

RESENHA

O cérebro pronto para a linguagem

Natália Pinheiro De ANGELI 

Universidade Federal de Santa Catarina (UFSC)

Pedro Ricardo BIN 

Universidade Federal de Santa Catarina (UFSC)

Pietra Cassol RIGATTI 

Universidade Federal de Santa Catarina (UFSC)



OPEN ACCESS

EDITADO POR
Raquel Freitag

AVALIADO POR
Mailce Mota

SOBRE OS AUTORES

Natália Pinheiro De Angeli
Contribuiu com Pedro Ricardo Bin e Pietra Cassol Rigatti.
Papéis: conceptualização, escrita – rascunho original, escrita – análise e edição.

Pedro Ricardo Bin
Contribuiu com Natália Pinheiro De Angeli e Pietra Cassol Rigatti.
Papéis: conceptualização, escrita – rascunho original, escrita – análise e edição.

Pietra Cassol Rigatti
Contribuiu com Natália Pinheiro De Angeli e Pedro Ricardo Bin.
Papéis: conceptualização, escrita – rascunho original, escrita – análise e edição.

DATAS

Recebido: 26/06/2020

Aceito: 28/07/2020

Publicado: 11/08/2020

COMO CITAR

Di Angeli, N. P.; Bin, P. R.; Rigatti, P. C. (2020).

O cérebro pronto para a linguagem. *Revista da Abralín*, v. 19, n. 2, p. 1-6, 2020.

RESUMO

Pesquisadores têm se interessado pelas bases neurobiológicas do processamento da linguagem há séculos. Assim, a conferência do professor Peter Hagoort no evento Abralín Ao Vivo contribuiu ricamente para o debate acerca das bases neurobiológicas da linguagem. A presente resenha fornece ao leitor um resumo detalhado das principais questões abordadas na conferência. Discutem-se o Modelo Clássico de produção e compreensão da linguagem (também conhecido como o modelo Wernicke-Lichtheim-Geschwind) e suas limitações, assim como o Modelo Memória, Unificação e Controle (MUC), proposto por Hagoort (2005, 2013, 20016), e suas contribuições para o estudo da neurobiologia da linguagem. Além disso, nessa resenha são feitas relações pertinentes sobre o paradigma de *priming*, os processos de unificação sintática e semântica e o recrutamento de circuitarias de domínio geral para a plena operação da linguagem.

ABSTRACT

Researchers have been interested in the neurobiological bases of language processing since some centuries. In such sense, Professor Peter Hagoort's lecture at Abralín Ao Vivo successfully enriched the debate regarding the neurocognitive bases of language. The present review provides the reader with a detailed summary of the major topics addressed in the conference. The Classical Model for language production and comprehension (also known as the Wernicke-Lichtheim-Geschwind model) and its limitations,

and the Memory, Unification, Control (MUC) Model, proposed by Hagoort (2005, 2013, 2016), and its contributions for the study of the neurobiology of language were discussed. Moreover, relevant relations were made in the present review regarding the priming paradigm, syntactic and semantic unification processes and the domain-general circuits recruited for the full operation of the language system.

PALAVRAS-CHAVE

Neurobiologia da Linguagem. Peter Hagoort. MUC.

KEYWORDS

Neurobiology of Language. Peter Hagoort. MUC.

Quais são os componentes do sistema linguístico humano? Como tais componentes estão implementados em suas estruturas cerebrais correlatas? A conferência do Professor Peter Hagoort no evento Abralín Ao Vivo, intitulada *The core and beyond in the language-ready brain*¹, teve por objetivo apresentar possíveis respostas a tais perguntas. De forma clara e objetiva, o Prof. Hagoort guiou espectadores e ouvintes durante uma exposição informativa de sua própria pesquisa assim como pela área da psicolinguística experimental e da neurobiologia da linguagem. Assim, a presente resenha tem por objetivo apresentar os principais tópicos abordados durante a conferência. Além disso, buscaremos enriquecer o debate com considerações feitas a partir da produção científica do Prof. Hagoort e de outros pesquisadores da área.

Antes de apresentar seu próprio modelo, Hagoort teceu algumas considerações a respeito do Modelo Clássico de produção e compreensão da linguagem (também conhecido como modelo Wernicke-Lichtheim-Geschwind). Ancorado no trabalho seminal de Broca (1861), Wernicke (1874) e Lichtheim (1884), o Modelo Clássico propõe que os processos de compreensão e produção da linguagem recrutam duas áreas corticais: a área de Broca (localizada no córtex frontal inferior esquerdo) e a área de Wernicke (localizada no córtex temporal esquerdo), respectivamente. O fascículo arqueado, por sua vez, faz a ligação entre tais áreas. Hagoort explica que apesar da importância do Modelo Clássico como a primeira tentativa de descrever a arquitetura neurocognitiva do processamento linguístico, ele contém uma série de limitações. Primeiramente, é importante notar que ele foi construído tendo em mente o processamento de palavras isoladas. Assim, tal modelo é incapaz de abordar a dinamicidade presente no processamento *online* da linguagem. Outra limitação do Modelo Clássico diz respeito ao pressuposto de que compreensão e produção recrutariam zonas corticais/circuitarias distintas. Apesar desse entendimento, pesquisas atuais o têm refutado (cf., WEBER; INDEFREY, 2009; MENENTI *et al.*, 2011; SEGAERT *et al.*, 2012). Finalmente, Hagoort apresenta seu modelo

¹ Além dos fundamentos de um cérebro pronto para a linguagem (tradução nossa).

neurobiológico de processamento da linguagem como uma alternativa ao Modelo Clássico, o Modelo Memória, Unificação e Controle (MUC).

O modelo MUC (HAGOORT, 2005; 2013; 2016) propõe que o processamento da linguagem depende de três componentes funcionais. O componente Memória, único de domínio específico da linguagem, é responsável pelo armazenamento do conhecimento linguístico nas estruturas neocorticais da memória (HAGOORT, 2016). Após serem acessados, tais itens, ou *frames* lexicais, são combinados a fim de construir estruturas sintáticas. Assim, é no componente Unificação do modelo que tais *frames* são concatenados. Finalmente, o componente Controle relaciona-se com o fato de que o sistema cognitivo da linguagem opera considerando intenções e ações comunicativas (HAGOORT, 2005). Para exemplificar, o componente Controle é responsável pela inibição de informações não relevantes e, conseqüentemente, ele é recrutado no momento em que um bilíngüe precisa suprimir a língua não apropriada para dada situação comunicativa.

Faz-se mister apontar que a presença de componentes de domínio geral no MUC vai ao encontro dos apontamentos de Jackendoff (2002). Em outras palavras, o processamento linguístico de fato recruta sistemas de combinação independentes. Além disso, o fato da natureza dos componentes Unificação e Controle ser de domínio geral é corroborado por dados experimentais. Inclusive, durante sua conferência, o Prof. Hagoort caracterizou o componente Unificação como sendo compartilhado com domínios como aritmética e música. De fato, Van de Cavey e Hartsuiker (2016) encontraram indícios de relações estruturais entre frases, música e aritmética. Além disso, o componente Controle envolve áreas que, por exemplo, são tradicionalmente associadas à capacidade de memória de trabalho (p. ex., o córtex pré-frontal dorsolateral) e que podem ser ativadas durante a compreensão de frases (CAPLAN; WATERS, 1999).

A busca por um método experimental apropriado para estudar aspectos do processamento e representação linguísticos é contínua. À luz disso, o Prof. Hagoort explicou que pesquisas recentes têm apresentado sucesso ao utilizar o paradigma de *priming* sintático para abordar tais aspectos. *Priming* sintático é caracterizado como um efeito de facilitação que o processamento de um estímulo A anterior causa no processamento de um estímulo B posterior². Dentre outras características do paradigma de *priming*, a sua capacidade de determinar se dois estímulos compartilham algum nível de representação é de suma importância para estudar aspectos do processamento e da representação do conhecimento linguístico (BRANIGAN; PICKERING, 2017). Assim, se o Modelo Clássico fosse preciso e a compreensão e a produção da linguagem fossem sustentadas por diferentes estruturas cerebrais, efeitos de *priming* entre modalidades distintas não deveriam ser observados.

Tais efeitos de *priming* sintático entre modalidades se referem à ocorrência de efeitos de *priming* entre estímulos que não compartilham a mesma modalidade (p. ex., de produção para compreensão ou de compreensão para produção). Em uma série de experimentos utilizando eventos relacionados à ressonância magnética funcional (fMRI), Segaert e colegas (2012) encontraram,

² Para o primeiro estudo de *priming* sintático, veja Bock (1986); para uma revisão crítica sobre *priming* estrutural, veja Pickering e Ferreira (2008); e para uma abordagem experimental sobre representação linguística, veja Branigan e Pickering (2017).

independentemente da modalidade, efeitos de adaptação similares no giro frontal inferior esquerdo, no giro temporal médio esquerdo e na área motora suplementar em ambos os hemisférios. Em outras palavras, eles observaram o recrutamento das mesmas populações neuronais durante a compreensão e a produção de linguagem. Assim, como apontado pelo Prof. Hagoort, tais resultados podem ser apresentados como evidências contrárias ao Modelo Clássico.

Afastando-se um pouco do tópico da unificação sintática, o Prof. Hagoort abordou também os processos de unificação semântica. De fato, para compreender e produzir uma língua com sucesso é preciso ir além da construção de frases sintaticamente adequadas. Ou seja, alguma forma de operação combinatória deve ser implementada para que uma interpretação coerente seja gerada a partir de um enunciado de múltiplas palavras (HAGOORT, 2017). Tendo como base algumas questões associadas às especificidades da unificação semântica, duas abordagens contrárias surgiram: a composicionalidade estrita e os modelos de situação (KINTSCH; RAWSON, 2005). De acordo com a primeira, a sintaxe está no cerne do maquinário que realiza operações de unificação. Por outro lado, a segunda abordagem propõe que expressões linguísticas sejam instruções de processamento usadas para criar uma representação mental. Como evidência das abordagens baseadas em modelos de situação, o Prof. Hagoort apresentou o estudo de Van Berkum *et al.* (2008), que utilizou potenciais relacionados a eventos (ERPs) para investigar a unificação de informações sobre o falante e a mensagem. Os resultados mostraram que a compreensão da linguagem rapidamente considera o contexto social. Inclusive, essa integração entre as informações sobre o falante e a mensagem ocorre nos primeiros 200-300 milissegundos após o onset de uma palavra. Dessa forma, a construção de significado só é possível quando aspectos sociais do uso da língua são considerados (VAN BERKUM *et al.*, 2008).

Nos momentos finais de sua fala, o Prof. Hagoort mencionou a hipótese de que o sistema linguístico envolva componentes que vão além das regiões clássicas apontadas por Broca e Wernicke. Nesse sentido, o processamento da linguagem depende de uma rede neuronal muito mais extensa, constituída por regiões especializadas e por áreas periféricas de domínio geral (FEDORENKO; THOMPSON-SCHILL, 2014). Tal periferia é composta por circuitos que não são especializados para a linguagem, mas que precisam ser recrutados para viabilizar uma interação linguística eficiente. Um exemplo é a rede atencional, indispensável para perceber fenômenos linguísticos como a topicalização tanto na compreensão quanto na produção de frases. Outro exemplo é a rede relacionada à Teoria da Mente, que tem um papel central na geração de inferências sobre a mente do outro durante o processo de (de)codificação da língua e de construção de frases (JACOBY; FEDORENKO, 2018; PAUNOV; BLANK, FEDORENKO, 2019).

Em suma, o Prof. Hagoort teve êxito ao apresentar tópicos importantes da área da psicolinguística e da neurobiologia da linguagem. Por exemplo, ele explicou que a conectividade da rede da linguagem é muito mais extensa do que antes imaginado. Além disso, a distribuição de trabalho das regiões principais do córtex perissilviano esquerdo na compreensão e na produção é estruturalmente diferente do que proposto pelo Modelo Clássico. Tais inconsistências entre esse modelo e evidências experimentais mais recentes acerca da arquitetura cognitiva do processamento linguístico criam um terreno fértil para o nascimento de novas abordagens sobre a neurobiologia da

linguagem. Assim, a perspectiva do Professor Hagoort é tripartida (Memória, Unificação e Controle) e seu modelo divide o trabalho dessas partes de forma não absoluta. Em outras palavras, as operações do sistema da linguagem dependem de redes dinâmicas de domínio geral e específico que permitem que o cérebro humano desvende as intenções por trás dos enunciados dos falantes. Por fim, Prof. Hagoort apontou que todos esses processos são cruciais para formar e aperfeiçoar as operações linguísticas em toda a sua glória.

REFERÊNCIAS

- BOCK, J. K. Syntactic persistence in language production. *Cognitive Psychology*, v. 18, n. 3, p. 355–387, 1986. DOI: [https://doi.org/10.1016/0010-0285\(86\)90004-6](https://doi.org/10.1016/0010-0285(86)90004-6)
- BRANIGAN, H. P.; PICKERING, M. J. An experimental approach to linguistic representation. *Behavioral and Brain Sciences*, v. 40, p. 1-61, 2017. DOI: <https://doi.org/10.1017/S0140525X16002028>
- BROCA, P. P. *Remarques sur le siège de la faculté du langage articulé, suivies d'une observation d'aphémie (perte de la parole)*. Paris: Masson, 1861.
- CAPLAN, D.; WATER, G. S. Verbal working memory and sentence comprehension. *The Behavioral and brain sciences*, v. 22, n. 1, p. 77–126, 1999. DOI: <https://doi.org/10.1017/s0140525x99001788>
- FEDORENKO, E.; THOMPSON-SCHILL, S.L. Re-working the language network. *Trends in Cognitive Sciences*, v. 18, n. 3, 120–126, 2014. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.tics.2013.12.006>
- HAGOORT, P. How the brain solves the binding problem for language: a neurocomputational model of syntactic processing. *NeuroImage*, v. 20, p. 18–29, 2003. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.neuroimage.2003.1796>
- HAGOORT, P. On Broca, brain, and binding: a new framework. *Trends in Cognitive Sciences*, v. 9, n. 9, p. 416–426, 2005. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.tics.2005.07.004>
- HAGOORT, P. MUC (Memory, Unification, Control) and beyond. *Frontiers in Psychology*, v. 4, p. 1–13, 2013. DOI: <https://doi.org/10.3389/fpsyg.2013.00416>
- HAGOORT, P. MUC (Memory, Unification, Control): A Model on the Neurobiology of Language Beyond Single Word Processing. In: HICKOK, G; SMALL, S. L. (eds.). *Neurobiology of Language*. Amsterdam: Elsevier, 2016, p. 339–347. DOI: <https://doi.org/10.1016/B978-0-12-407794-2.00028-6>
- HAGOORT, P. The core and beyond in the language-ready brain. *Neuroscience and Biobehavioral Reviews*, v. 81, p. 194–204, 2017. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.neubiorev.2017.01.048>
- JACKENDOFF, R. *Foundations of language: Brain, meaning, grammar, evolution*. Oxford: Oxford University Press, 2002.
- JACOBY, N.; FEDORENKO, E. Discourse-level comprehension engages medial frontal Theory of Mind brain regions even for expository texts. *Language, Cognition and Neuroscience*, p. 1–17, 2018. DOI: <https://doi.org/10.1080/23273798.2018.1525494>
- KINTSCH, W.; RAWSON, K. A. Comprehension. In: SNOWLING, M. J.; HULME, C. (eds.). *The science of reading: A handbook*. Oxford: Blackwell Publishing, 2005, p. 209–226. DOI: <https://doi.org/10.1002/9780470757642.ch12>

LICHTHEIM, L. Uber aphasie. *Deutsches Archiv fur Klinische Medizin*, v. 36, p. 204–268, 1884. Reimpresso e traduzido em: *Brain*, v. 7, p. 433–484, 1885.

MENENTI, L.; GIERHAN, S. M. E.; SEGAERT, K.; HAGOORT, P. Shared Language: Overlap and Segregation of the Neuronal Infrastructure for Speaking and Listening Revealed by Functional MRI. *Psychological Science*, v. 22, n. 9, p. 1173–1182, 2011. DOI: <https://doi.org/10.1177/0956797611418347>

PAUNOV, X. A. M.; BLANK, I. A.; FEDORENKO, E. Functionally distinct language and Theory of Mind networks are synchronized at rest and during language comprehension. *Journal of Neurophysiology*, v. 121, p. 1244–1265, 2019. DOI: <https://doi.org/10.1152/jn.00619.2018>

PICKERING, M. J.; FERREIRA, V. S. Structural Priming: A Critical Review. *Psychological Bulletin*, v. 134, n. 3, p. 427–459, 2008. DOI: <https://doi.org/10.1037/0033-2909.134.3.427>

SEGAERT, K.; MENENTI, L.; WEBER, K.; PETERSSON, K. M.; HAGOORT, P. Shared Syntax in Language Production and Language Comprehension – An fMRI Study. *Cerebral Cortex*, v. 22, n. 7, p. 1662–1670, 2012. DOI: <https://doi.org/10.1093/cercor/bhr249>

THE Core and Beyond In The Language-Ready. Conferência apresentada por Peter Hagoort [s.l., s.n], 2020. 1 vídeo (1h 39min 30s). Publicado pelo canal da Associação Brasileira de Linguística. Disponível em: <https://www.youtube.com/watch?v=QV0QKXL0ub4>. Acesso em: 12 jun 2020.

VAN BERKUM, J. J.; VAN DEN BRINK, D.; TESINK, C. M.; KOS, M.; HAGOORT, P. (2008). The neural integration of speaker and message. *Journal of Cognitive Neuroscience*, v. 20, n. 4, p. 580–591, 2008. DOI: <https://doi.org/10.1162/jocn.2008.20054>

VAN DE CAVEY, J.; HARTSUIKER, R. J. Is there a domain-general cognitive structuring system? Evidence from structural priming across music, math, action descriptions, and language. *Cognition*, v. 146, p. 172–184, 2016. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.cognition.2015.09.013>

WEBER, K.; INDEFREY, P. Syntactic priming in German – English bilinguals during sentence comprehension. *NeuroImage*, vol. 46, n. 4, p. 1164–1172, 2009. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.neuroimage.2009.03.040>

WERNICKE, C. *Der aphasische Symptomencomplex*. Berlin: Springer-Verlag, 1864. DOI: <https://doi.org/10.1007/978-3-642-65950-8>