado o interesse na origem de relações simbólicas envolvendo estímulos auditivos e seu papel na aquisição do ouvir e do falar. As pesquisas descritas neste capítulo, norteadas por esse interesse, têm focalizado efeitos do implante coclear sobre o desenvolvimento da função simbólica (ou compreensão auditiva) com estímulos elétricos, sobre a aprendizagem de novas relações entre estímulos auditivos (elétricos) e outros eventos (reconhecimento de palavras) e sobre a verbalização de novas palavras (nomeação de eventos).

Muitas disciplinas estudam o estabelecimento do ouvir e do falar em deficientes auditivos após o implante coclear, tratando, principalmente, da compreensão e reconhecimento de palavras e da nomeação de objetos ou eventos. Uma breve revisão da literatura (Almeida-Verdu et al., 2008a), no período de 1998 a 2008, permitiu caracterizar a interface entre disciplinas e identificar os principais temas abordados pelos estudos. As palavras-chaves ou expressões de busca selecionadas foram *cochlear implant*, *speech*, *perception*, *recognition* e *language*, inseridas sequencialmente nos campos de busca da base de dados ISI *Web of Knowledge* de forma que a expressão seguinte refinava a busca dentro do rol de artigos listados pela expressão anterior. Os aspectos analisados nos artigos incluíram o ano da publicação, o periódico e o tema estudados. Foram identificados 86 artigos relacionados com aspectos da linguagem em implantados cocleares. As publicações sobre esse tema são frequentes e a curva de crescimento apresentou aceleração positiva na última década, isto é, tendeu a aumentar ao longo dos anos, com picos nos anos de 2000, 2005 e 2007. O veículo de divulgação dessas publicações também foi foco de análise e, considerando-se o escopo da revista, a área pode ser caracterizada como multidisciplinar, uma vez que as publicações incluíam Otorrinolaringologia, Fonoaudiologia, Neurociências, Pediatria, Acústica, Educação, Engenharia Biomédica, Linguística, Psicofisiologia, Fonética, Audiologia. Em relação ao tema de publicação, os artigos foram classificados e posteriormente agrupados, a partir da leitura

de seus objetivos e identificação dos principais fenômenos investigados. Os seguintes temas foram identificados: resultados do implante coclear sobre a linguagem receptiva e a produção da fala em crianças e adultos; percepção do Mandarim por surdos implantados; variáveis do organismo no desempenho da linguagem após o implante (idade de implantação, audição residual, plasticidade cerebral e medidas eletrofisiológicas); variáveis tecnológicas no desempenho da linguagem após o implante (implante bilateral, escolha do ouvido, implante de tronco encefálico); efeitos do implante coclear em síndromes que incluem deficiência auditiva. O tema de maior interesse foi a avaliação da linguagem receptiva e de produção de fala em crianças e adultos implantados, encontrado em 41,8% dos artigos.

Em relação aos artigos que investigaram a percepção e a produção da fala, um aspecto metodológico a ser destacado é a aplicação de escalas ou testes de avaliação da competência linguística e de percepção da fala em momentos sucessivos após o implante coclear, em que os participantes são expostos a um conjunto de estímulos visuais (figuras) ou auditivos (lista de fonemas, palavras, sentenças) e registra-se o desempenho observado ou relatado pelos pais. Foram identificados 34 estudos com tais características e os estudos eram predominantemente longitudinais, com as escalas sendo aplicadas imediatamente após o recebimento do implante ou até três anos depois. Dois estudos ensinaram habilidades denominadas auditivas e de produção de fala e avaliaram o desempenho, demonstrando, assim, o efeito do ensino sistemático sobre essas habilidades.

Os resultados desta revisão de literatura sugerem crescimento constante na quantidade de pesquisas sobre linguagem com implantados, diversidade de áreas de conhecimento gerando dados sobre o tema, e foco na percepção e na produção de fala. Esse quadro demonstra o quanto estão consolidados os efeitos do implante coclear no que concerne aos ganhos em relação à percepção e produção da fala de surdos, a partir do uso de estimulação elétrica do nervo auditivo.

A escassez de estudos sobre aprendizagem, porém, justifica nosso interesse na investigação dos efeitos de algumas condições e procedimentos com potencial para favorecer a compreensão auditiva e a produção de fala inteligível. Mais especificamente, temos investigado: a compreensão da fala, a partir dos estímulos produzidos pela estimulação

elétrica; e a produção da fala inteligível, isto é, com correspondência com aquela apresentada pela comunidade verbal a que o implantado pertence. Empregando o arcabouço conceitual da análise do comportamento e o método experimental para avaliar os efeitos de atividades sistemáticas de ensino, os estudos têm contribuído com os meios conceituais e empíricos para analisar os detalhes do processo que leva à aquisição deste importante repertório linguístico e social.

No contexto desses estudos, a linguagem é concebida como comportamento verbal sujeito às propriedades que definem qualquer comportamento operante, que modifica o ambiente e é modificado por suas consequências (Skinner, 1957). A diferença crucial entre o comportamento não verbal e o comportamento verbal é que as ações não verbais imprimem uma modificação direta sobre o ambiente físico enquanto o comportamento verbal modifica o ambiente social, isto é, as consequências obtidas pela emissão do comportamento verbal (do falante) dependem do comportamento de outra pessoa (o ouvinte). Os efeitos do comportamento verbal independem da forma: pode ser a fala (por isso, falante), mas também pode ser um gesto, como na linguagem de sinais. De acordo com Skinner (1957), tomando como referência o falante, o efeito principal da resposta muscular complexa do comportamento vocal é produzir uma fala audível (ou um gesto visível) e essa fala ou gesto afeta o comportamento de outra pessoa. Se o ouvinte for tomado como referência, os estímulos acústicos evocam respondentes (autônômicos, musculares, emocionais) e também se configuram como um ambiente relevante para muitos dos comportamentos complexos emitidos. Nesse caso, o comportamento de um homem como ouvinte não é distinto, na forma, de outros tipos de comportamento que apresenta; a diferença reside no controle de estímulos desse comportamento. Segundo Skinner, para reagir à fala do outro e atuar como mediador das consequências para seu comportamento, um ouvinte é especialmente “treinado” pela mesma comunidade verbal do falante. Isto significa que as relações entre os estímulos discriminativos providos pelo falante e o comportamento do ouvinte são aprendidas sob as mesmas contingências que modelam o comportamento do falante.

Como um comportamento operante, o comportamento verbal está sujeito às mesmas leis que regulam os operantes de modo geral: ele é

afetado por suas consequências, de acordo com parâmetros de reforçamento (contingência, imediatividade ou atraso, intermitência); pode ser evocado por estímulos discriminativos, isto é, a relação antecedente-resposta é selecionada pelas consequências das respostas; pode sofrer diferenciação em muitas de suas propriedades topográficas (forma, força, duração) e dinâmicas (velocidade, sequenciação), como resultado da seleção por consequências; pode aumentar ou diminuir de frequência (Oliveira, 2005).

A concepção de linguagem como comportamento verbal, adotada neste trabalho, permite analisar, descrever e promover ampla gama de habilidades discriminativas envolvidas na complexa rede de relações comportamentais que caracterizam o ouvir e o falar e que precisam ser aprendidas por um indivíduo com surdez pré-lingual que passa a utilizar o implante coclear. É importante distinguir, por exemplo, entre a discriminação auditiva (entre presença e ausência de som, entre um som e outro), o reconhecimento do som (sua relação com algum aspecto do ambiente), a compreensão auditiva (qual o significado de um estímulo sonoro) e a memória auditiva (ser capaz de se comportar em relação a um som que ocorreu em algum momento no passado, mas que não se encontra presente no momento em que o comportamento é apresentado, por exemplo, atender a uma instrução verbal apresentada horas antes) (Almeida-Verdu, 2002; Erber, 1982).

Pesquisas que investigam os efeitos do implante coclear em deficientes auditivos têm demonstrado os benefícios do implante na aquisição rápida dessas diferentes habilidades discriminativas no decorrer do primeiro ano de uso (Bevilacqua, 1998; Moret et al., 2007), que continuam a se aprimorar ao longo dos anos, embora, em geral, permaneçam aquém das habilidades de indivíduos com desenvolvimento típico sem perda auditiva (Boons et al., 2012).

No que concerne à produção da fala, os resultados dos estudos mostram que os desempenhos não acompanham o mesmo ritmo de aprendizagem observado nas discriminações (repertório receptivo). Por esta razão, desenvolver uma fala inteligível é uma meta importante para os programas de (re)habilitação auditiva, mas o alcance desta meta depende de investigações básicas e translacionais sobre os processos de aprendizagem que envolvem o ouvir e o falar com correspondência com o que é ouvido.

Como mencionado antes, nossas pesquisas têm focalizado a questão do significado da estimulação auditiva para indivíduos com implante (estímulos auditivos podem ser compreendidos? adquirem função simbólica ou de significado?) e, também, o desenvolvimento da fala. A seção seguinte relata resumidamente um conjunto desses estudos.

INVESTIGAÇÃO E ESTABELECIMENTO DE FUNÇÕES SIMBÓLICAS COM ESTIMULAÇÃO ELÉTRICA

Para o estudo da compreensão auditiva em implantados, uma das possibilidades é o uso do paradigma das relações de equivalência de estímulos (Sidman, 1971, 1994; Sidman & Tailby, 1982), tomado como modelo de significado (cf. de Rose, 1993), e que fornece um critério operacional para distinguir entre relações simbólicas e não simbólicas. De acordo com esse paradigma, relações entre estímulos equivalentes apresentam as propriedades de reflexividade, simetria e transitividade, significando o seguinte: qualquer que seja a relação entre os estímulos, (a) ela é a mesma de um estímulo com ele mesmo; (b) a relação de um estímulo A com um estímulo B é simétrica, isto é, se A está relacionado ao B, B está relacionado a A; (c) a relação entre dois estímulos é transitiva, se ambos estiverem simultaneamente relacionados a um terceiro estímulo. Para verificar se relações entre estímulos são verdadeiramente simbólicas, é empregado um delineamento metodológico, que consiste em ensinar algumas relações entre estímulos e, em seguida, conduzir testes que avaliam (ou permitem inferir) se as relações aprendidas envolvem as propriedades de equivalência. Por exemplo: pode-se ensinar a relação entre um evento A e um evento B e a relação entre um evento B e um C; aprendidas estas relações, pode-se avaliar se elas são simétricas (o indivíduo relaciona B a A? relaciona C a B?) e transitivas (o indivíduo relaciona A a C? Note que a relação entre A e C não foi ensinada, ou seja, para relacioná-los, o indivíduo teria que apresentar transitividade, mediada pelas relações entre A e B e entre B e C, sendo B o elemento em comum ou nóculo).

Muitas são as possibilidades de combinações entre as relações que são ensinadas e as que são avaliadas para verificar a equivalência entre os estímulos, mas o importante é assegurar que as relações reservadas para teste

não tenham sido ensinadas diretamente. Um aspecto muito importante das relações de equivalência é que elas permitem a geração de relações novas: no exemplo anterior, as relações BA, CB e AC seriam relações emergentes, no sentido de que derivaram da aprendizagem das relações AB e AC.

No estudo original de Sidman (1971), um adolescente com severo déficit intelectual havia aprendido a relacionar figuras e seus nomes falados. Se denominarmos como Conjunto A o que inclui as palavras faladas e como Conjunto B o que inclui as figuras, diríamos que o adolescente apresentava em seu comportamento as relações AB (cada estímulo do conjunto A relacionado a uma figura do conjunto B). Foram então ensinadas, pelo procedimento de emparelhamento com o modelo, discriminações condicionais entre as mesmas palavras faladas (Conjunto A) e as correspondentes palavras impressas, pertencentes ao Conjunto C (relações AC). Sidman avaliou, então, o que o indivíduo faria em testes de discriminações condicionais BC (figuras-palavras impressas) e CB (palavras impressas-figuras), que não foram ensinadas. Os resultados nos testes foram positivos, permitindo a inferência de que as relações aprendidas (AB e AC) tinham as propriedades de equivalência: as figuras e palavras impressas (B e C) só puderam ser relacionadas a partir de sua relação (aprendida) com as palavras faladas. Sidman & Tailby (1982) propuseram que relações de equivalência entre estímulos são relações simbólicas ou de significado, isto é, estímulos relacionados por equivalência podem, sob certas circunstâncias, substituir uns aos outros. No estudo de 1971, cada palavra falada e a figura e a palavra impressa correspondentes passaram a fazer parte de uma mesma classe (o adolescente formou 20 dessas classes). A palavra falada e a palavra escrita foram arbitrariamente relacionadas com a figura e passaram a ser símbolo da figura ou do objeto representado por ela.

Os estudos resumidos a seguir empregaram o modelo da equivalência de estímulos para avaliar se estímulos elétricos adquirem função simbólica para indivíduos com deficiência auditiva, usuários de implante coclear. Em outras palavras, os estudos procuraram avaliar se estímulos sonoros poderiam ser relacionados, por equivalência, a outros aspectos do ambiente. A sequência de estudos pode ser acompanhada pelos diagramas da Figura 1.

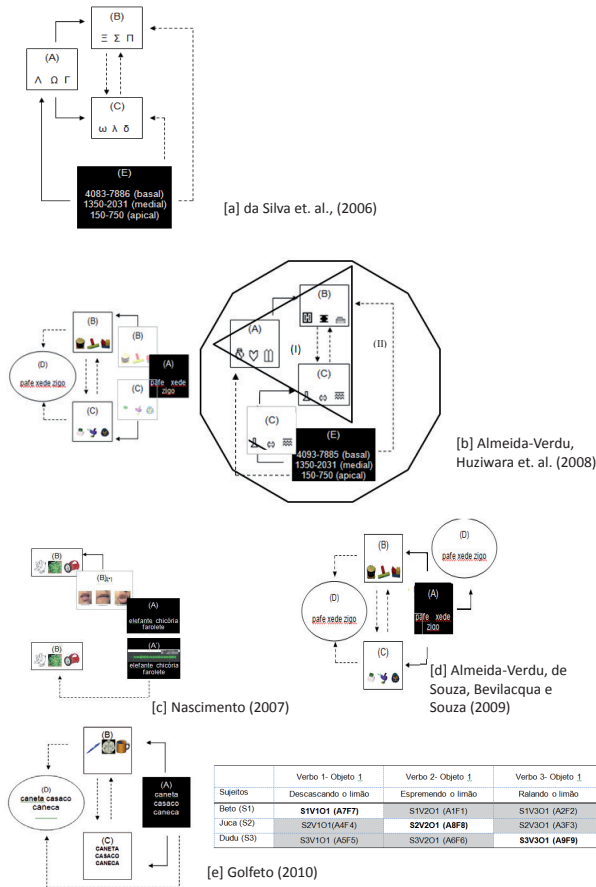


Figura 1 – Delineamentos experimentais dos estudos em controle de estímulos e reabilitação pelo implante coclear. Nos diagramas [a], [b], [c] e [d], quadrados com fundo branco representam estímulos visuais e com fundo preto representam estímulos auditivos. As elipses representam respostas de vocalização. As setas contínuas representam relações ensinadas e as setas intermitentes indicam relações testadas. No painel [e], à direita, as células sombreadas representam relações ensinadas e as células brancas na diagonal representam relações testadas.⁵

⁵ Imagens obtidas do site http://www.ines.gov.br/ines_livros/18/18_006.HTM, acesso em 24/09/2008; a imagem da extrema esquerda ilustra o movimento orofacial de /e/ (elefante), a imagem central ilustra o movimento orofacial de /f/ (farolete) e a imagem da extrema direita ilustra o movimento orofacial de /ch/ (chicória). As imagens apresentadas durante o ensino mostravam os movimentos orofaciais da palavra inteira (elefante, farolete e chicória, respectivamente).

O primeiro estudo verificou se o paradigma de equivalência poderia ser estendido para a investigação de funções simbólicas, em pessoas com implante coclear, durante as rotinas de *follow-up* após a cirurgia de implante (da Silva et al., 2006). Os autores investigaram a aquisição de discriminações condicionais e verificaram se os participantes formariam classes de equivalência com estímulos auditivos e visuais. Participaram do estudo duas crianças com surdez pré-lingual e dois adolescentes com surdez pós-lingual. Na primeira fase do experimento, era importante avaliar se os participantes aprendiam discriminações condicionais e se formavam classes. Para isso, foram empregados apenas estímulos visuais, para isolar possíveis dificuldades com a estimulação auditiva. Empregando o procedimento de escolha de acordo com o modelo (*matching-to-sample*), foram ensinadas discriminações condicionais entre letras gregas (divididas em três conjuntos, A, B e C): AB e AC. Em seguida, foi testada a formação de classes de equivalência por meio das relações BC e CB (Painel [a], Figura 1). Todos os participantes adquiriram as discriminações condicionais diretamente ensinadas e demonstraram a formação de classes com estímulos visuais, mostrando que podiam responder simbolicamente.

A segunda fase do estudo introduziu estímulos auditivos: um *software* instalado em um computador conectado ao processador de fala dos participantes gerava estímulos elétricos que podiam ser enviados a três eletrodos, localizados em diferentes regiões da cóclea (basal, medial e apical). A estimulação elétrica de cada um desses eletrodos era, então, o estímulo modelo que condicionava a escolha de um dos estímulos visuais do Conjunto C, utilizado na fase anterior (relações EC, sendo E o conjunto de estímulos elétricos). Duas perguntas eram importantes: (1) os participantes aprenderiam as relações auditivo-visuais? (2) se ocorresse aprendizagem, os estímulos elétricos (auditivos) passariam a fazer parte das classes previamente formadas, isto é, poderiam exercer controle condicional para a seleção de estímulos dos Conjuntos A e B, com os quais não foram diretamente relacionados? Para avaliar as perguntas, foi ensinada a linha de base EC e avaliada a expansão de classes por meio dos testes EA e EB. Os dois adolescentes com surdez pós-lingual aprenderam as discriminações condicionais diretamente ensinadas, mas apenas um deles expandiu as classes, que passaram a ter quatro estímulos: $A_1B_1C_1E_1$,

$A_2B_2C_2E_2$, $A_3B_3C_3E_3$. As duas crianças com surdez pré-lingual, porém, não aprenderam discriminações condicionais entre os modelos auditivos e os estímulos de comparação visuais, embora tenham evidenciado a detecção dos estímulos elétricos. Os dados obtidos com os adolescentes pós-linguais mostraram a possibilidade de formação de classes de equivalência auditivo-visuais com deficientes auditivos implantados. Os resultados com as crianças sugeriam que o desempenho podia estar relacionado ao tipo de estímulo auditivo empregado. Mais especificamente, as crianças poderiam ter encontrado dificuldade em discriminar entre estímulos puramente elétricos, que diferiam apenas quanto à frequência, uma vez que a intensidade dos estímulos elétricos na cóclea era a mesma. Discriminações são mais fáceis quando os estímulos a serem discriminados diferem em muitas dimensões (Keller & Schoenfeld, 1950; Catania, 1999). Poderia ter sido mais fácil discriminar entre palavras faladas, por exemplo, uma vez que a fala humana se caracteriza por sons de diferentes frequências, intensidades, extensões (entre outros). Apesar da dificuldade inicial, o estudo apontou para a importância de se considerar o repertório de entrada de implantados (o período pré- ou pós-lingual define, de modo global, experiências muito diferentes com estímulos sonoros) e permitiu definir que crianças surdas pré-linguais implantadas poderiam constituir uma amostra valiosa para o estudo das origens da aprendizagem relacional envolvendo estímulos auditivos. A reduzida experiência auditiva, mas sem prejuízos cognitivos graves, restaurada pela tecnologia biomédica que restaura a função auditiva, possibilita o estudo sobre como estímulos sonoros adquirem funções simbólicas (ou se tornam símbolos para outros eventos ambientais). Estudos com essa população poderiam contribuir para esclarecer importantes aspectos relativos às origens da função simbólica, de modo geral.

A partir dos resultados e discussões ocasionados pelo estudo de da Silva et al. (2006), foi conduzido um novo conjunto de experimentos com crianças implantadas, pré- e pós-linguais (Almeida-Verdu et al., 2008b). Para investigar se a mudança na natureza do estímulo auditivo contribuiria para a formação de classes de equivalência auditivo-visuais, o Experimento I realizou uma replicação sistemática do delineamento da primeira fase do estudo de da Silva et al. (2006). O procedimento incluía as seguintes

diferenças em relação ao estudo original: os estímulos do Conjunto A eram sonoros (três pseudopalavras faladas), em vez de visuais; os Conjuntos B e C tinham estímulos visuais (três figuras abstratas coloridas em cada conjunto). Além disso, nas fases de ensino e de teste foram introduzidos novos procedimentos, em relação aos empregados no estudo prévio: foi realizado um pré-treino para ensinar a tarefa de selecionar um estímulo de comparação na presença de um modelo sonoro, um pré-teste das relações, modelagem de controle de estímulos durante o ensino das relações condicionais auditivo-visuais (AB e AC) e teste de nomeação de estímulos visuais (BD e CD). O delineamento geral é ilustrado no diagrama da esquerda, do Painel [b] da Figura 1. O procedimento de modelagem de controle de estímulos nas fases de ensino das relações condicionais auditivo-visuais envolveu o uso de estímulos modelo, compostos por uma figura e um som; a figura era igual ao estímulo comparação correspondente à palavra falada, significando que o participante podia começar respondendo sob controle da identidade entre as duas figuras. Uma tentativa era iniciada com três estímulos visuais de comparação e um estímulo visual como modelo: uma palavra falada era então sobreposta ao estímulo modelo visual. A sequência de tentativas iniciava-se com um *matching* de identidade e, ao longo de passos sucessivos de *fading out* do componente visual do modelo, transformava-se gradativamente em uma tentativa puramente auditivo-visual. Participaram deste primeiro experimento quatro crianças com surdez pós-lingual. Todos os participantes aprenderam as relações auditivo-visuais entre as palavras faladas e as figuras do Conjunto B (relações AB) e entre as mesmas palavras e as figuras do Conjunto C (relações AC). Todos eles também formaram classes de equivalência, como documentado pela emergência das relações BC e CB. Nos testes de nomeação (BD e CD, sendo D a vocalização dos participantes) todos os participantes nomearam corretamente os estímulos dos conjuntos B e C, o que significa que emitiam a mesma vocalização para ambos, confirmando, assim, que incluíam os dois estímulos visuais em uma mesma classe com a palavra a qual os dois foram relacionados na fase de ensino. Contudo, as palavras faladas pelos participantes não tinham correspondência ponto a ponto com a palavra ditada. Esse experimento documentou a formação de classes de equivalência auditivo-visuais em participantes com surdez pós-lingual. Além disso, os resultados serviram para validar o procedimento

com estímulos usualmente utilizados em investigações anteriores sobre equivalência de estímulos (de Rose, de Souza, & Hanna, 1996; Sidman & Tailby, 1982).

Com a evidência de que o procedimento e o delineamento adotados no Experimento 1 foram eficientes para demonstrar formação de classes de equivalência auditivo-visuais com crianças implantadas pós-linguais, o Experimento 2 teve por objetivo verificar se os resultados seriam replicados com crianças com surdez pré-lingual usuárias de implante coclear. Os três participantes aprenderam as relações diretamente ensinadas e formaram classes de equivalência com estímulos auditivos e visuais. Nos testes de nomeação, dois participantes emitiram a mesma vocalização (pseudopalavras) na presença dos estímulos B e C (evidência adicional de formação de classes), mas apenas um com correspondência ponto a ponto, mostrando dificuldade na fala (o que pode ser apenas falta de diferenciação da resposta ou uma dificuldade em discriminar claramente o som a ser reproduzido). Para um participante, foram necessárias algumas modificações no conjunto de palavras faladas para se obterem resultados positivos nos testes BC e CB. A primeira modificação consistiu na adoção de palavras trissílabas, isto é, de maior extensão, oferecendo mais elementos para a discriminação auditiva.

Para facilitar a aquisição, a segunda modificação consistiu em substituir as figuras do Conjunto B, de figuras abstratas para figuras com significado, que o participante relacionava à palavra falada (como no estudo de Sidman, 1971) e substituir as pseudopalavras do Conjunto A pelas palavras correspondentes às figuras do Conjunto B (leão, bola, carro). Nesse caso, os testes BC e CB mostraram que a participante estendeu a função exercida por esse conjunto de estímulos para os conjuntos de estímulos não representacionais do Conjunto C⁶, porém o desempenho em nomeação permaneceu baixo. Por exemplo: embora selecionasse a figura do leão e a figura abstrata correspondente, quando a palavra leão era ditada como modelo, e selecionasse uma dessas figuras quando a outra era modelo, a participante não conseguia dizer leão, diante de qualquer uma das duas figuras. O uso de modelagem de controle de estímulos parece ter favorecido a aprendizagem de relações condicionais auditivo-

⁶ Para maior detalhamento sobre de diferentes aspectos metodológicos, consultar Almeida-Verdu et al. (2008).

visuais e a formação de classes envolvendo estímulos auditivos e visuais com crianças implantadas pré-linguais, o que não havia ocorrido no estudo de da Silva et al. (2006), que empregou o procedimento bloqueado ou de discriminação condicional simples (Grow, Carr, Kodak, Jostad, & Kisamore, 2011). Outra possível razão para a diferença de desempenho demonstrada por crianças pré-linguais poderia estar no uso de palavras faladas como estímulos modelo, ao invés de estimulação auditiva elétrica gerada por computador.

Tendo demonstrado a aprendizagem de discriminações auditivo-visuais com implantados pré-linguais, estabelecemos os requisitos para explorar melhor as habilidades auditivas dessa população. O interesse no Experimento 3 foi verificar se crianças com surdez pré-lingual mostrariam o responder por exclusão. No contexto do pareamento com o modelo, o responder por exclusão ocorre espontaneamente quando uma tentativa inclui: (a) um estímulo de comparação experimentalmente indefinido (i.e., não definido, pelas contingências programadas, em relação a qualquer estímulo modelo); (b) um estímulo de comparação previamente definido; (c) um estímulo modelo indefinido (i.e., em relação a qualquer estímulo comparação). Portanto, o Experimento 3 avaliou a generalidade do procedimento de exclusão, concebido a partir do responder por exclusão, como uma alternativa para a aprendizagem sem erro (Dixon, 1977), para ensinar discriminações auditivo-visuais a crianças implantadas pré-linguais. O procedimento empregou o emparelhamento com o modelo entre palavras faladas e figuras. Como no Experimento 2, A era um conjunto de palavras faladas, B era um conjunto de figuras com significado e C era um conjunto de figuras abstratas. Inicialmente, o participante era exposto a um bloco curto (oito tentativas) em que o modelo era sempre o mesmo (a palavra ditada A1), assim como os estímulos de comparação (B1 e B2). Era apresentado *feedback* de acerto para a seleção de B1, mas não de B2. No bloco seguinte, o modelo mudava para A2, mas os estímulos de comparação continuavam sendo B1 e B2; neste caso, selecionar A2 (e não A1) produzia *feedback* de acerto. O participante podia selecionar B2 imediatamente, tanto se a relação A2B2 tivesse sido estabelecida antes do experimento como se ele excluísse o comparação B1. No terceiro bloco, as relações A1B1 e A2B2 eram misturadas, enquanto o terceiro estímulo

de comparação (B3) passava a ser apresentado simultaneamente com B1 e B2. Em seguida, a relação A3B3 era ensinada da mesma maneira, pela exclusão de B1 ou B2, e as três relações passavam a ser misturadas. O mesmo procedimento foi empregado para ensinar as relações AC. É importante notar que essas relações eram inteiramente arbitrárias, no sentido de que envolviam formas abstratas (os estímulos C), sem qualquer história pré-experimental. A aprendizagem sem erro das relações A2C2 e A3C3 só poderia ocorrer se a criança excluísse o estímulo de comparação previamente definido (pelas contingências) na primeira tentativa do bloco em que o estímulo modelo mudava (de A1 para A2 ou de A2 para A3). Quando a criança aprendia as três relações AC, elas eram misturadas com as relações AB em um mesmo bloco de tentativas; depois de alcançado o critério de aprendizagem, as respostas passavam a ser reforçadas em esquema intermitente (RR2), em preparação para os testes de formação de classes (BC e CB) e de nomeação dos estímulos B e C. As três crianças com surdez pré-lingual que participaram deste experimento mostraram pronta aprendizagem por exclusão e imediata formação de classes de equivalência. Nos testes de nomeação, um participante apresentou 100% de acertos, mas os outros dois obtiveram escores baixos e intermediários, replicando os resultados dos experimentos prévios.

No conjunto, os resultados desses estudos mostraram que a formação de classes possibilitava o ouvir com compreensão, isto é, os sons adquiriram significado. Porém, produzir fala sob controle desses estímulos (nomear as figuras ou o operante de tato) é outro repertório, e os estudos evidenciaram que seu desenvolvimento requer outras condições, além daquelas envolvidas nos procedimentos utilizados.

O aprimoramento dos procedimentos, graças aos quais foi possível ensinar discriminações condicionais envolvendo palavras faladas como modelo auditivo, sugeriu a possibilidade de se reavaliar o ensino de discriminações condicionais auditivo-visuais com estímulos puramente elétricos. O Experimento 4 investigou se o fato de levar cuidadosamente a criança a atentar para o estímulo auditivo (por estimulação elétrica na cóclea) resultaria em aprendizagem relacional e simbólica. O arranjo experimental seguiu o mesmo delineamento relatado por da Silva et al.(2006), isto é, primeiramente ensinou relações puramente visuais (AB e

AC) e verificou a formação de classes, para então ensinar relações auditivo-visuais (EC – E designa o conjunto de estímulos elétricos na cóclea) e verificar a expansão de classes (EA e EB). No entanto, o procedimento de ensino começou com um modelo composto (som e figura) e prosseguiu com o *fading out* do componente visual do modelo, promovendo assim a transferência de controle da dimensão visual (identidade entre modelo e comparação) para a dimensão puramente auditiva do modelo, ao longo do ensino das relações condicionais auditivo-visuais (EC). A partir desta linha de base, foi avaliada a emergência de novas relações também auditivo-visuais (EA e EB), como mostra o diagrama à direita, no Painel [b] da Figura 1. As seis crianças que participaram deste estudo, com surdez pré-lingual e usuárias de implante, aprenderam as discriminações condicionais com estímulos visuais e formaram as classes visuais, algumas com emergência imediata e outras com emergência atrasada. No ensino de discriminações condicionais auditivo-visuais com estímulos puramente elétricos na função de estímulos auditivos (uma vez que, ao estimularem o nervo auditivo, produzem sensação auditiva), o procedimento de modelagem de controle de estímulos promoveu a aprendizagem (embora com certo número de erros), e cinco dos seis participantes expandiram as classes, relacionando imediatamente os estímulos visuais dos conjuntos A e B aos respectivos estímulos elétricos apresentados na cóclea. Comparados os resultados dos experimentos que usaram palavras como estímulos sonoros, a aquisição das discriminações neste Experimento 4 (Almeida-Verdu et al., 2008b) foi mais demorada e mais difícil. Por outro lado, em relação ao estudo de da Silva et al. (2006), foi possível mostrar que, uma vez obtida a aprendizagem de discriminações auditivo-visuais (não alcançada no estudo anterior), por meio da modelagem de controle de estímulos, se formam as classes de equivalência, envolvendo estímulos puramente elétricos e estímulos visuais. Essa conclusão converge com a encontrada na análise de resultados negativos de formação de classes por indivíduos com autismo: a dificuldade parece residir não na formação de classes, mas na aprendizagem de discriminações auditivo-visuais. Superada essa barreira, as classes se formam (Gomes, Varella, & de Souza, 2010).

Com base nos sólidos resultados do estabelecimento de função simbólica para estímulos elétricos (auditivos) em crianças implantadas pré-

linguais, novas investigações foram e estão sendo conduzidas, voltadas para o ensino e a avaliação de habilidades auditivas, principalmente percepção e produção de fala, a partir da estimulação elétrica. Esse programa de pesquisas busca gerar conhecimento sobre: as condições em que estímulos recebidos pelo implante coclear adquirem função simbólica; e variáveis e procedimentos que favorecem a produção de fala inteligível, especialmente a nomeação de estímulos ou eventos (ou tato), que deve ocorrer sob controle de tais eventos, mas cuja topografia deve ficar sob controle de palavras faladas, conforme as relações convencionadas pela comunidade verbal. O programa de pesquisas também busca o desenvolvimento de tecnologias de ensino para a (re) habilitação de audição (via implante coclear) e da fala com crianças com surdez pré-lingual.

Uma destas investigações, realizada por Gaia (2005), teve como objetivo descrever o desenvolvimento do comportamento verbal de crianças implantadas, ao longo de 18 meses. Foram realizadas três avaliações sucessivas, iniciadas pouco tempo após a ativação do dispositivo eletrônico e conduzidas com um intervalo de, aproximadamente, cinco meses entre uma avaliação e outra. Em cada avaliação foram medidos: o reconhecimento de palavras - estabelecimento de relações condicionais auditivo-visuais com palavras convencionais; o comportamento ecoico; e a nomeação de figuras. Os participantes apresentaram progressos ao longo das avaliações, ocorrendo melhoras progressivas no reconhecimento de palavras, o que indica discriminação de palavras e estabelecimento de relações entre palavras faladas e figuras correspondentes. Entretanto, nos repertórios expressivos como o comportamento ecoico e a nomeação de figuras, os progressos foram poucos (esse dado sobre nomeação também foi encontrado nos estudos de Almeida-Verdu et al., 2008b).

Há várias evidências empíricas na literatura sobre a independência funcional entre operantes verbais, dentre eles o ouvir e o falar (Cuvo & Riva, 1980; Eikeseth & Nasset, 2003; Guess, 1969; Mcmorrow, Foxx, Faw, & Bittle, 1987). Essa literatura tem demonstrado que o ensino do ouvir não é condição suficiente para a aprendizagem do falar, mas que tanto o ouvir quanto o falar são aprendidos após condições de ensino particulares. Considerando as expectativas de que após o implante a pessoa não apenas aprenda a ouvir, mas que também aprenda a falar de

modo a ser compreendida por quem a ouve, fica clara a necessidade de se continuar investigando a aquisição dos comportamentos relacionados ao ouvir e as condições que podem favorecer a aprendizagem das respostas verbais envolvidas na nomeação de eventos, com correspondência ponto a ponto com os modelos apropriados, de acordo com as convenções da comunidade verbal.

Com o propósito de desenvolver novas tecnologias de avaliação e ensino de desempenhos auditivos e verbais para pessoas com deficiência auditiva que receberam implante coclear, Nascimento (2007) desenvolveu, aplicou e avaliou um programa de ensino de reconhecimento auditivo de palavras e sentenças para a reabilitação auditiva de usuários de implante coclear (Painel [c], Figura 1). Cinco crianças com surdez pré-lingual, usuárias de implante coclear, realizaram a tarefa de selecionar um estímulo de comparação visual (palavra ou sentença escrita) diante do modelo auditivo ditado (palavra ou sentença ditada). O procedimento de ensino tinha 15 blocos com 18 tentativas cada; cada bloco expunha o participante ao ensino de um conjunto de três palavras/sentenças novas em uma linha de base que acumulava sentenças anteriores; o critério de passagem de um ensino para outro era três acertos consecutivos, nas três últimas apresentações de cada palavra ou sentença nova. Os estímulos, familiares e não familiares totalizavam 45 palavras e 45 sentenças. O reconhecimento auditivo de palavras e sentenças em situação de silêncio e ruído foi avaliado antes e após o programa de ensino. Na situação de silêncio, quatro dos cinco participantes apresentaram um aumento nos índices de reconhecimento de palavras e de sentenças. Em situação de ruído, os cinco participantes tiveram melhoras em ambos os índices. O bom desempenho em reconhecimento de palavras e de sentenças na situação de ruído indica que, para essa população, as habilidades auditivas podem ser ampliadas.

Alguns estudos sugerem que o ensino de compreensão de palavras facilita a produção da fala, enquanto outros sugerem que a produção pode preceder a compreensão (Petursdottir & Carr, 2011); portanto, ainda é preciso investigar as relações entre esses repertórios e suas variáveis de controle. Outros estudos demonstram que o ensino do repertório verbal ecoico pode ser um procedimento de ensino efetivo de repertórios de linguagem, sobretudo de nomeação, em pessoas com desenvolvimento

típico e com diferentes níveis de desempenho cognitivo (Eikeseth & Nasset, 2003; McMorrow et al., 1987). Por exemplo, a ecolalia de duas jovens com déficit intelectual severo foi colocada sob controle de um estímulo visual por um procedimento que combinava uma pista verbal (“espere”), seguida por uma pista para nomear uma fotografia, aproveitando a resposta ecolálica. Ambas as jovens passaram a usar funcionalmente o repertório vocal na nomeação (McMorrow et al., 1987). Eikeseth e Nasset (2003) mostraram melhora na articulação de crianças com desordens fonológicas: quando estas realizavam imitação vocal (ecoico), transferiam essa aprendizagem para outras classes verbais, como nomeação de objetos (tato) e conversação.

Considerando esses estudos e a dificuldade de usuários de implante coclear em emitir repertório vocal com correspondência ponto a ponto, com palavras que aprenderam a ouvir em ensino de discriminações auditivo-visuais, realizamos um estudo com o objetivo de verificar se o ensino de comportamento ecoico combinado com o ensino de relações condicionais favoreceria a emergência da nomeação, com correspondência ponto a ponto (Almeida-Verdu, de Souza, Bevilacqua & Souza, 2009). Em uma primeira condição, a emissão de comportamento ecoico (repetição de palavras) era requerida durante o ensino das relações condicionais entre palavra falada e figura. Em uma segunda condição, a repetição de palavras era solicitada antes do ensino das relações entre palavra falada e figura. Como ilustrado na Figura 1 (Painel [d]), foram ensinadas relações entre palavra falada (convencional) e a figura correspondente (AB). Em um segundo momento, as mesmas palavras faladas eram relacionadas a figuras abstratas (AC). O teste de formação de classes avaliava se a criança relacionava as figuras convencionais com as abstratas e *vice-versa* (BC e CB). Testes de nomeação foram realizados antes e depois do procedimento de ensino para verificar se os participantes nomeavam as figuras convencionais e abstratas com o mesmo nome e mostravam maior correspondência ponto a ponto que nos estudos anteriores. Os resultados foram positivos para as duas questões: os participantes aprenderam a relação entre uma mesma palavra ditada para duas figuras distintas, formaram classes de equivalência entre esses estímulos e tiveram mais acertos em nomeação nos pós-testes do que nos pré-testes. A sequência em que as condições de ensino e teste foram conduzidas permitiu verificar que o repertório de nomear foi estabelecido

somente após um ensino sistemático e programado da imitação vocal ou comportamento ecoico. Esse resultado fica ainda mais fortalecido quando se considera que, no estudo anterior (Almeida-Verdu et al., 2008b), os participantes não demonstraram desempenhos em nomeação compatíveis com seus pares ouvintes. Naquele estudo, o desempenho de vocalizar foi apenas avaliado (e não diretamente ensinado) para verificar se emergia por derivação do ensino de discriminações auditivo-visuais.

Com a finalidade de ampliar o vocabulário de crianças implantadas com surdez pré-lingual, Golfeto (2010) realizou três estudos. No primeiro estudo foram ensinadas discriminações condicionais entre palavras faladas e figuras (ensino das relações condicionais AB) e entre palavras faladas e palavras impressas (ensino das relações condicionais AC), como representado na Figura 1 (Painel [e], à esquerda). Duas adolescentes com longo período de privação sensorial e implante tardio aprenderam vários conjuntos de relações auditivo-visuais e formaram classes de estímulos equivalentes, progredindo da aprendizagem de palavras convencionais até a de relações entre pseudopalavras e figuras abstratas. O Estudo 2 investigou os efeitos do ensino de um “currículo” de discriminações condicionais entre palavras ditadas e figuras e entre palavras ditadas e impressas, sobre a emergência de leitura de palavras e nomeação de figuras, em crianças em fase de alfabetização. Foram empregados vários conjuntos de estímulos, cada um com três elementos; sondas de comportamento ecoico e de nomeação e testes de formação de classes foram realizados após o ensino de cada conjunto. Um delineamento de linha de base múltipla entre os conjuntos avaliou os efeitos do procedimento de ensino com cada participante individualmente, ao final de cada passo de ensino. Para isso, testes de nomeação das palavras (ou letras) e de figuras foram realizados antes e depois do ensino de cada passo. Portanto, o procedimento ensinava respostas de seleção, sob controle condicional de estímulos auditivos, mas o foco da avaliação era a emergência de repertórios derivados do que foi ensinado: a formação de classes de equivalência e a nomeação das figuras e das palavras impressas. Cinco dos sete participantes aprenderam as relações condicionais e mostraram emergência de novas relações (formação de classes) em tarefas de seleção; porém, na produção de fala (comportamento ecoico e nomeação de figuras e de palavras impressas),

os escores foram mais baixos. Apesar disso, quatro dos sete participantes nomearam corretamente as figuras e os estímulos impressos em pelo menos metade das oportunidades. Nas ocasiões em que as vocalizações foram consideradas incorretas, encontraram-se dois tipos de erros: vocalizações que não faziam correspondência ponto a ponto com a palavra considerada correta; ou vocalizações sob controle semântico, como: nomear FIVELA como CINTO ou como MULETA, nomear NAVIO como BARCO, nomear BIGODE como BARBA.

No Estudo 3 foi ampliado o tamanho da unidade que os participantes deveriam discriminar e verbalizar: foram ensinadas discriminações condicionais entre sentenças ditadas e cenas apresentadas por meio de videoteipe. As sentenças apresentavam sujeito, verbo e objeto. O ensino das diferentes sentenças envolveu combinações entre elementos com sobreposição (por exemplo, Beto está descascando o limão; Beto está ralando o limão; Juca está descascando o limão), buscando favorecer a generalização recombinativa (Goldstein, 1983; Muller, Olmi, & Saunders, 2000; Suchowierska, 2006). O diagrama do procedimento é mostrado na Figura 1 (Painel [e], à direita). Os participantes aprenderam as relações condicionais, demonstraram generalização recombinativa e produziram fala compreensível na emissão de sentenças.

De maneira geral, os resultados indicaram o potencial dos participantes para a aprendizagem envolvendo estímulos auditivos complexos e extensos e a eficácia dos procedimentos de ensino para a (re)habilitação de usuários de implante. A persistência da defasagem na produção de fala em relação à compreensão sugere questões importantes sobre a ontogenia dos repertórios de ouvinte e de falante (Skinner, 1957).

Os resultados obtidos nos estudos sobre formação de classes de equivalência envolvendo indivíduos deficientes auditivos (adolescentes e crianças) pós e pré-linguais com implante coclear mostram que a estimulação elétrica direta ou convertida a partir do sinal sonoro pode compartilhar de relações simbólicas, e que a nomeação pode ocorrer quando o ensino de ecoico precede a aprendizagem de relações auditivo-visuais ou quando são estabelecidas relações entre a palavra falada e a palavra impressa.

No que concerne à estimulação elétrica para gerar percepção auditiva, um aspecto que pode comprometer a aquisição de função simbólica é a qualidade da programação do implante, a qual depende de procedimentos eficientes para a obtenção de medidas de limiar e conforto elétrico (mapeamento de eletrodos). Como somente o indivíduo implantado tem acesso à estimulação elétrica, a programação do implante coclear é altamente dependente da experiência auditiva e de habilidades orais pré-implante. Por isso, implantados acometidos pela surdez pré-lingual e com pouca experiência auditiva antes da implantação podem ter dificuldade em fornecer informações sobre a sensação auditiva produzida pela estimulação elétrica, inviabilizando a confiabilidade de medidas obtidas a partir de relato oral em testes clínicos (Clark et al., 1997). Como alternativa, usam-se respostas fisiológicas a estímulos elétricos para estimar limiares e valores mínimos e máximos de corrente elétrica, uma vez que tais respostas independem das habilidades dos implantados em relatar as sensações auditivas produzidas pela estimulação elétrica. Essas respostas podem ser eliciadas no tronco cerebral auditivo (e. g., Thai-van et al., 2007) e no nervo auditivo (e.g., Brotos, Dijk, & Killian, 2006) e permitem estimar o limiar e máximo conforto auditivo. Outra resposta possível de ser eliciada é o reflexo estapediano (uma contração do músculo estapédio, por ocasião de ruído intenso) produzido no ouvido médio, que possibilita somente estimativas de máximo conforto (Caner, Olgun, Gultekin, & Balaban, 2007). Contudo, uma dificuldade com essas respostas é a ausência de comprovação inquestionável de correspondência com a sensação auditiva produzida pelo estímulo elétrico, o que deixa dúvidas e torna difícil a tomada de decisão nos procedimentos de programação e ajuste do implante.

Tendo em vista essas dificuldades, nosso grupo investiu esforços para o desenvolvimento de um procedimento operante para medir o limiar ao estímulo elétrico na cóclea (da Silva, de Souza, Bevilacqua, Kimura, & Lopes, 2011a; da Silva, de Souza, Bevilacqua, & Lopes., 2011b). Foram empregados procedimentos de controle de estímulos para desenvolver relações funcionais entre a presença do estímulo elétrico e produção de respostas motoras (não orais). O uso de consequência reforçadora para respostas na presença do estímulo, combinado com a extinção da resposta

na ausência do estímulo, permitia estabelecer e manter a discriminação auditiva. O procedimento incluía uma fase para estabelecer as relações funcionais entre resposta e estimulação elétrica e outra para avaliar o limiar auditivo. Ambas as fases foram concebidas com base em estudos que obtiveram medidas de limiar absoluto via procedimentos operantes. Entre esses estudos, alguns envolveram infra-humanos (e.g., Blough, 1958; Cleverger & Restrepo, 2006; Gerken & Sandlin, 1977; Langemann, Gauger, & Klump, 1997; Pfingst & Morris, 1993) e crianças pequenas com limitada capacidade de compreender instrução e emitir resposta oral (Fulton & Spradlin, 1971; Moore, Wilson, & Thompson, 1977; Primus & Thompson, 1985; Sinnott, Pisoni, & Aslin, 1983). Nesses estudos foram utilizados procedimentos de discriminação simples, em sua maioria do tipo *go/no*, para ensinar que a emissão de uma resposta motora (i.e., pressão a uma alavanca, movimento de cabeça, apertar um botão, entre outras) era seguida de uma consequência programada somente diante da presença de um estímulo antecedente (visual ou auditivo). Em seguida, mantendo essa contingência, alguma dimensão do estímulo era variada, produzindo alterações entre presença e ausência da resposta, que serviam como indicativos de limiar. Geralmente, essas variações no estímulo seguem o método psicofísico da escada (da Silva & Ribeiro, 2006; Gescheider, 1997; Levitt, 1968, 1971). Neste método são feitas variações ascendentes e descendentes (ou vice-versa) em alguma dimensão do estímulo, e a alteração de uma sequência para outra ocorre em função da mudança da resposta (reversão), de positiva para negativa (ou vice-versa), na mesma sequência. As variações na dimensão do estímulo podem ser feitas em unidades iguais ou diferentes e são exigidas de seis a oito reversões na resposta para se calcular um valor de limiar absoluto (e.g., Békésy, 1947; Blough, 1958; Buss, Hall, Grose, & Dev, 2000; Gray & Rubel, 1984). A partir dos dados desses estudos prévios, a avaliação operante de limiar auditivo, nos estudos de da Silva et al. (2011a, 2011b), empregou um procedimento de discriminação simples tipo *go/no go*, mantido em ambas as fases (ensino e teste), utilizando uma adaptação do método psicofísico da escada para variar a intensidade de corrente elétrica do estímulo na Fase de Teste. Os estudos de da Silva et al. (2011a, 2011b) avaliaram diversos parâmetros, como: quantidade de tentativas para ensinar as discriminações de linha de base; o uso ou não de pré-treino para ensinar a tarefa; o ensino das

discriminações começando pela estimulação ambiente (com o processador de fala ligado) e só depois introduzindo a estimulação diretamente na cóclea, versus iniciar por esta última modalidade; a unidade de mudança na intensidade do estímulo na fase de medida do limiar; a quantidade de eletrodos para os quais se mediu o limiar. Os procedimentos eram conduzidos por meio de microcomputador (o que torna possível sua padronização), e a consequência para respostas corretas era o acesso, por um curto período de tempo, a um desenho animado. De modo geral, quando aplicado com usuários de implante coclear, o procedimento operante possibilitou a tomada de medidas de limiar auditivo via procedimento operante com crianças implantadas pré-linguais, em uma faixa etária de quatro a seis anos. Replicando os resultados de outros estudos, verificou-se que os valores de limiar variam entre participantes (embora dentro de uma faixa de intensidade com limites bem definidos) e, em um mesmo participante, variam de um eletrodo para outro. Essas diferenças inter e intraindividuais mostram o quanto é importante dispor de procedimentos práticos, exequíveis e confiáveis para avaliar o limiar, na prática cotidiana de programação do implante coclear.

Recentemente, a cirurgia de implante coclear tem sido realizada em crianças surdas com menos de 12 meses de idade, tendo em vista a possibilidade de ganhos consistentes em habilidades relacionadas à aquisição e percepção da fala, em comparação a indivíduos implantados mais velhos (Anderson et al., 2004; Boons et al., 2012; Edward, Frost, & Witham, 2006; Valencia et al., 2008). Com isso, há necessidade de técnicas para programação do implante, que possibilitem alcançar medidas precisas em menor tempo possível, com essa população sem habilidades orais, que apresenta nível reduzido de desenvolvimento geral. Futuros estudos devem considerar procedimentos para crianças cada vez menores, que requeiram uma resposta motora bem evidente (p. ex. tocar um interruptor), que produzam, como consequência, o acionamento de um brinquedo colocado fora de seu alcance, para a medida de limiar. Procedimentos semelhantes estão de acordo com a literatura operante, que indica, para investigação envolvendo aprendizagem discriminativa com crianças pequenas, a necessidade do uso de respostas motoras simples, como apertar ou tocar botões com as mãos, movimentar a cabeça ou

pernas. Além disso, reforçadores devem conter elementos auditivos e visuais adequados aos interesses lúdicos de crianças (e.g. desenho animado, sons agradáveis, movimento de brinquedos) e as sessões precisam ser reduzidas, considerando que crianças pequenas perdem, facilmente, o interesse pelas tarefas experimentais (e.g., Darcheville, Rivièri, & Wearden, 1993; Gil, Oliveira, Sousa, & Faleiros, 2006; Kraebel, Fable, & Gerhardisten, 2004; Kraebel & Gerhardisten, 2006; Oliveira & Gil, 2008; Olsho, 1982; Simmons & Lipsitt, 1960; Sinnott & Aslin, 1985).

CONSIDERAÇÕES FINAIS

O relato dos estudos na seção anterior mostrou que duas linhas diferentes de pesquisa vêm se desenvolvendo na interface entre a Análise do Comportamento e a Audiologia: (1) o investimento no desenvolvimento de técnicas que auxiliem na avaliação operante de crianças sem repertório verbal desenvolvido durante os procedimentos de regulação do implante coclear; (2) a identificação de condições sob as quais crianças aprendem relações verbais, a partir de tarefas de seleção sob controle de estímulos auditivos, e derivam relações emergentes, com implicações tanto para a ampliação da base empírica para o paradigma de equivalência como modelo do funcionamento simbólico como para o desenvolvimento de tecnologias de ensino, aplicáveis à (re)habilitação auditiva da população estudada.

Considerando os avanços recentes nessas pesquisas, algumas questões são debatidas na área. Dados clínicos e experimentais têm revelado sistematicamente uma discrepância entre a aquisição de repertórios verbais receptivos, nas tarefas de seleção, e expressivos, nas tarefas de vocalização. O atraso maior na aquisição de fala ocasiona perguntas em duas esferas: uma relacionada a variáveis do organismo e das contingências para a aprendizagem de emissão vocal sob controle da fala humana; e outra sobre as relações entre esses dois repertórios, especialmente a questão da independência versus interdependência funcional (Greer & Ross, 2008; Skinner, 1957).

Estudos recentes vêm buscando identificar sob quais condições as relações de controle estabelecidas entre palavras ditadas, figuras e

palavras impressas se transferem para a vocalização ou, em outras palavras, quando a classe de estímulos equivalentes passa a funcionar como discriminativa para operantes verbais como o comportamento ecoico, o tato e o comportamento textual, também tratados como imitação vocal, nomeação de estímulos e leitura (Anastácio-Pessan, 2011; Catunda, 2010; Golfeto, 2010; Terra, 2011). Um resultado bastante regular é que, quando o implantado é um leitor competente, inicialmente, a palavra impressa exerce controle mais preciso sobre sua vocalização do que a figura; contudo, após o fortalecimento das classes de equivalência, o controle exercido pela palavra impressa se estende para a figura, tornando a vocalização mais inteligível em tarefas de nomeação. Para esses indivíduos, o uso de estímulo composto por palavra impressa e palavra falada pode ser uma importante estratégia para promover o comportamento ecoico e o tato, mas isto ainda precisa ser verificado empiricamente.

No que diz respeito aos procedimentos de regulagem do implante, são discutidas formas de se realizarem interfaces entre os procedimentos operantes para crianças que não desenvolveram repertório verbal e a programação do aparelho para regulagem dos eletrodos do implante coclear.

Essas propostas impõem desafios para a continuidade dos estudos. Por um lado, está bem estabelecido que a estimulação auditiva por meio do implante coclear pode adquirir significado e, portanto, que a aprendizagem envolvendo esse tipo de estimulação está sujeita aos mesmos princípios que regem a aprendizagem discriminativa e relacional em geral; por outro lado, ainda precisa ser esclarecida a aquisição de fala funcional, nas diferentes modalidades de operantes verbais. Essas são questões relevantes para a compreensão do desenvolvimento do comportamento verbal em geral, e não apenas de implantados. Em virtude das peculiaridades de repertório resultante da condição auditiva, a população que apresenta atraso de linguagem, mas sem prejuízos severos para a cognição, pode ser especialmente importante para esclarecer processos e o papel de variáveis relevantes pouco acessíveis à investigação quando as crianças são muito jovens.

Na continuidade das investigações, considera-se essencial: selecionar participantes com a mínima experiência auditiva (tão logo o implante seja ativado e esteja funcionando regularmente, de acordo com

critérios médicos); investigar a aprendizagem relacional e o desenvolvimento da fala como função de variáveis, como o tempo de privação sensorial antes do implante coclear; e investigar, ainda, a qualidade do *input* recebido e a interação entre essas e outras variáveis (de Souza et al., 2008).

REFERÊNCIAS

- Allum, D. J. (1996). *Cochlear implant rehabilitation in children and adults*. San Diego, CA: Singular Publishing Group, Inc.
- Almeida-Verdu, A.C.M. (2002). O enfoque comportamental na pesquisa em processos perceptuais auditivos: aproximação entre a audiologia e a análise do comportamento (Aplicada). *Arquivos Brasileiros de Psicologia*, 6, 223-232.
- Almeida-Verdu, A. C. M., da Silva, W. R., & Golfeto, R. M. (2008a). Linguagem e comportamento verbal em surdos implantados: revisão da literatura e perspectivas de estudos. *Anais do Congresso Brasileiro de Educação Especial*. São Carlos, SP, 3.
- Almeida-Verdu, A. C. M., Huziwara, E. M., de Souza, D. G., de Rose, J. C., Bevilacqua, M. C., Lopes J., Jr., Alves, C. O., & McIlvane, W. J. (2008b). Relational learning in children with deafness and cochlear implants. *Journal of the Experimental Analysis of Behavior*, 89, 407-424.
- Almeida-Verdu, A. C. M., de Souza, D. G., Bevilacqua, M. C., & Souza, F. C. (2009). Imitação vocal e nomeação de figuras em deficientes auditivos usuários de implante coclear: estudo exploratório. *Revista Brasileira de Análise do Comportamento*, 5, 63-78.
- Anastácio-Pessan, F. L. A. (2011). *Evolução da nomeação após a aquisição de relações auditivo-visuais envolvendo figuras, palavras escritas e sílabas em deficientes auditivos implantados*. Dissertação de mestrado, Faculdade de Ciências, Universidade Estadual Paulista, Bauru, SP, Brasil.
- Anderson, I., Weichbold, V., D'Haese, P. S. C., Szuchnik, J., Quevedo, M. S., Martin, J., Dieler, W. S., & Phillips, L. (2004). Cochlear implantation in children under the age of two: What do the outcomes show us? *International Journal of Pediatric Otorhinolaryngology*, 68, 425-431.
- Békésy, G. V. (1947). A new audiometer. *Acta Oto-laryngologica*, 35, 411-422.
- Bento, R. F., Brito, R. V., Sanchez, T. G., & Castilho, A. M. (2002). Técnica cirúrgica para implante coclear. *Arquivos Internacionais de Otorinolaringologia*, 6, 190.

- Bevilacqua, M. C. (1998). *Implante coclear multicanal: Uma alternativa na habilitação de crianças surdas*. Tese de livre docência, Faculdade de Odontologia de Bauru, Universidade de São Paulo, Bauru, SP, Brasil.
- Bevilacqua, M. C., Costa, O. A., Filho, & Souza Freitas, J. A. (1998). *O som e o silêncio*. [CD-ROM]. Bauru, SP: Fundação para o Estudo e Tratamento das Deformidades Crânio-Faciais, Universidade de São Paulo.
- Bevilacqua, M. C., Costa, O. A., Filho, & Moret, A. L. M. (2003). Implante coclear em crianças. In A. H. Campos, & O. O. Costa (Eds.), *Tratado de otorrinolaringologia*. (pp. 268-277). São Paulo: Roca.
- Bevilacqua M. C., & Moret, A. L. M. (2005). *Deficiência auditiva: conversando com familiares e profissionais da saúde*. São José dos Campos, SP: Pulso.
- Blough, D. (1958). A method for obtaining psychophysical threshold from the pigeon. *Journal of the Experimental Analysis of Behavior*, 1, 31-43.
- Boons, T., Brokx, J. P. L., Dhooge, I., Frijns, J. H. M., Peeraer, L., Vermeulen, A., Wouters, J., & Wieringen, A. (2012). Predictors of spoken language development following pediatric cochlear implantation. *Ear & Hearing*, 33, 627-639.
- Brotos, A., Dijk, B., & Killian, M. (2006). An automated system that measures ECAP threshold with de Nucleus Freedom cochlear implant via machine intelligence. *Artificial Intelligence in Medicine*, 40, 15-28.
- Buss, E., Hall, J. W., Grose, J. H., & Dev, M. B. (2000). A comparison of threshold estimation methods in children 6-11 years of age. *Journal of the Acoustical Society of America*, 109, 727-731.
- Caner, G., Olgun, L., Gultekin, G., & Balaban, M. (2007). Optimizing fitting in children using objective measures such as neural response imaging and electrically evoked stapedius reflex threshold. *Otology & Neurotology*, 28, 637-640.
- Catania, A. C. (1999). *Aprendizagem: comportamento, linguagem e cognição*. Porto Alegre: Artmed.
- Catunda, L. K. Q. (2010). *Efeito da ordem de ensino sobre a nomeação em deficientes auditivos implantados cocleares após a aquisição de diferentes relações auditivo-visuais: figuras, palavras escritas e sílabas*. Relatório de pesquisa (Apoio Técnico). FAPESP, Processo nº 04742-3/2010.
- Clark, G. M., Black R., Foster I. C., Patrick, J. F., & Tong Y. C. (1978). Design criteria of a multiple-electrode cochlear implant hearing prosthesis. *Journal of the Acoustical Society of America*, 63, 631-633.

- Clark, G. M., Cowan, R. S. C., & Dowell, R. C. (1997). Speech processor programming. In G. M. Clark, R. S. C. Cowan, & R. C. Dowell, *Cochlear implantation for infants and children: Advances* (pp. 149-170). San Diego, CA: Singular Publishing Group. Inc.
- Clevenrger, A. M., & Restrepo, D. (2006). Evaluation of the validity of a maximum likelihood adaptive stair case procedure for measurement of olfactory detection threshold in mice. *Chemical Senses*, 31, 9-26.
- Cuvo, A. J., & Riva, M. T. (1980). Generalization and transfer between comprehension and production: A comparison of retarded and nonretarded persons. *Journal of Applied Behavior Analysis*, 13, 315-331.
- Darcheville J. C., Rivièri, V., & Wearden J. H. (1993). Fixed-interval performance and self-control in infants. *Journal of the Experimental Analysis of Behavior*, 60, 239-254.
- da Silva, J. A., & Ribeiro, N. P., Filho. (2006). *Avaliação e mensuração de dor: Pesquisa, teoria e prática. (Assessment and measurement of pain: research, theory, and practice)*. Ribeirão Preto, SP: FUNPEC Editora.
- da Silva, W. R. (2005). *Avaliação de limiar e máximo conforto auditivo através de procedimentos operantes com crianças surdas pré-linguais submetidas a implante coclear*. Tese de doutorado, Universidade Federal de São Carlos, São Carlos, SP, Brasil.
- da Silva, W. R., de Souza, D. G., Bevilacqua, M. C., de Rose, J., & McIlvane, W. J. (2006). Relational learning in children with cochlear implants. *Experimental Analysis of Human Bulletin*, 24, 1-8.
- da Silva, W. R., de Souza, D. G., Bevilacqua, M. C., Kimura, M. Y. T., & Lopes Jr., J. (2011a). Medidas operantes de limiar auditivo em crianças. *Psicologia: Reflexão e Crítica*, 24, 355-366.
- da Silva, W. R., de Souza, D. G., Bevilacqua, M. C., & Lopes, J., Jr. (2011b). Operant measurement of auditory threshold in prelingually deaf users of cochlear implants: II. *Psychology & Neuroscience*, 4, 89-102.
- de Rose, J. C. (1993). Classes de estímulos: implicações para uma análise comportamental da cognição. *Psicologia: Teoria e Pesquisa*, 9, 283-303.
- de Rose, J. C., de Souza, D. G., & Hanna, E. S. (1996). Teaching reading and spelling: Exclusion and stimulus equivalence. *Journal of Applied Behavior Analysis*, 29, 451- 469.
- de Souza, D. G., McIlvane, W. J., de Rose, J. C., Galvão, O. F., Hanna, E. S., Tomanari, G. Y., Almeida-Verdu, A. C. M., Bandini, C. S. M., Bandini, H. H. M., Barros, R. S., Carmo, J. S., Castro, J. M. O., Debert, P., Domeniconi, C.,

- Ferrari, C., Giacheti, C., Gil, M. S. C. A., Hübner, M. M. C., Melo, R. M., Monteiro, D., Oliveira, T. P., Ribeiro, M., Filho, Schelini, P., & Souza, C. B. A. (2008). *Aprendizagem relacional e função simbólica: pesquisa básica e aplicada*. Projeto de criação do Instituto Nacional de Ciência e Tecnologia, aprovado pelo Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico (Edital 15/2008 CT/CNPq/FNDCT/CAPES/FAPEMIG/FAPERJ/FAPESP).
- Dixon, L. S. (1977). The nature of control by spoken words over visual stimulus selection. *Journal of the Experimental Analysis of Behavior*, 27, 433-442.
- Edward, L. C., Frost, R., & Witham, F. (2006). Developmental delay and outcomes in pediatric cochlear implantation: Implications for candidacy. *International Journal of Pediatric Otorhinolaryngology*, 70, 1593-1600.
- Eikeseth, S., & Nasset, R. (2003). Behavioral treatment of children with phonological disorder: The efficacy of vocal imitation and sufficient-response-exemplar training. *Journal of Applied Behavior Analysis*, 36, 325-337.
- Erber, N. P. (1982). Use of the auditory numbers test to evaluate speech perception abilities of hearing-impaired children. *Journal of Speech and Hearing Disorders*, 45, 527-532.
- Ferrari, E. A. M., Toyoda, M. S. S., Faleiros, L., & Cerutti, S. M. (2001). Plasticidade neural: relações com o comportamento e abordagens experimentais. *Psicologia: Teoria e Pesquisa*, 17, 187-194.
- Frederigue, N. B. (2008). *Reconhecimento de padrões auditivos de frequência e de duração em crianças usuárias de implante coclear multicanal*. Tese de doutorado, Curso de Pós-graduação em Neurociências e Comportamento, Universidade de São Paulo, São Paulo, Brasil.
- Fulton, R. T., & Spradlin, J. E. (1971). Operant audiometry with severely retarded children. *International Journal of Audiology*, 10, 203-211.
- Gaia, T. F. (2005). *Diagnóstico de habilidades linguísticas e de funções simbólicas de estímulos auditivos em portadores de implante coclear*. Dissertação de mestrado em Educação Especial, Universidade Federal de São Carlos, São Carlos, SP, Brasil.
- Gerken, M. J., & Sandlin, D. (1977). Auditory reaction and absolute threshold in cat. *Journal of the Acoustical Society of America*, 61, 602-607.
- Gescheider, G.A. (1997). *Psychophysics: the fundamentals* (3rd edition). Mahwah, NJ: Lawrence Erlbaum.
- Gil, M. S. C. A., Oliveira, T.P., Sousa, N. M., & Faleiros, D. A. M. (2006). Variáveis no ensino de discriminação para bebês. *Psicologia: Teoria e Pesquisa*, 22, 143-152.

- Giraud, A. L., & Truy, E. (2002). The contribution of the visual areas to speech comprehension: A PET study in cochlear implants patients and normal-hearing subjects. *Neuropsychology*, *40*, 1562-1569.
- Goldstein, H. (1983). Training generative repertoires within agent-action-object miniature linguistic systems with children. *Journal of Speech and Hearing Research*, *26*, 76-89.
- Golfeto, R. M. (2010). *Compreensão e produção de fala em crianças com surdez pré-lingual usuárias de implante coclear*. Tese de doutorado, Universidade Federal de São Carlos, São Carlos, SP, Brasil.
- Gomes, C. G. S., Varella, A. A. B., & de Souza, D. G. (2010). Equivalência de estímulos e autismo: uma revisão de estudos empíricos. *Psicologia: Teoria e Pesquisa*, *26*, 729-737.
- Gray, L., & Rubel, E. W. (1984). Development of absolute thresholds in chickens. *Journal of the Acoustical Society of America*, *77*, 1162-1172.
- Greer, R. D., & Ross, D. E. (2008). *Verbal behavior analysis: Inducing and expanding new verbal capabilities in children with language delays*. Boston, MA: Pearson.
- Grow, L. L., Carr, J. E., Kodak, T. M., Jostad, C. M., & Kisamore, A. N. (2011). A comparison of methods for teaching receptive labeling to children with autism spectrum disorders. *Journal of Applied Behavior Analysis*, *44*, 475-498.
- Guess, D. A. (1969). A functional analysis of receptive language and productive speech: Acquisition of the plural morpheme. *Journal of Applied Behavior Analysis*, *2*, 55-64.
- Horne, P. J., & Lowe, C. F. (1996). On the origins of naming and other symbolic behavior. *Journal of the Experimental Analysis of Behavior*, *65*, 185-241.
- Keller, F. S., & Schoenfeld, W. N. (1950). *Principles of psychology: A systematic text in the science of behavior*. New York, NY: Century Psychology Series.
- Kraebel, K. S., Fable, J., & Gerhardstein, P. (2004). New methodology in infant operant kicking procedures: Computerized stimulus control and computerized measurement of kicking. *Infant Behavior & Development*, *27*, 1-18.
- Kraebel, K. S., & Gerhardisten, P. C. (2006). Three-months-old infants' object recognition across change in viewpoint using an operant learning procedure. *Infant Behavior & Development*, *29*, 11-23.
- Langemann, U., Gauger, B., & Klump, G. M. (1997). Auditory sensitivity in the great tit: Perception of signals in the presence and absence of noise. *Animal Behavior*, *56*, 763-769.

- Levitt, H. (1968). Testing for sequential dependencies. *Journal of the Acoustical Society of America*, 43, 65-69.
- Levitt, H. (1971). Transformed up-down methods in psychoacoustics. *Journal of the Acoustical Society of America*, 49, 467-477.
- Manrique, M., Cervera-Paz, F. J., Huarte, A., Perez, N., Molina, M., & García-Tapia, R. (1999). Cerebral auditory plasticity and cochlear implants. *International Journal of Pediatric Otorhinolaryngology*, 49, 193-197.
- McMorrow, M. J., Foxx, R. M., Faw, G. D., & Bittle, R. G. (1987). Teaching echolalic training: Language cues-pause-point labeling functional use of their verbal repertoires. *Journal of Applied Behavior Analysis*, 20, 11-22.
- Moore, J. M., Wilson, W. R., & Thompson, G. (1977). Visual reinforcement of head-turn responses in infants under 12 months of age. *Journal of Speech and Hearing Disorders*, 42, 328-334.
- Moret, A. M., Bevilacqua, M. C., & Costa Filho, O. A. (2007). Implante coclear: audição e linguagem em surdos pré-linguais. *Pró-Fono: Revista de Atualização Científica*, 19, 295-304.
- Morre, J. K., & Linthicum Jr., F. H. (2004). Auditory system. In: G. Paxino, & J. K. Mai (Eds.), *The human nervous system*, (pp. 1241-1278). San Diego, CA: Elsevier.
- Mueller, M. M., Olmi, D. J., & Saunders, K. (2000). Recombinative generalization of within-syllable units in prereading children. *Journal of Applied Behavior Analysis*, 33, 515-531.
- Nascimento, L. T. (2007). *Programa computacional de ensino de habilidades auditivas*. Tese de doutorado em Educação Especial, Universidade Federal de São Carlos, São Carlos, SP, Brasil.
- Nicolelis, M. A. L. (2003). Brain-machine interfaces to restore motor function and probe neural circuits. *Nature: Reviews Neuroscience*, 4, 417-422.
- Oliveira, D. O. (2005). *A utilização dos paradigmas de Drash e Tudor (1993) na condução do desenvolvimento verbal de uma criança de 5 anos*. Dissertação de mestrado, Programa de Estudos Pós-Graduados em Psicologia Experimental: Análise do Comportamento, Pontifícia Universidade Católica de São Paulo, São Paulo, Brasil.
- Oliveira, T. P., & Gil, M. S. C. A. (2008). Condições experimentais facilitadoras para a aprendizagem de discriminação por bebês. *Psicologia: Teoria e Pesquisa*, 24, 5-18.

- Olsho, W. L. (1982). Preliminary data on frequency discrimination. *Journal of the Acoustical Society of America*, 71, 509-511.
- Petursdottir, A. I., & Carr, J. E. (2011). A review of recommendations for sequencing receptive and expressive language instruction. *Journal of Applied Behavior Analysis*, 44, 859-876.
- Pfingst, B., E., & Morris, D. J. (1993). Stimulus features affecting psychophysical detection thresholds for electrical stimulation of the cochlea. II: Frequency and interpulse interval. *Journal of the Acoustical Society of America*, 94, 1287-1294.
- Primus, A. M., & Thompson, G. (1985). Response strength of young children in operant audiometry. *Journal of Speech and Hearing Research*, 28, 539-547.
- Rizzi, F. M. L., & Bevilacqua, M. C. (2003). Efeito do número e localização dos eletrodos na cóclea na percepção da fala de indivíduos pós-linguais implantados. *Revista Brasileira de Otorrinolaringologia*, 69, 364-369.
- Ryugo, D. K., Limb, C. J., & Redd, E. R. (2000). Brain plasticity: The impact of the environment on the brain as it relates to hearing and deafness. In J. K. Niparko, I. Kirk, N. K. Mellon, A. M. Robbins, D. L. Tucci, & B. S. Wilson (Eds.), *Cochlear implant: Principles and practice*. (Chap. 2, pp. 19-37). Philadelphia, PA: Lippincott, Williams & Wilkins.
- Shapiro, W. H., (2000). Device programming. In S. B. Waltzman & N. Cohen (Eds.), *Cochlear implant* (pp. 185 -207). New York, NY: Medical Publishers.
- Sidman, M. (1971). Reading and auditory-visual equivalences. *Journal of Speech and Hearing Research*, 14, 5-13.
- Sidman, M. (1994). *Equivalence relations and behavior: A research story*. Boston, MA: Authors Cooperative, Inc.
- Sidman, M., & Tailby, W. (1982). Conditional discrimination vs. matching to sample: An expansion of the testing paradigm. *Journal of the Experimental Analysis of Behavior*, 37, 5-22.
- Simmons M. W., & Lipsitt, L. P. (1960). An operant discrimination apparatus for infants. *Journal of the Experimental Analysis of Behavior*, 4, 233-235.
- Simmons, F. B., Epley, J. M., Lummis, R.C., Guttman, N., Frishkopf, L. S., Harmon, L. D., & Zwicker, E. (1965, April, 2). Auditory nerve: Electrical stimulation in man. *Science*, 148, 104-106.
- Sinnott, J. M., Pisoni, D. B., & Aslin, R., N. (1983). A comparison of pure tone auditory thresholds in human infants and adults. *Infant Behavior & Development*, 6, 3-17.

- Sinnott, J. M., & Aslin, R. N. (1985). Frequency and intensity discrimination in human infants. *Journal of the Acoustical Society of America*, 78, 1986-1992.
- Skinner, B. F. (1957). *Verbal behavior*. New York, NY: Appleton-Century-Crofts.
- Surchowierska, M. (2006). Recombinative generalization: Some theoretical and practical remarks. *International Journal of Psychology*, 41, 514-522.
- Terra, B. M. (2011). *Efeito da ordem de ensino sobre a nomeação em deficientes auditivos implantados cocleares após a aquisição de diferentes relações auditivo-visuais: palavras escritas, sílabas e figuras*. Relatório de pesquisa (Iniciação Científica). CNPQ, Processo nº 104887 2009-5.
- Thai-Van, H., Cozma, S., Bouitite, F., Disant, F., Truy, E., & Colett, E. (2007). The pattern of auditory brainstem response wave V maturation in cochlear implanted children. *Clinical Neurophysiology*, 118, 676-689.
- Valencia, D. M., Rimell, F. L., Friedman, B. J., Oblander, M. R., & Helmbrecht., J. (2008). Cochlear implant in infants less than 12 months of age. *International Journal of Pediatric Otorhinolaryngology*, 72, 767-773.