

SIMPÓSIO AT070

ASPECTOS GERAIS DO PROCESSAMENTO DA LINGUAGEM NO CÉREBRO

BERTOQUE, Lennie Aryete Dias Pereira
Universidade Federal de Mato Grosso (Campus do Araguaia)
lenniebertoque@ufmt.br

PIRANI JÚNIOR, Clodoaldo Pirani
Secretaria Municipal de Saúde de Barra do Garças-MT
drcpjunior@gmail.com

Resumo: O objetivo deste trabalho é apresentar os aspectos gerais do processamento da linguagem no cérebro humano, para apresentar, na segunda fase da pesquisa, as contribuições aos estudos de aquisição e de ensino de língua. Trata-se de uma proposta multi, inter e transdisciplinar que relaciona duas áreas: a Linguística, mais especificamente, a Linguística Funcional, e a Neurociência da Linguagem. Na primeira fase da pesquisa, apresentada neste trabalho, parte-se da análise de estudos sobre o processamento da linguagem já realizados na Neurociência, considerando também os instrumentos tecnológicos disponíveis no período de cada descoberta para, na segunda fase, analisar por meio de testes e de exames, o processamento da linguagem em pessoas com e sem Transtornos de Déficit de Atenção e Hiperatividade (TDAH), Transtorno do Espectro Autista (TEA) e Doença de Alzheimer (DA). Com base nos avanços tecnológicos, especialmente, com a adoção de exames de neuroimagem, é possível compreender mais sobre o processamento da linguagem no cérebro humano, o que tem demonstrado que a proposta localizacionista tem sido deixada pela maioria dos cientistas, para se assumir a ideia de que há diversos centros funcionais que atuam de maneira variável e/ou conjuntamente em diferentes regiões do cérebro. Essa proposição incide sobre mudanças na maneira de se analisar a aquisição de linguagem e de se apresentar procedimentos eficientes para o ensino de língua na escola.

Palavras-chave: Neurolinguística; processamento da linguagem; Linguística Funcional; centros funcionais.

Abstract: The objective of this paper is to present the general aspects of language processing in the human brain, to present, in the second time of the research, the contributions to the acquisition and teaching of language studies. It is a multi, inter and transdisciplinary proposal that relates two areas: Linguistics, more specifically, Functional Linguistics, and Language Neuroscience. In the first phase of the research, presented in this paper, we start with the analysis of studies on language processing already performed in Neuroscience, considering also the technological instruments available in the period of each discovery, in the second phase to analyze through tests

and of language tests in people with and without Attention Deficit Hyperactivity Disorder (ADHD), Autistic Spectrum Disorder (ASD) and Alzheimer's Disease (AD). Based on technological advances, especially with the adoption of neuroimaging tests, it is possible to understand more about the processing of language in the human brain, which has shown that the localizationist proposal has been left by most scientists, to assume the idea that there are several functional centers that act variably and/or jointly in different regions of the brain. This proposition focuses on changes in the way to analyze language acquisition and to present efficient procedures for teaching language in school.

Keywords: Neurolinguistics; language processing; Functional Linguistics; functional centers.

Introdução

A linguagem é um processo de interação social complexo que implica aspectos linguístico-discursivos, socio-históricos, cognitivos e neurocientíficos. E essa gama de interfaces dá um caráter multi, inter e transdisciplinar para os estudos desse fenômeno.

Considerando-se a relação entre Linguagem e Neurociência (mais especificamente, a Neurociência da Linguagem), propõe-se, neste trabalho, uma análise dos aspectos gerais do processamento da linguagem, para, na segunda fase da pesquisa, apresentar contribuições aos estudos de aquisição e de ensino de língua, provenientes dessa relação.

Neste trabalho, as discussões se fundamentam na concepção de “linguagem” adotada pela Linguística Funcional, para a qual a linguagem não é um item, mas um processo dinâmico de interação social, que intermedeia e se constitui na e para as relações sociais (NEVES, 1997; CASSEB-GALVÃO, 2008; BERTOQUE, 2014, 2018).

Nesse processo, encontra-se a língua (falada, por sinais, escrita), que é o instrumento que viabiliza o estabelecimento das relações sociais. Assim, a linguagem é um fenômeno mais amplo que envolve vários elementos, que serão discutidos na segunda fase desta pesquisa, quando trataremos das contribuições para os estudos sobre aquisição de linguagem e ensino de língua.

1. Exames de neuroimagem para os estudos da Neurociência da Linguagem

Os avanços tecnológicos no processamento de imagens do corpo humano contribuíram, também, para a adoção de exames menos invasivos no cérebro. Assim, de modo geral, a partir da década de 1980, a ciência passou a contar com exames mais precisos e que trazem menos riscos aos pacientes, contribuindo para um diagnóstico mais eficiente. Hoje, nos estudos neurocientíficos, pode-se analisar o funcionamento/acionamento do cérebro por meio de:

- Imagem por ressonância magnética funcional (fMRI, do inglês *Functional Magnetic Resonance Imaging*) – permite detectar variações no fluxo sanguíneo em resposta à atividade neural.
- Tomografia Computadorizada por Emissão de Pósitrons (PET-TC, do inglês *Positron Emission Tomography – Computed Tomography*) - permite combinar as imagens metabólicas com as anatômicas.
- Eletroencefalografia (EEG) – permite o monitoramento da atividade elétrica do cérebro, portanto, do monitoramento eletrofisiológico.
- Magnetoencefalografia (MEG) – permite mapear a atividade do cérebro, detectando o campo magnético produzido por correntes elétricas, provenientes das sinapses no cérebro.
- Espectroscopia no infravermelho (NIRS, do inglês *Near-infrared spectroscopy*) – permite avaliar os componentes moleculares relacionadas à oxigenação tecidual, por meio da aplicação da luz no comprimento de onda do infravermelho-próximo.
- Imagem de Tensor de Difusão (DWI, do inglês *Diffusion Weighted Imaging*) - permite quantificar a direção da difusão da água em tecido vivo.

Esses avanços tecnológicos são fundamentais para as pesquisas sobre o processamento da linguagem no cérebro humano, permitindo também o diagnóstico e a proposição e acompanhamento de tratamentos mais eficazes para transtornos, déficits, doenças neurodegenerativas etc.

2. Breve histórico sobre os estudos em processamento da linguagem

Dentre os estudos sobre o tema, parte-se dos mais significativos para os estudos atuais quanto ao processamento da linguagem no cérebro. A princípio, os estudos são conduzidos na busca da localização de áreas funcionais no cérebro, ou seja, o “cérebro atua de forma fragmentada, e cada uma de suas regiões seria responsável por uma função mental e comportamental específica” (COSENZA, FUENTES, MALLOY-DINIZ, 2008[2019], p. 17) – proposta dos localizacionistas -; ou os estudos são conduzidos pela ideia de que há uma “especificidade regional no cérebro que controlaria o comportamento atuando como um todo” (*idem*) – propostas dos holistas.

As discussões localizacionistas foram fortalecidas, sobretudo, pelas descobertas do cientista francês Paul Broca (1824-1880) que, ao acompanhar/tratar o paciente Monsieur Leborgne, em Paris, percebeu que: (i) o paciente não apresentava nenhuma paralisia física; (ii) ele compreendia as informações que ouvia; mas (iii) somente conseguia falar “tan”. O fato de não falar, mas compreender as informações ouvidas intrigou Paul Broca que, somente pôde verificar a região afetada no cérebro, após a morte do paciente, já que não haviam mecanismos tecnológicos que permitissem essa avaliação no paciente vivo. Assim, em 1861, Paul Broca, por meio da autópsia em Leborgne, identificou a lesão no giro frontal inferior esquerdo e, após analisar cerca de nove pacientes com comprometimento significativo na produção da fala e relativa conservação da compreensão da linguagem, concluiu se tratar da área no cérebro responsável pela articulação motora da fala (um dos elementos que compõem a linguagem). Essa avaliação se prosseguiu em outros pacientes entre 1861 e 1863 e foi apresentada à Sociedade Parisiense de Antropologia, estabelecendo um marco nos estudos neurocientíficos (VAN DE GRAAFF, 2003; COSENZA, FUENTES, MALLOY-DINIZ, 2008[2019]; BERTOQUE, 2018).

A *área de Broca* – centro motor da fala (*Aire de Broca - centre moteur de la parole*), como foi nomeada por David Ferrin, processa impulsos motores em

centros motores no lobo frontal, que acionam movimentos coordenados dos músculos esqueléticos na faringe e na laringe, passando para os músculos respiratórios, que coordenam o movimento das pregas vocais (VAN DE GRAAFF, 2003). As lesões nessa área são denominadas “afasia de Broca”.

Posteriormente, o neurologista e psiquiatra alemão Karl Wernicke (1848-1904) analisou pacientes com comportamento de linguagem distintos dos que Broca havia apresentado. “Esses pacientes tinham lesão no córtex temporal do hemisfério cerebral esquerdo e apresentavam dificuldade na compreensão da linguagem, quadro que passou a ser nomeado como afasia de Wernicke” (COSENZA, FUENTES, MALLOY-DINIZ, 2008[2019]). Essa região está localizada no giro temporal superior e se conecta diretamente com a área motora da fala por meio do fascículo arqueado (um conjunto de fibras). Foi denominada *área de Wernicke* e é responsável pelo conhecimento, interpretação e associação das informações (VAN DE GRAAFF, 2003; BERTOQUE, 2018).

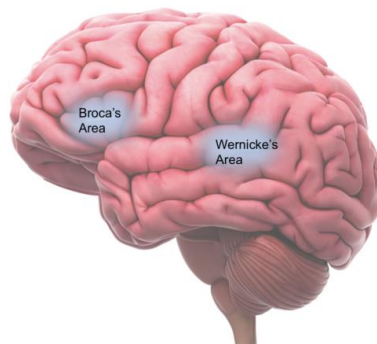


Figura 1 – Localização da Área de Broca e da Área de Wernicke no córtex cerebral
(Fonte da imagem: Sapien Labs, 2018)

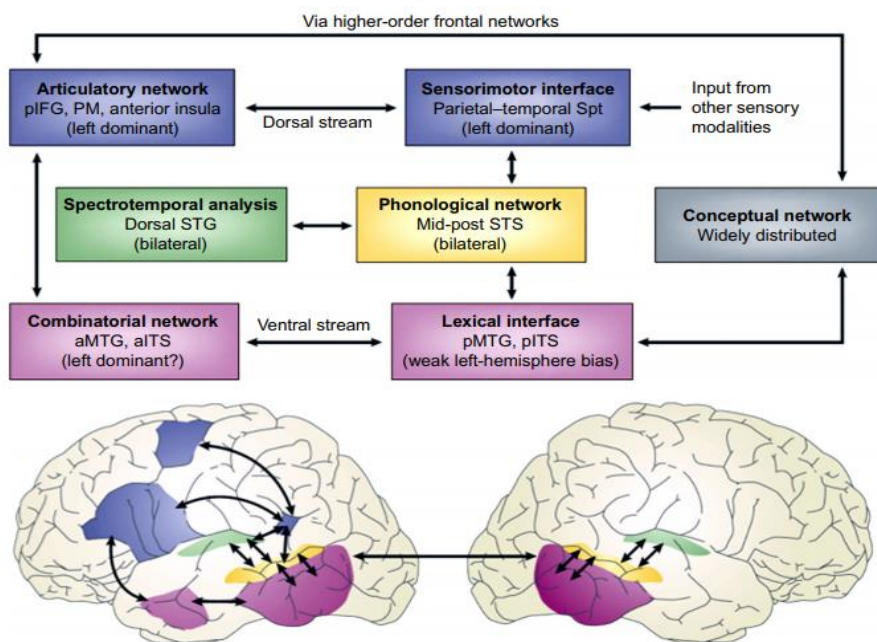
A partir dessas descobertas, a visão localizacionista foi perdendo espaço significativos nos estudos neurocientíficos. Começou-se a construir a compreensão de que há uma rede de conexões (condução)¹ e de áreas no

¹ Wernicke propôs que além das lesões nas regiões específicas que processam a fala ou a sua compreensão, ainda é possível haver comprometimento da linguagem a partir de lesões nas conexões entre regiões cerebrais diferentes, por exemplo, “a afasia de condução”, “que seria originada por lesões no fascículo arqueado, responsável pela conexão entre a área de Broca e a de Wernicke” (COSENZA, FUENTES, MALLOY-DINIZ, 2008[2019], p. 18).

cérebro que processam a linguagem, formando “diversos centros funcionais”, conforme explicaram Cosenza, Fuentes e Malloy-Diniz (2008[2019], p. 18).

O neuropsicólogo soviético Aleksander Luria (1902-1977) foi um dos pesquisadores que apresentou uma proposta mais avançada, contemplando a rede complexa. Em 1980, ele apresentou a proposta de funções executadas por sistemas funcionais, atuando de maneira variável e/ou conjuntamente em diferentes áreas cerebrais.

A proposta de Luria (1981, 2013) contribuiu significativamente para os estudos posteriores sobre o processamento da linguagem no cérebro. Dentre os estudos posteriores, destacamos o “Modelo de via dupla no processamento da fala” (*Dual stream model of speech processing*) de Hickock e Poeppel (2000, 2007 *apud* HICOCK, POEPEL, 2016). Nessa proposta, há a apresentação do processamento da fala (parte do processo de linguagem), por meio de duas vias, a dorsal e a ventral, conforme apresentado no esquema 2:



Legenda:

IFG - inferior frontal gyrus [giro frontal inferior]
ITS - inferior temporal sulcus [sulco temporal inferior]
MTG - middle temporal gyrus [giro temporal médio]
PM – premotor [pré-motor]

Spt - Sylvian parietal-temporal [parietal-temporal Sylvian]
STG - superior temporal gyrus [giro temporal superior]
STS - superior temporal sulcus [sulco temporal superior]

Esquema 1 – Modelo de via dupla no processamento da fala (*Dual stream model of speech processing*) de Hickock e Poeppel (2000, 2007 *apud* HICOCK, POEPEL, 2016, p. 300)

Nesse esquema, nota-se que o processamento da fala se inicia, bilateralmente, nas regiões auditivas e depois prossegue por duas correntes:

uma via ventral no lobo temporal processa a compreensão da fala (acesso lexical e processos combinatórios; rosa), enquanto uma corrente dorsal fortemente dominante processa a integração sensório-motora e envolve estruturas na junção parietal-temporal (Spt [parietal-temporal Sylvian]) e lobo frontal (HICOCK, POEPEL, 2016, p. 300).

Nessa ampliação que contempla os sistemas funcionais do processamento da linguagem, focaliza-se um dos elementos da linguagem, a “fala”, ligada à sua compreensão.

Considerações finais

Essa análise demonstrou que a proposta localizacionista tem sido deixada pela maioria dos cientistas, que tem afirmado a existência de diversos centros funcionais que atuam de maneira variável e/ou conjuntamente em diferentes regiões do cérebro. Essa proposição incide sobre mudanças na maneira de se analisar a aquisição de linguagem e de se apresentar procedimentos eficientes para o ensino de língua na escola.

Conforme Bertoque (2014), o cérebro humano é o aparato biológico para o funcionamento da linguagem, mas isso não retira seu caráter social, por isso, o estudo multi, inter e transdisciplinar sobre a linguagem, considerando-se, especificamente, a relação entre Linguística Funcional e Neurociência da Linguagem têm permitido uma avaliação mais precisa do processamento da linguagem, a fim de observar os aspectos cognitivos, que constituem e são constituídos pelas relações sociais, sendo apresentados por meio de estruturas linguísticas, que ratificam princípios como da iconicidade, da economia linguística, da informatividade, dos planos discursivos e da transitividade, que serão apontados na segunda fase dessa pesquisa, quando trataremos da aquisição de linguagem e do ensino de língua, relacionados aos exames de neuroimagem.

Referências

BERTOQUE, Lennie Aryete Dias Pereira. **Elaborações de voz da fala goiana: o destaque ao argumento afetado**. Tese de Doutorado em Linguística – Programa de Pós-graduação em Letras e Linguística. Faculdade de Letras da Universidade Federal de Goiás. Goiânia, 2014. 245 p.

BERTOQUE, Lennie Aryete Dias Pereira; Casseb-Galvão, Vânia Cristina. Aspectos Biofisiológicos no Processo Funcional da Linguagem. In.: RESENDE, Brisêida Dôgo; LIMA-HERNANDES, Maria Célia; DE PAULA, Fraulein Vidigal; MÓDOLO, Marcelo; CAETANO, Sheila Cavalcante (orgs.). **Linguagem e cognição: um diálogo interdisciplinar**. Lecce / Rovato - Itália: Pensa MultiMedia Editore s.r.l., 2015.

COSENZA, Ramon Moreira; FUENTES, Daniel; MALLOY-DINIZ, Leandro F. A evolução das ideias sobre a relação entre cérebro, comportamento e cognição. In: Fuentes D., Malloy-Diniz L.F., Camargo, C.H.P., Cozenza R.M. **Neuropsicologia, teoria e prática**, São Paulo: Artmed, 2008, p. 15-19. Disponível em: <http://srvd.grupoa.com.br/uploads/imagensExtra/legado/F/FUENTES_Daniel/Neuropsicologia_Teoria_E_Pratica/Liberado/Cap_01.pdf>. Acesso em: 1 jun. 2019.

LURIA, A. R. **Fundamentos de Neuropsicologia**. Rio de Janeiro: Livros Técnicos e Científicos; São Paulo: EDUSP, 1981.

_____. **Desenvolvimento Cognitivo: seus fundamentos culturais e sociais**. Tradução: Fernando Limongeli Gurgueira. 7. ed. São Paulo: Ícone, 2013.

NEVES, Maria Helena de Moura. **A gramática funcional**. São Paulo: Martins Fontes, 1997.

SAPIEN LABS. Imagem com a localização da área de Broca e área de Wernicke. Disponível em: <<http://sapienlabs.co/searching-the-brain-for-language/>>. Acesso em 27 jul. 2018.

VAN DE GRAAFF, Kent Marshall. **Anatomia humana**. Tradução da 6. ed. Original e revisão científica Nader Wafae. Barueri-SP: Manole, 2003.