

# A Ciência da Linguagem

Explorações Analíticas em

*Aquisição, Processamento,  
Significação e Diversidade  
Linguística*

**Denilson P. de Matos  
Gustavo Lopez Estivalet  
Tiago Aguiar**  
(Orgs.)



Todos os direitos desta edição reservados à Pontes Editores Ltda.  
Proibida a reprodução total ou parcial em qualquer mídia  
sem a autorização escrita da Editora.  
Os infratores estão sujeitos às penas da lei.

PARECER E REVISÃO POR PARES  
Os capítulos que compõem esta obra foram submetidos  
para avaliação e revisados por pares.

---

---

**Dados Internacionais de Catalogação na Publicação (CIP)**

---

---

M433c Matos, Denilson Pereira de; Estivalet, Gustavo Lopez; Aguiar, Tiago (orgs.).  
A ciência da linguagem: explorações analíticas em aquisição, processamento,  
significação e diversidade linguística /  
Organizadores: Denilson Pereira de Matos, Gustavo Lopez Estivalet e Tiago Aguiar;  
Prefácio de Dermeval da Hora.  
1. ed. – Campinas, SP : Pontes Editores, 2024; figs.; tabs.; quadros; fotografias.

Inclui bibliografia.  
ISBN 978-85-217-0471-3.

1. Comunicação. 2. Fala. 3. Linguística.  
I. Título. II. Assunto. III. Organizadores.

---

---

Bibliotecário Pedro Anizio Gomes CRB-8/8846

**Índices para catálogo sistemático:**

1. Línguas e comunicação. 401.4  
3. Linguística. 410

# **A Ciência da Linguagem**

**Explorações Analíticas em**

*Aquisição, Processamento,  
Significação e Diversidade  
Linguística*

**Denilson P. de Matos  
Gustavo Lopez Estivalet  
Tiago Aguiar**  
(Orgs.)

Copyright © 2024 - Dos organizadores representantes dos colaboradores  
Coordenação Editorial: Pontes Editores  
Editoração: Eckel Wayne  
Capa: ACESSA Design  
Projeto de Capa: Jan Edson Rodrigues Leita  
Revisão: Laiza Silva

### Conselho Editorial:

**Angela B. Kleiman**  
(Unicamp – Campinas)

**Clarissa Menezes Jordão**  
(UFPR – Curitiba)

**Edleise Mendes**  
(UFBA – Salvador)

**Eliana Merlin Deganutti de Barros**  
(UEPN – Universidade Estadual do Norte do Paraná)

**Eni Puccinelli Orlandi**  
(Unicamp – Campinas)

**Glaís Sales Cordeiro**  
(Université de Genève - Suisse)

**José Carlos Paes de Almeida Filho**  
(UnB – Brasília)

**Rogério Tilio**  
(UFRJ – Rio de Janeiro)

**Suzete Silva**  
(UEL – Londrina)

**Vera Lúcia Menezes de Oliveira e Paiva**  
(UFMG – Belo Horizonte)

### PONTES EDITORES

Rua Dr. Miguel Penteadó, 1038 - Jd. Chapadão

Campinas - SP - 13070-118

Fone 19 3252.6011

[ponteseditores@ponteseditores.com.br](mailto:ponteseditores@ponteseditores.com.br)

[www.ponteseditores.com.br](http://www.ponteseditores.com.br)

Impresso no Brasil - 2024

## SUMÁRIO

PREFÁCIO	
PROLING: UMA HISTÓRIA DE SUCESSO.....	9
Dermeval da Hora	
APRESENTAÇÃO	
ACEPÇÃO, MOTIVAÇÕES E OBJETIVOS.....	15
AQUISIÇÃO DA LINGUAGEM E PROCESSAMENTO LINGUÍSTICO	
PALAVRAS INICIAIS .....	19
Gustavo Estivalet	
A MULTIMODALIDADE E AS IMPLICAÇÕES NA ENCEFALOPATIA CRÔNICA NÃO PROGRESSIVA .....	23
Andreza A. Polia	
Marianne C. B. Cavalcante	
Isabelle C. Delgado	
UM OLHAR MULTIMODAL SOBRE PERSPECTIVA NARRATIVA E INFERÊNCIAS NA LEITURA/ESCUITA DE HISTÓRIAS POR CRIANÇAS DE 3 E 4 ANOS EM AMBIENTE FAMILIAR .....	59
Fabrcio Alexandre da Silva	
Evangelina Maria Brito de Faria	
O LUGAR DA APRAXIA DE FALA NA INFÂNCIA NOS MODELOS TEÓRICOS DE PRODUÇÃO DA FALA .....	79
Julyane Feitoza Coêlho	
Gustavo Lopez Estivalet	
Giorvan Anderson dos Santos Alves	

CAIXA DE FERRAMENTAS DO (PSICO)LINGUISTA: PESQUISA,  
ESTÍMULOS, EXPERIMENTOS E ANÁLISES.....95  
Gustavo Lopez Estivalet

#### DIVERSIDADE E MUDANÇA LINGUÍSTICA

PALAVRAS INICIAIS .....115  
Denilson Pereira de Matos

ESTUDO MORFOLÓGICO E TIPOLÓGICO DAS LÍNGUAS XAVANTE E BORORO:  
MAIS EVIDÊNCIAS PARA AS RESPECTIVAS AFILIAÇÕES GENÉTICAS..... 121  
Carolina Coelho Aragon  
Fabrício Ferraz Gerardi  
Rosana Costa de Oliveira

USO TRATAMENTAL DO “DOUTOR/DOUTORA” EM UMA COMUNIDADE  
DE PRÁTICA JURÍDICA .....139  
Raíssa Teixeira Gouveia  
Rubens Marques de Lucena

AS CATEGORIAS NOMINAIS EM FUNCIONAMENTO NO TEXTO:  
UM ESTUDO DE MORFOSSINTAXE E SEMÂNTICA.....157  
Marta Anaísa Bezerra Ramos  
Camilo Rosa Silva

LA COMPLEJIDAD DE LA ESTRUCTURA ORACIONAL EN LAS REDES  
SOCIALES. UN ESTUDIO DE LAS RELACIONES INTERORACIONALES EN  
140/280 CARACTERES .....181  
Mabel Giammatteo  
Augusto M. Trombetta  
Denilson P. de Matos

CARACTERÍSTICAS VOCAIS DA FALA DE TELEOPERADORES DE  
EMERGÊNCIAS E A PERCEPÇÃO DE EMPATIA .....205  
Bárbara Tayná Santos Eugênio da Silva Dantas  
Sandra Madureira  
Zuleica Camargo  
Maria Fabiana Bonfim de Lima-Silva

CRENÇAS E ATITUDES LINGÜÍSTICAS DE SUJEITOS LGBTQIA+  
EM RELAÇÃO AO SEU PRÓPRIO FALAR .....223

André Luiz Souza-Silva  
Rubens Marques de Lucena

QUANDO A PROSÓDIA E A PRAGMÁTICA SE ENCONTRAM:  
POSSIBILIDADES DE PESQUISA E DESAFIOS PARA O ENSINO .....243

Carolina Gomes da Silva  
Manuella Carnaval

PODCAST: UM ITEM NET SUSCETÍVEL À COLETA DE USOS LINGÜÍSTICOS .....261

Raissa Goncalves de Andrade Moreira  
Denilson Pereira de Matos

#### LINGUAGEM, SENTIDO E COGNIÇÃO

PALAVRAS INICIAIS .....287

Tiago Aguiar

UM ENFOQUE COGNITIVO SOBRE AS DESCRIÇÕES ESPACIAIS NO  
PORTUGUÊS BRASILEIRO .....291

Jan Edson Rodrigues Leite  
Michele I. Feist

SE-LOCUTOR: UM CASO DE POLIFONIA ENUNCIATIVA .....317

Maria Eliane Gomes Morais  
Erivaldo Pereira do Nascimento

A CATEGORIZAÇÃO DA REFORMA TRABALHISTA NO GÊNERO CHARGE:  
UMA ANÁLISE SEMÂNTICO-COGNITIVA .....337

Luiz Henrique S. de Andrade  
Lucienne C. Espíndola

ANÁLISE ENUNCIATIVA DE DESIGNAÇÕES NAS PROVAS DE  
REDAÇÃO DO ENEM .....355

Ana Cecylia de Assis e Sá  
Mônica Mano Trindade Ferraz

A CONSTRUÇÃO DA CONTRA-ARGUMENTAÇÃO EM SENTENÇAS RETIFICADORAS PRESENTES NOS DISCURSOS DOS DEPUTADOS FEDERAIS NO PROCESSO DE IMPEACHMENT DA PRESIDENTE DILMA ROUSSEFF.....373

Aleise Guimarães Carvalho

Erivaldo Pereira do Nascimento

ANÁLISE DE ESPAÇOS MENTAIS E METÁFORAS EM TEXTOS JORNALÍSTICOS SOBRE ECONOMIA .....391

Bruna Targino Dias Garcia

Phelippe Messias de Oliveira Moreira

Tiago Aguiar

SOBRE OS AUTORES .....409

## O LUGAR DA APRAXIA DE FALA NA INFÂNCIA NOS MODELOS TEÓRICOS DE PRODUÇÃO DA FALA

Julyane Feitoza Coêlho  
Universidade Federal da Paraíba (UFPB/CNPq)

Gustavo Lopez Estivalet  
Universidade Federal da Paraíba (UFPB/CNPq)

Giorvan Ânderson dos Santos Alves  
Universidade Federal da Paraíba (UFPB)

### **A apraxia de fala na infância**

A apraxia da fala na infância (AFI) é um transtorno dos sons da fala, de origem neurológica, que ocorre na infância, no qual a precisão e a consistência dos movimentos subjacentes à fala são prejudicadas na ausência de déficits neuromusculares. A AFI pode ocorrer como resultado de comprometimento neurológico conhecido; em associação com distúrbios neurocomportamentais complexos de origem conhecida ou desconhecida; ou como um transtorno dos sons da fala neurogênico idiopático. O comprometimento central no planejamento e/ou programação de parâmetros espaço-temporais das sequências de movimentos resulta em erros na produção e na prosódia dos sons da fala (ASHA, 2007).

Tais dificuldades, no planejamento e na programação dos parâmetros espaço-temporais das sequências de movimentos de fala, interferem no posicionamento, organização cronológica e

sequência dos gestos articulatórios. Tanto a inteligibilidade de fala quanto a prosódia estão alterados em crianças com AFI (Fish, 2019a).

Três características segmentais e suprasegmentais são reconhecidas como de validade diagnóstica para AFI: (i) erros inconsistentes nas consoantes e vogais nas repetidas produções de sílabas ou palavras; (ii) transições coarticulatórias prolongadas e interrompidas entre sons e sílabas; e (iii) prosódia inadequada, especialmente na realização de estresse lexical ou frasal (ASHA, 2007).

Em crianças com AFI, algumas características linguísticas podem ser observadas, como o desenvolvimento lento da fala, diferença entre linguagem receptiva e expressiva, dificuldades morfossintáticas e dificuldades sociopragmáticas. Ainda, o desempenho educacional pode ser afetado na AFI, havendo um maior risco de dificuldades na alfabetização (Fish, 2019b).

Em um acompanhamento longitudinal de crianças com AFI, desde a idade pré-escolar até a idade escolar, demonstrou-se que os distúrbios de linguagem persistem nessas crianças, apesar da resolução parcial dos problemas de articulação. Além disso, as crianças com AFI também apresentam risco de dificuldades de leitura e ortografia (Lewis *et al.*, 2004).

A dificuldade com a programação e controle motor, existente nesses indivíduos, acarreta a inteligibilidade de fala associada às dificuldades na coarticulação e trocas inconsistentes de sons. O repertório fonológico é reduzido e o sistema fonológico é desviante. Há uso predominante de sílabas simples, com ocorrência de erros fonológicos. Neste transtorno, as implicações fonológicas têm impacto sobre todos os componentes hierárquicos da linguagem, existindo uma dificuldade de separar na criança o transtorno linguístico do fonético-motor, com implicações para o diagnóstico (Andrade; Dantas, 2005).

Os déficits no processamento da fala, envolvendo aspectos perceptuais, também são investigados na AFI, incluindo o processamento da informação auditiva, conforme evidenciado em estudo de Potenciais Evocados Auditivos, que indicou a existência de atraso nas latências das respostas de seguimento de frequência, em crianças com AFI. Os autores argumentam que tais características podem estar relacionadas à codificação neural atípica dos sons da fala, sugerindo que a AFI não deve ser considerada apenas como um distúrbio motor da fala (Marques *et al.*, 2021).

Nesse contexto, os modelos teóricos de produção da fala trazem importantes contribuições, ao permitirem elucidar os processos envolvidos no desenvolvimento típico da fala, que estão alterados nos sistemas desviantes encontrados nas alterações de fala, com déficits centrais envolvendo domínios específicos. Ainda, tal estudo e aprofundamento nos aspectos teóricos pode colaborar com a prática, auxiliando a elucidar aspectos centrais relacionados às alterações, auxiliando no diagnóstico diferencial e na intervenção clínica direcionada. Nessa perspectiva, trataremos a seguir algumas reflexões sobre os principais modelos teóricos de produção da fala, apontando em quais níveis ou domínios estariam os déficits encontrados na apraxia de fala na infância, permitindo estabelecer correlações.

## **Modelos teóricos de produção da fala**

Os modelos teóricos existentes para produção da fala consideram a existência de alguns processos subjacentes: a seleção de uma palavra que é semântica e sintaticamente apropriada; a recuperação das propriedades fonológicas da palavra; a silabificação da palavra em contexto; e a preparação dos gestos articulatórios correspondentes. Desse modo, a produção de uma palavra envolve as etapas de preparação conceitual, seleção lexical, codificação fonológica, codificação fonética e articulação (Levelt, 1999).

A compreensão e a produção das palavras do vocabulário (léxico) para codificar as ideias é permitida por meio da operação linguística de acesso lexical (Fernandes *et al.*, 2010). A teoria do acesso lexical na produção de palavras preconiza que a produção de palavras emerge de um acoplamento de dois sistemas inicialmente independentes, um sistema conceitual e um sistema motor articulatório. Ao produzir uma palavra de conteúdo, os falantes adultos primeiramente passam de um conceito lexical para seu lema. Após a recuperação do lema, recorrem ao código fonológico da palavra e o utilizam para calcular um gesto fonético-articulatório (Levelt; Roelofs; Meyer, 1999).

Assim, quatro níveis de processamento estão envolvidos na teoria: a ativação de conceitos lexicais, a seleção de lemas, a codificação morfológica e fonológica de uma palavra em seu contexto prosódico e, finalmente, a codificação fonética da palavra. Porém, a teoria não cobre a articulação da palavra, seu domínio não se estende além da iniciação articulatória. E os testes das hipóteses da teoria são quase que exclusivamente realizados por meio de pesquisas envolvendo tempo de reação (Levelt; Roelofs; Meyer, 1999).

Segundo a teoria, a produção intencional de uma palavra significativa sempre envolve a ativação de seu conceito lexical. O processo que leva à ativação de um conceito lexical é chamado de preparação conceitual. A seleção lexical é a recuperação de uma palavra, ou mais especificamente de um lema, do léxico mental, dado um conceito lexical a ser expresso. Após a seleção de um lema, sua sintaxe fica disponível para codificação gramatical adicional, ou seja, criando o ambiente sintático apropriado para a palavra. Depois de selecionar a palavra ou lema sintático, o orador passa do domínio conceitual/sintático para o domínio fonológico/articulatório (Levelt; Roelofs; Meyer, 1999).

Na codificação morfofonológica e silabificação, a tarefa envolve a preparação dos gestos articulatórios adequados para a palavra selecionada em seu contexto prosódico, iniciando-se

pela recuperação da forma fonológica da palavra a partir do léxico mental. De acordo com a teoria, acessar a forma da palavra significa a ativação de três tipos de informações: a composição morfológica da palavra, sua forma métrica e sua composição segmentar. A silabificação é entendida como um processo tardio, porque geralmente depende do ambiente fonológico da palavra. Os autores modelam esse processo assumindo que os segmentos ou fonemas de um morfema se tornam disponíveis simultaneamente, mas com links rotulados indicando a ordem correta (Levelt; Roelofs; Meyer, 1999).

Nessa teoria, a codificação fonética envolve o uso de padrões gestuais altamente aprendidos, que estão disponíveis no silabário do falante. Em seu modelo computacional, esses padrões silábicos são ativados pelos segmentos das sílabas fonológicas. A articulação da palavra fonológica pode ser iniciada assim que todas as suas notas silábicas forem recuperadas. Assim, o padrão gestual da palavra fonológica é, finalmente, executado pelo sistema articulatório. O funcionamento da articulação é concebido como um sistema neural computacional, que controla a execução de padrões gestuais abstratos por um sistema motor altamente complexo (Levelt; Roelofs; Meyer, 1999).

A teoria também aborda o automonitoramento, entendido como a capacidade de monitorar as representações internas conforme são produzidas durante a codificação da fala. Isso pode ter alguma relevância para a latência da produção de palavras faladas, porque o processo de automonitoramento pode afetar a duração da codificação (Levelt; Roelofs; Meyer, 1999). Nessa perspectiva teórica, poderíamos considerar os déficits na codificação fonética como subjacentes à AFI, uma vez que, é neste estágio que ocorre o acesso ao silabário mental do falante, responsável pelo armazenamento de padrões gestuais altamente aprendidos, correspondendo assim ao estágio onde são gerados os programas sensorio-motores para a adequada produção da fala.

Fink, Oppenheim e Goldrick (2017) abordam que para explicar as consequências articulatórias de fatores que influenciam o acesso lexical, as teorias da produção propõem que haja interação entre o acesso lexical e o processo articulatório. Entretanto, mesmo as teorias interativas tendem a assumir uma separação fixa entre os módulos de planejamento e articulação. Nesse sentido, os autores propõem dois experimentos para examinar duas suposições implícitas de muitas teorias interativas. Primeiro, exploram se a relação entre acesso lexical e processamento articulatório é balística ou se o planejamento contínuo continua a influenciar a articulação após o início de uma resposta. Os dois experimentos do estudo revelaram que os efeitos de interferência semântica afetaram a variação fonética após o início da resposta.

Após considerar os efeitos no início da resposta, refletidos pelos tempos de reação (TRs), foram observados efeitos significativos do contexto semântico nas durações das palavras, apoiando a presença de interações de longa distância entre seleção lexical e processamento articulatório. Os autores afirmam que a detecção desses efeitos foi possível graças à variação dos efeitos de interferência semântica entre os participantes. A seguir, examinaram o grau em que o vínculo entre planejamento e articulação é fixo, como muitas teorias interativas supõem, ou se esse vínculo pode variar. Não encontraram evidências de que, dentro de uma tarefa, TRs mais rápidos (previstos para produzir maior sobreposição entre planejamento e articulação) aumentassem os efeitos interativos. De acordo com os autores, isto sugere que efeitos interativos que surgem durante a seleção lexical podem ser características relativamente fixas da arquitetura do sistema de produção de cada falante (Fink; Oppenheim; Goldrick, 2017). Esse estudo traz contribuições ao abordar as interligações existentes entre estágios distintos envolvidos na cadeia de produção da fala, que mesmo sendo concebida, em diversos modelos teóricos, como modular e serial, se dá de forma integrada, de modo que, mesmo após o início da articulação, continua a interação com outros estágios antecedentes.

Shriberg *et al.* (1997) apresentam uma perspectiva teórica que permite visualizar o processamento da fala em “estágios” ou “níveis” discretos, trazendo reflexões sobre as possíveis origens proximais da alteração na produção de fala na AFI. O processamento linguístico é dividido em seis estágios dentro dos três domínios tradicionais denominados *Input* (entrada), Organização e *Output* (saída). Os processos de entrada incluem um estágio que reflete a integridade dos processos auditivo-temporais e um estágio que reflete os processos de memória perceptual necessários para adquirir a fonologia da língua (Shriberg; Aram; Kwiatkowski, 1997).

Os processos organizacionais incluem um estágio representacional, refletindo aspectos primitivos segmentais e suprasegmentais de formas subjacentes e um estágio de transformação, que ajusta as formas subjacentes para detalhes morfofonêmicos, alofônicos e sociolinguísticos apropriados. Em alguns esquemas teóricos, esses dois níveis de processamento representam o conhecimento fonológico de um falante. Os processos de saída incluem um nível para seleção-recuperação dos elementos fonológicos e um nível para sequenciamento pré-articulatório. O estágio final da execução articulatória acrescenta quaisquer déficits na integridade do mecanismo motor de fala ao produto dos estágios anteriores (Shriberg; Aram; Kwiatkowski, 1997).

Nesse contexto, os autores trazem reflexões acerca da AFI, considerando que os seus déficits subjacentes estariam relacionados ao sequenciamento pré-articulatório, em correspondência à caracterização assumida pela American Speech-Language-Hearing Association (ASHA, 2007), que estabelece esta condição como decorrente de limitações existentes na programação das sequências de movimentos associados à produção da fala. Ainda, argumentam que qualquer alegação de que a AFI reflete um déficit em estágios “linguísticos” — incluindo representacional, transformacional e, em alguns sistemas, processos de seleção e recuperação — ameaça a validade nosológica do termo apraxia de

fala, conforme documentado na literatura sobre transtornos de praxia, cujos déficits estão associados ao movimento.

Caruso e Strand (1999) propõem um modelo que tenta explicar como falhas no processamento sensório-motor levam a padrões e tipos específicos de erros de fala. Para isso, propõem que a conexão existente entre um distúrbio específico e um nível específico de processamento neural representa a área que é principalmente interrompida ou a área que contribui distintamente para o início ou a continuação desse distúrbio específico.

No modelo, os processos linguísticos interagem com a cognição, a formulação da linguagem começa com a recuperação de palavras, seguida do mapeamento da fonologia dessas palavras, do enquadramento sintático e da atribuição de estresse. As autoras ressaltam a importância de considerar a interação do processamento linguístico com o sistema motor da fala. O modelo envolve planejamento, programação e execução sensório-motores (Caruso; Strand, 1999).

No planejamento sensório-motor, o falante planeja a saída acústica, que resulta dos movimentos do trato vocal, e a configuração espacial envolve a dinâmica do movimento articulatorio necessário para atingir o alvo e os alvos subsequentes. Já a programação sensório-motora leva em consideração o tempo articulatorio e o posicionamento. Por fim, a execução sensório-motora representa a fase na qual os movimentos previamente planejados ou programados são executados, sendo possível realizar ajustes mesmo após o início da produção da fala (Caruso; Strand, 1999).

Desse modo, a informação sensorial é parte integrante do controle motor da fala, os sistemas aferentes fornecem áreas neuroanatômicas relacionadas com o planejamento motor e informações de execução sobre onde as estruturas envolvidas na fala estão no tempo e no espaço em qualquer momento específico. Esse conhecimento é utilizado para planejar o movimento

e fazer correções. As autoras assumem que, na apraxia de fala, o déficit em um ou mais níveis de processamento motor contribui primariamente para a ocorrência do distúrbio (Caruso; Strand, 1999). Neste modelo, podemos assumir uma associação da AFI com a ocorrência de déficits centrais na programação sensório-motora dos movimentos.

Buscando compreender os mecanismos neurais subjacentes ao controle motor da fala, foi desenvolvido um modelo computacional de aquisição e produção da fala, conhecido como *Directions Into Velocities of Articulators* (DIVA). Nessa perspectiva, o modelo descreve e explica as conexões e interações de uma rede neural adaptativa, juntamente com aspectos sensório-motores envolvidos no controle motor dos articuladores durante a produção da fala (Tourville; Guenther, 2011). Os componentes do modelo DIVA correspondem às áreas cerebrais envolvidas na geração dos movimentos motores dos articuladores para produzir os sons da fala (Guenther, 2016).

Segundo o modelo DIVA, o controle motor utilizado durante a produção de fala representa o controle dos movimentos de um articulador, envolvendo um *input* (neural), um *output* (posição dos articuladores e sinal acústico) e um controlador (sistema que envia continuamente as variações do *input local* para alcançar o alvo desejado) (Guenther, 2016; Guenther; Vladusich, 2012).

Ao abordar os mecanismos de controle por *feedback* auditivo, o modelo concebe que a produção de fala se inicia quando o mapa de sons da fala é ativado, que envolve mecanismos de neurônios específicos do mapa de sons da fala, os quais participam do processo de aprendizagem dos alvos sensoriais dos sons da fala pela ativação de um mapa dos sons, a partir da escuta da produção de novos sons. Ou seja, o mapa dos sons da fala fornece uma ligação entre a representação sensorial de um som de fala e o programa motor desse som. Neste mapa, os neurônios apresentam a propriedade fundamental de estarem ativos durante a produção e a

percepção de ações motoras específicas (Guenther, 2016; Guenther; Vladusich, 2012).

Já o controle por *feedback* somatossensorial envolve o uso de informação tátil e proprioceptiva para detalhar localização, graus de contração, comprimento e velocidade de contração dos músculos, contribuindo para manter as principais características distintivas da fala. Conforme a produção do som da fala é repetida, uma região alvo somatossensorial para o som é aprendida, esse alvo representa as sensações táteis e proprioceptivas esperadas associadas ao som e é usado no subsistema de controle de *feedback* somatossensorial para detectar erros somatossensoriais (Guenther, 2016; Guenther; Vladusich, 2012).

O modelo DIVA concebe que os neurônios no mapa de erros somatossensorial se tornam ativos durante a fala se o *feedback* tátil e proprioceptivo do trato vocal do indivíduo se desvia da região alvo somatossensorial para o som que está sendo produzido. A saída do mapa de erro somatossensorial se propaga para o córtex motor através de sinapses que são ajustadas durante o período do balbucio para codificar a transformação de erros somatossensoriais em comandos motores que corrigem esses erros (Guenther; Vladusich, 2012).

Nesse modelo, a aquisição de habilidades motoras e a produção da fala ocorrem por meio de ajustes nos mapeamentos neurais, utilizando o *feedback* auditivo dos sons gerados pela fala para aprender a relação entre as ações motoras e suas consequências acústicas e somatossensoriais. De modo que, após o aprendizado, o modelo pode produzir combinações arbitrárias de sons da fala, mesmo existindo restrições dos articuladores. Em cada tentativa de produzir o som, os sinais de comando no subsistema de controle *feedforward* são atualizados para incorporar os comandos refinados gerados pelo subsistema de controle de *feedback* auditivo nessa tentativa. Isso resulta em um comando *feedforward* mais preciso para a próxima tentativa (Guenther; Vladusich, 2012).

Vale ressaltar que, para direcionar um novo neurônio no mapa do som da fala para uma região alvo auditiva específica, o mapa do som da fala deve primeiro ser ativado pelo novo som da fala, ao longo das vias das regiões auditivas do córtex cerebral. Devido à sua capacidade de mediar as representações auditiva e motora da fala, esse mapa desempenha um papel fundamental na aprendizagem por imitação no modelo DIVA (Guenther; Vladusich, 2012).

Os sinais de comando motor de *feedforward*, do mapa do som da fala, para os mapas de velocidade e posição do articulador, no córtex motor e no cerebelo, provocam diretamente os programas motores dos sons da fala. Essas vias de comando *feedforward* tornam-se sintonizadas com repetidas tentativas de produzir o som, com cada tentativa iniciada pela ativação dos mesmos neurônios do mapa do som da fala. O aprendizado é conduzido pela incompatibilidade inicial entre o novo alvo sonoro adquirido e a própria tentativa de produção, conforme representada no mapa do estado auditivo. Esses sinais de erro auditivo são então transformados em um comando corretivo motor que é adicionado ao comando *feedforward* para as tentativas seguintes. À medida que os comandos de *feedforward* avançam, menos sinais de erro são gerados e, portanto, a contribuição do sistema de controle de *feedback* diminui gradualmente (Guenther; Vladusich, 2012).

Esse modelo contribui para os estudos em apraxia de fala, cujos prejuízos estariam relacionados ao funcionamento do mapa de sons da fala, que é responsável por armazenar os comandos *feedforward* responsáveis pelos programas motores, afetando também as projeções para o controle de *feedback* auditivo e somatossensorial. Deste modo, a ocorrência desses déficits na infância prejudicaria a sintonia dos comandos de *feedforward* para a fala, pois esse processo de sintonia depende da geração de comandos motores corretivos para erros de fala (Guenther, 2016).

Nessa perspectiva, em um estudo desenvolvido a partir de uma série de simulações computacionais envolvendo a produção

da fala, demonstrou-se que o aumento na dependência do controle de *feedback* causa maior gravidade dos quatro sintomas de AFI selecionados: coarticulação desviante, distorção dos sons da fala, busca articulatória e aumento da variabilidade articulatória. Desse modo, confirmou-se a hipótese de que os sintomas padrões da AFI podem resultar de uma dependência maior do controle de *feedback*, devido às falhas nos programas *feedforward* (Terband *et al.*, 2009).

Outro estudo buscou encontrar os déficits neuromotores subjacentes à diversidade de sintomas fonológicos e motores da fala na AFI, utilizando simulações computacionais baseadas no modelo DIVA e comparando os resultados com os dados comportamentais disponíveis. Foram investigados dois possíveis déficits centrais do controle *feedforward* na AFI: informações somatossensoriais reduzidas/degradadas e aumento dos níveis de ruído neural (flutuações elétricas aleatórias que prejudicam a comunicação neural). Apesar de não diferenciar com clareza essas duas hipóteses, os autores concluíram que o uso do modelo auxilia na compreensão e na investigação de mecanismos e déficits neurológicos envolvidos nos transtornos da fala e ainda favorece o desenvolvimento de métodos clínicos de intervenção (Terband; Maassen, 2010).

Neste contexto, o modelo DIVA estuda os mecanismos neurais subjacentes à aprendizagem e produção de um único programa motor de fala. Já o modelo *Gradient Order DIVA* (GODIVA) foi desenvolvido para abordar os mecanismos de nível superior envolvidos no *buffer* e no sequenciamento por meio de enunciados de fala mais longos. Combinados, os modelos DIVA e GODIVA respondem pelas características segmentais e suprassgmentais que definem a apraxia de fala por meio de danos a um mapa de sons da fala, hipoteticamente residindo no córtex pré-motor ventral esquerdo; a um *buffer* de conteúdo fonológico hipoteticamente residindo no córtex esquerdo — sulco frontal inferior posterior; e/ou as projeções axonais entre essas regiões (Miller; Guenther, 2021).

Nessa perspectiva, dentro do modelo DIVA, a apraxia poderia surgir como resultado da função prejudicada do mapa de sons da fala, que contém programas motores que codificam os movimentos musculares necessários e consequências sensoriais antecipadas para a produção de sílabas simples. Danos ao mapa de sons da fala resultam em precisão articulatória prejudicada e também podem prejudicar as projeções dos alvos sensoriais previstos para o córtex somatossensorial e auditivo de ordem superior, onde as informações sensoriais recebidas são comparadas aos alvos (Miller; Guenther, 2021).

Já o modelo GODIVA descreve melhor os déficits suprasegmentais do distúrbio, especificamente a segregação silábica e a ênfase lexical igual entre as sílabas. O modelo concebe a existência de um *loop* de planejamento, responsável pelo processamento ou seleção da cadeia fonológica; e um *loop* motor, responsável pela iniciação e execução do programa motor. De acordo com o modelo GODIVA, essas características suprasegmentais da apraxia podem resultar de danos no *buffer* de conteúdo fonológico no sulco frontal posterior inferior esquerdo e/ou conexões danificadas entre o *buffer* de conteúdo fonológico e o mapa de sons da fala, resultando em *buffering* e seleção de programas motores ineficientes (Miller; Guenther, 2021).

Considerando os diversos modelos teóricos apresentados e suas contribuições para os estudos em AFI, segue a seguir o quadro com o resumo dos processos envolvidos, com destaque para aqueles que estariam deficitários nesta condição.

Quadro 1 - Modelos teóricos, processos concebidos e déficits centrais na AFI

Modelo Teórico	Processos envolvidos
Shireberg <i>et al.</i> (1997)	<i>Input</i> -> Processos auditivo-temporais e processos de memória perceptual; Organização -> Estágio representacional e estágio de transformação; <i>Output</i> -> Nível para seleção-recuperação dos elementos fonológicos, <b>nível para sequenciamento pré-articulatório</b> , e execução articulatória.
Levelt (1999)	Domínio conceitual-sintático -> Preparação conceitual, Seleção lexical; Domínio fonológico-motor -> codificação fonológica, <b>codificação fonética</b> e articulação.
Caruso; Strand (1999)	Processos linguísticos -> recuperação de palavras, mapeamento da fonologia dessas palavras, enquadramento sintático e atribuição de estresse; Processos motores -> planejamento, <b>programação</b> e execução sensório-motores.
Guenther; Vladusich (2012) e Guenther (2016)	<i>Input</i> (neural); <i>Output</i> (posição dos articuladores e sinal acústico); e Controlador (envia continuamente as variações do <i>input local</i> ). <b>Função prejudicada do mapa de sons da fala</b> -> Maior dependência nos sistemas de controle de <i>feedback</i> , por falhas nos programas de <i>feedforward</i> ;
Miller; Guenther (2021)	<i>Loop</i> de planejamento -> processamento ou seleção das cadeias fonológicas; <i>Loop</i> motor -> iniciação e execução do programa motor <b>Danos no buffer de conteúdo fonológico e/ou conexões danificadas entre o buffer de conteúdo fonológico e o mapa de sons da fala</b>

Fonte: Elaboração própria.

## Considerações finais

Segundo Andrade e Dantas (2005), na AFI, os modelos psicolinguísticos e neuropsicológicos, especializados para perceber e produzir a fala, estão alterados tanto para o acesso e a recuperação

lexicais, quanto para a codificação fonológica e a articulação. A perturbação existente no nível lexical pode afetar o desenvolvimento fonológico, em contrapartida, o atraso do desenvolvimento fonológico pode causar prejuízo do sistema lexical (Andrade; Dantas, 2005). Nesse contexto, há uma dificuldade em compreender a apraxia de fala como uma síndrome ou um transtorno específico da fala, estando atrelada também a outros déficits subjacentes.

Ainda, a AFI ocorre em um período no qual a criança ainda está em amplo desenvolvimento e em fase de aquisição da linguagem, portanto com processos linguísticos incompletos, havendo a influência de um transtorno primário linguístico sobre outros processos cognitivos ou vice-versa, o que traz repercussões para o processo de diagnóstico e terapia na área. Nesse sentido, há necessidade de um maior aprofundamento em estudos que busquem testar experimentalmente estes modelos teóricos, no contexto da AFI, favorecendo o entendimento desta condição e abrindo novas perspectivas nos contextos científico, clínico e educacional.

## Referências

- ANDRADE, C. R. F.; DANTAS, M. O. R. L. Produção de fala - aspectos neuromotores. **Distúrbios da Comunicação**, São Paulo, v. 17, n. 3, p. 411-413, dezembro, 2005.
- ASHA. AMERICAN SPEECH-LANGUAGE-HEARING ASSOCIATION. **Childhood Apraxia of Speech**. Rockville: ASHA, 2007. Disponível em: <https://www.asha.org/policy/TR2007-00278/>. Acesso em: 19 nov. 2023.
- CARUSO, A.; STRAND, E. Motor speech disorders in children: Definitions, background and a theoretical framework. In: Caruso, A.; Strand, E. A. (eds.). **Clinical management of motor speech disorders in children**. New Yourk, NY: Thieme, 1999, p. 1-27.
- FERNANDES, R. *et al.* Rápido acesso lexical: desempenho de crianças sem alteração de linguagem. **Revista da Sociedade Brasileira de Fonoaudiologia**, São Paulo, Sociedade Brasileira de Fonoaudiologia, 2010. Acesso em: 29 out. 2023.
- FINK, A.; OPPENHEIM, G. M.; GOLDRICK, M. Interactions between lexical access and articulation. **Language, Cognition and Neuroscience**, v. 33, n. 1, p. 12-24, 2017.

FISH, M. O que é apraxia da fala? *In*: FISH, M. (org.). **Como tratar a apraxia de fala da infância**. Carapicuíba: Pró-Fono, 2019<sup>a</sup>, p. 3-8.

FISH, M. Características da apraxia de fala na infância. *In*: FISH, M. (org.). **Como tratar a apraxia de fala da infância**. Carapicuíba: Pró-Fono, 2019b, p. 9-24.

GUENTHER, F. H. **Neural Control of Speech**. Cambridge, MA: MIT Press, . 2016.

GUENTHER, F. H.; VLADUSICH, T. A neural theory of speech acquisition and production. **Journal of Neurolinguistics**. v. 25, p. 408-422, 2012.

LEVELT, W. J. M. Models of word production. **Trends in Cognitive Sciences**, v. 3, n. 6, p. 223–232, jun. 1999.

LEVELT, W. J. M.; ROELOFS, A.; MEYER, A. S. A theory of lexical access in speech production. **Behavioral and Brain Sciences**, v. 22, p. 1–75, 1999.

LEWIS, B. A.; FREEBAIRN, L. A.; HANSEN, A. J.; IYENGAR, S. K.; TAYLOR, H. G. School-Age Follow-Up of Children with Childhood Apraxia of Speech. **Language, Speech and Hearing Services in Schools**. v. 35, p. 122–140, 2004.

MARQUES, C. S.; GRIZ, S.; DE ANDRADE K. C. L.; MENEZES, P. L.; MENEZES, D. C. Frequency Following Responses in childhood apraxia of speech. **Int J Pediatr Otorhinolaryngol**. v. 145, p. 110-742, 2021.

MILLER, H. E.; GUENTHER, F. H. Modelling speech motor programming and apraxia of speech in the DIVA/GODIVA neurocomputational framework. **Aphasiology**. v. 35, n. 4, p. 424-441, 2021.

SHRIBERG, L. D.; ARAM, D. M.; KWIATKOWSKI, J. Developmental Apraxia of Speech: I. Descriptive and Theoretical Perspectives. **Journal of Speech, Language, and Hearing Research**. v. 40, p. 273–285, April 1997.

TERBAND, H. *et al.* Computational neural modeling of speech motor control in childhood apraxia of speech (CAS). **J Speech Lang Hear Res**. v. 52, n. 6, p. 1595-609, 2009. doi: 10.1044/1092-4388(2009/07-0283).

TERBAND, H.; MAASSEN, B. Speech motor development in childhood apraxia of speech: generating testable hypotheses by neurocomputational modeling. **Folia Phoniatr Logop**. v. 62, n. 3, p. 134-42, 2010. doi: 10.1159/000287212.

TOURVILLE, J. A.; GUENTHER, F. H. The DIVA model: A neural theory of speech acquisition and production. **Lang. Cogn. Process**. v. 26, n. 7, p. 952-981, 2011. doi: 10.1080/01690960903498424.