

RESENHA

Pode a língua ser telepatia?

Juliana NOVO GOMES 

Professora Visitante na Universidade Federal da Paraíba (UFPB)

Julia CATALDO LOPES 

Universidade Federal do Rio de Janeiro (UFRJ)

RESUMO

Buscando decifrar o processo de compreensão e produção da linguagem, Fedorenko apresenta pesquisas com dados comportamentais, computacionais e de imagem cerebral das última década. Primeiramente, Fedorenko propõe que as regiões que suportam a linguagem são seletivas apenas a ela. Em seguida, argumenta que as regiões de processamento sintático são as mesmas que processam informações semânticas. Finalmente, Fedorenko sugere que o operador dominante para a região da linguagem é a composição semântica e não a sintática, como indicava a literatura vigente: se um input com problemas sintáticos fornece evidências suficientes para a composição semântica, a resposta máxima da rede linguística é alcançada. Assim, propriedades sintáticas poderiam ser restringidas por pressão comunicativa. Ela conclui que, tais resultados interpretados em conjunto, apontam para uma forte integração entre o léxico e a sintaxe, aproximando-se de modelos teóricos como as gramáticas baseadas no uso e a de construções.

ABSTRACT

Seeking to decipher the process of understanding and producing language, Fedorenko reports three discoveries made by her laboratory during the last decade, achieved through behavioral, computational and brain imaging methodologies. First, Fedorenko proposes that regions that support the language are selective only to it. She then argues that regions that support syntactic processing are the same ones that support semantic processing. Finally, Fedorenko suggests that the primary driver for activation in the language region is semantic composition and not syntax, as the literature had been indicating: if a syntactically messed up input provides sufficient evidence for the semantic composition, the language network maximum



OPEN ACCESS

EDITADO POR

Raquel Freitag

REVISADO POR

Mahayana Cristina Godoy

SOBRE OS AUTORES

Juliana Novo Gomes
Contribuiu com Julia Cataldo

Lopes. Papéis: escrita –
rascunho original, análise e
edição.

Julia Cataldo Lopes
Contribuiu com Juliana Novo

Gomes. Papéis: escrita –
rascunho original, análise e
edição.

DATAS

Recebido: 13/05/2020

Aceito: 14/05/2020

Publicado: 16/07/2020

COMO CITAR

Novo Gomes, J.; Cataldo Lopes,
J. (2020).

Pode a língua ser telepatia?.
Revista da Abralín, v. 19, n. 2, p.
1-7, 2020.

response is achieved. Thus, syntactic properties could be constrained by communicative pressures. She concludes that, interpreted together, these results point to a strong integration between lexicon and syntax, approaching theoretical models such as construction and usage-based grammars.

PALAVRAS-CHAVE

Processamento da Linguagem. Gramática do Uso.
Interface Sintaxe-Semântica.

KEYWORDS

Language Processing. Usage-based Grammars.
Syntax-Semantic Interface.

A videoconferência de Evelina Fedorenko na Abralín ao Vivo, O sistema de linguagem na mente e no cérebro humanos, trouxe um efervescente relato das mais recentes descobertas comportamentais, computacionais e de imagem cerebral para a arquitetura funcional da linguagem. Fedorenko iniciou com uma instigante observação: "A linguagem pode ser interpretada como um atalho para a telepatia" e seguiu revelando seu modelo de linguagem, em que sequências de palavras vão quase telepaticamente de pensamentos da cabeça de uma pessoa para a cabeça de outra. Mais especificamente, ela exemplificou como a produção de um enunciado (codificação) é percebida por outra pessoa (decodificação), servindo de base de construção para uma representação abstrata, virando um pensamento na mente do ouvinte. Por fim, para alcançar sucesso na comunicação, o conteúdo ativo na mente do falante deve ser semelhante ao da mente do ouvinte. Ela defende que hoje já se sabe que cada um dos componentes perceptivos e motores da linguagem, envolvidos na estrutura comunicativa, é apoiado por um conjunto separado de operações mentais, implementados em partes distintas do cérebro. A percepção da fala humana, por exemplo, depende de implementações de alto-nível no córtex auditivo - altamente especializado nos sinais de fala em comparação com outros tipos de sons. Entretanto, as regiões do sistema perceptivo parecem responder igualmente à fala nativa ou à fala estrangeira ou a não-palavras (BLANK; FEDORENKO, 2017; MAHOWALD; FEDORENKO, 2016; SCOTT *et al.*, 2016; FEDORENKO *et al.* 2010). Da mesma maneira, a área visual da forma da palavra (VWFA), uma região de processamento visual especializada em leitura, responde forte e seletivamente a letras, mas não a qualquer tipo de estímulo visual. Aparentemente, essas regiões não são tão sensíveis ao significado quanto a traços perceptivos. Assim, o conteúdo linguístico se tornou o objetivo de pesquisa de grupo de Fedorenko: Como pensamentos e significados de alto nível podem ser inferidos a partir de enunciados linguísticos. Dentre outras questões de pesquisa envolvendo linguagem no cérebro, ela destacou três, cujos resultados discute nesta conferência.

A primeira questão de pesquisa concentra-se na análise de duas hipóteses localizacionais: se (a) as regiões que suportam a linguagem são seletivas apenas a ela ou (b) suportam outras habilidades. A segunda questão explora se as regiões que apoiam o processamento sintático *versus* o significado das palavras são (a) distintas ou (b) iguais. Finalmente, a terceira questão diz respeito ao grande debate teórico sobre se o operador dominante para a região da linguagem é (a) a construção da estrutura ou (b) a composição semântica.

A resposta à primeira questão de pesquisa, sobre se existem regiões cerebrais seletivas para a linguagem, visa a mostrar que o sistema linguístico se desenvolve de maneira semelhante ao da VWFA, que, segundo Fedorenko, é um exemplo de especialização funcional guiada pela experiência ao longo do desenvolvimento, uma vez que não há pressão evolutiva para termos um mecanismo inato de leitura. Para tal, Fedorenko apresenta um estudo que usa regiões pré definidas como responsivas à linguagem e tenta localizar o processamento concomitante de estímulos linguísticos e não linguísticos nessas regiões específicas da linguagem. Os resultados desse estudo realizado com falantes saudáveis e afásicos globais (sem mecanismo de linguagem que funcione adequadamente) apontam para uma alta seletividade ao estímulo linguístico em regiões cerebrais específicas da linguagem (inclusive por todo o córtex temporal frontal), contradizendo muitos modelos de processamento linguístico que sugerem a sobreposição de diferentes processamentos (aritmética, computação executiva, percepção musical e de ações/gestos, habilidades sociais, entre outros) em regiões cerebrais específicas da linguagem. Fedorenko argumenta que os resultados anteriores, os quais indicam que diferentes processamentos cognitivos se sobrepõem nas regiões especializadas na linguagem, se devem a falhas metodológicas e inferências inversas (PRITCHETT *et al.*, 2018; FEDORENKO; VARLEY, 2016; FEDORENKO *et al.*, 2012; FEDORENKO *et al.*, 2011). Além disso, resultados de estudos de fMRI mostram que indivíduos com linguagem severamente comprometida podem, no entanto, processar dados de aritmética, causalidade, música, navegação espacial e de cognições sociais. Fedorenko conclui que outras cognições não sofrem os mesmos danos que a linguagem e que a linguagem não é um requisito para o pensamento de alto nível. Ela ressalta que a especialização cerebral para a linguagem não implica no inatismo. É mais provável que essas habilidades sejam desenvolvidas através da experiência. Portanto, a resposta para a primeira pergunta de pesquisa é: as regiões que suportam o processamento da linguagem são (a) *seletivas para a linguagem*.

Sua segunda pergunta de pesquisa é se as regiões cerebrais que suportam o significado das palavras são as mesmas que as responsáveis pelo processamento sintático. Para começar, ela revisou algumas teorias linguísticas acerca do processamento de palavras e frases (VANDENBERGHE *et al.*, 2002; BEMIS e PYLKKANEN, 2020; PALLIER *et al.*, 2011; FRIEDERICI, 2011; TYLER *et al.*, 2011; HAGOORT, 2005; HAGOORT, 2013; BORNKESSEL-SCHLESEWSKY *et al.*, 2015; MATCHIN e HICKOK, 2020). Alguns desses estudos sugerem que os mecanismos linguísticos são distintos, mas que os dois processamentos devem ser feitos qualitativamente de forma semelhante. Por isso, Fedorenko destaca a necessidade de modelos que lidam com fenômenos linguísticos distintos de forma relacionada. Assim, Fedorenko questiona a existência de regiões cerebrais dedicadas apenas à sintaxe e não a significados de palavras. Seu argumento está dividido em duas hipóteses: (i) o processamento

combinatório (sintático / semântico) seria distribuído pela estrutura linguística: embora muitos estudos argumentem que o núcleo do processamento sintático ocorre em uma região cerebral específica, tais estudos apontam para ao menos três áreas diferentes (córtex frontal inferior, córtex temporal posterior e córtex temporal anterior) (FEDORENKO *et al.*, 2010; SCOTT *et al.*, 2016); (ii) qualquer região responsiva ao processamento sintático também deveria ser ao menos sensível ao significado das palavras (BLANK *et al.*, 2014; MINEROFF *et al.*, 2018; PAUNOV *et al.*, 2019). Comparando estudos de fMRI e intracranianos, foram observados os mesmos padrões de resposta: processamento lexical e maior engajamento em regiões de processamento estrutural. Portanto, Fedorenko responde à segunda pergunta: as regiões de acesso lexical são (b) *as mesmas que suportam o processamento sintático*. Esses resultados estão alinhados aos resultados encontrados em estudos behavioristas e à abordagem das gramáticas baseadas no uso.

Fedorenko passou à sua última pergunta: o operador dominante no processamento da linguagem é a construção de estruturas ou a composição semântica? Ela começou refletindo sobre por que as sentenças são os estímulos preferidos para as regiões cerebrais da linguagem e *sobre qual atributo as tornam tão atraente para o processamento* (FEDORENKO *et al.*, 2016; GIBSON *et al.*, 2013; LEVY *et al.*, 2008; FERREIRA *et al.*, 2002). Apresentou, então, um experimento comparando palavras funcionais em sentenças (bem formadas e sem significado) com lista de palavras e de não-palavras. O resultado mostra um efeito de acumulação (uma ativação incremental relacionada à construção progressiva de sentenças) e nenhum efeito a palavras em uma lista ou a não-palavras, sugerindo maior engajamento no processamento dos significados do que na estrutura de uma frase.

Acreditando que sequências de palavras vão quase "*telepaticamente*" da cabeça de uma pessoa para pensamentos na cabeça de outra pessoa, Fedorenko propõe um modelo no qual até as propriedades sintáticas poderiam ser restringidas pela pressão comunicativa. Além disso, ela defende que, como o estímulo linguístico é falho, cheio de erros e interrupções, os mecanismos de implementação da linguagem devem ser projetados para lidar com erros sintáticos, de maneira que um significado plausível seja sempre recuperável. Portanto, a interpretação deve ser guiada pelo significado, apesar das restrições estruturais locais e globais. Diante disso, Fedorenko levantou a hipótese de que a resposta máxima da rede linguística sempre seria alcançada contanto que o estímulo fornecesse evidências suficientes para a composição semântica. Para testar essa hipótese, Fedorenko relata um estudo usando *informações pontuais locais* (PMI) para medir a dependência mútua e local entre palavras (COVER; THOMAS, 2012). Usando os índices do PMI em resposta a sentenças como "*Em seu último dia, foram surpreendidos por mensagens e presentes de despedida*", em comparação com até sete versões embaralhadas progressivamente dessa sentença, o estudo testou a capacidade de se combinar palavras e extrair ideias significativas mesmo com estruturas sintáticas danificadas, que não suportariam uma composição semântica (MOLLICA *et al.*, 2020). Se o embaralhamento estrutural preservasse o PMI local, interpretaria-se que a composição semântica seria o operador dominante das respostas da região da linguagem. Os resultados mostraram que os índices do PMI permaneceram estáveis em seis dos sete embaralhamentos progressivos, indicando que a forte resposta ao processamento das sentenças foi motivada pelo significado, uma vez que as estruturas estavam bagunçadas. Em um experimento seguinte, no qual as

medidas de relação semântica dos PMIs foram reduzidas ao nível mínimo, os resultados sofreram uma queda - as sentenças experimentais foram interpretadas como em uma lista de palavras não conectadas. Tomados em conjunto, esses resultados indicam a importância do componente da localidade (composição semântica), em detrimento do algoritmo de construção estrutural. Assim, Fedorenko responde sua pergunta final: o operador dominante para a ativação da região da linguagem é *(b) composição semântica*.

Fedorenko encerrou a conferência destacando suas contribuições para a arquitetura neural da linguagem e defendendo que a linguagem, enquanto mecanismo de troca de pensamentos, é guiada pela composição semântica, em oposição à construção estrutural. Ela alegou que, embora o processamento sintático tenha sido o foco principal de muitos trabalhos teóricos e empíricos sobre o processamento da linguagem, estes se equivocaram e o foco da pesquisa atual deveria estar na compreensão de como conseguimos obter significados. Então, ela reiterou que a *telepatia* é a troca de significados entre duas mentes.

REFERÊNCIAS

- BEMIS, D.; PYLKKANEN, L. Domain-general mechanisms in the construction of meaning. In: CUNY CONFERENCE ON HUMAN SENTENCE PROCESSING, 2020, New York City.
- BLANK, I. A.; FEDORENKO, E. Domain-general brain regions do not track linguistic input as closely as language-selective regions. *Journal of Neuroscience*, v. 37, n. 41, 11 Oct. 2017. DOI: <https://doi.org/10.1523/JNEUROSCI.3642-16.2017>.
- BLANK, I. A.; KANWISHER, N.; FEDORENKO, E. A functional dissociation between language and multiple-demand systems revealed in patterns of BOLD signal fluctuations. *Journal of Neurophysiology*, v. 112, n. 5, p. 1105-1118, 1 Sep. 2014. DOI: 10.1152/jn.00884.2013.
- BORNKESSEL-SCHLESEWSKY, I.; SCHLESEWSKY, M.; SMALL, S. L.; RAUSCHECKER, J. P. Response to Skeide and Friederici: the myth of the uniquely human 'direct' dorsal pathway. *Trends on Cognitive Science*, v. 19, n. 9, p. 484-5, Sept. 2015. DOI: 10.1016/j.tics.2015.05.010.
- COVER, T. M.; THOMAS, J. A. *Elements of information theory*. John Wiley & Sons, 2012.
- FEDORENKO, E.; VARLEY, R. Language and thought are not the same thing: evidence from neuroimaging and neurological patients. In: ANNALS OF THE NEW YORK ACADEMY OF SCIENCES, v. 1369, n. 1, Apr. 2016. DOI: 10.1111/nyas.13046.
- FEDORENKO, E.; HSIEH, P.; NIETO-CASTAÑÓN, A.; WHITFIELD-GABRIELI, S.; KANWISHER, N. A new method for fMRI investigations of language: defining OIs functionally in individual subjects. *Journal of Neurophysiology*, v. 104, p. 1177-1194, Aug. 2010. DOI: 10.1152/jn.00032.2010.
- FEDORENKO, E.; BEHR, M. K.; KANWISHER, N. Functional specificity for high-level linguistic processing in the human brain. In: NATIONAL ACADEMY OF SCIENCES U.S.A. v. 108, n. 39, p. 16428-16433, 27 Sep. 2011. DOI: 10.1073/pnas.1112937108.
- FEDORENKO, E.; DUNCUN, J.; KANWISHER, N. Language-selective and domain-general regions lie side by side within Broca's area. *Current Biology*, v. 22, n. 21, p. 2059-2062, 6 Nov. 2012. DOI: 10.1016/j.cub.2012.09.011.

FEDORENKO, E.; SCOTT, T. L.; BRUNNER, P.; COON, W. G.; PRITCHETT, B.; SCHALK, G.; KANWISHER, N. Neural correlate of the construction of sentence meaning. *PROCEEDINGS OF THE NATIONAL ACADEMY OF SCIENCES*, v. 113, n. 41, p. E6256-E6262, 11 Oct. 2016. DOI: 10.1073/pnas.1612132113.

FERREIRA, F.; BAILEY, K. G.; FERRARO, V. Good-enough representations in language comprehension. *Current Directions in Psychological Science*, v. 11, n. 1, p. 11-15, Feb. 2002.

FRIEDERICI, A. D. The brain basis of language processing: from structure to function. *Physiological Reviews*, v. 91, n. 4, p. 1357-1392, Oct. 2011. DOI: 10.1152/physrev.00006.2011.

GIBSON, E.; PIANTADOSI, S. T.; FEDORENKO, E. Quantitative methods in syntax/semantics research: A response to Sprouse and Almeida (2013). *Language and Cognitive Processes*, v. 28, n. 3, p. 229-240, 12 Apr. 2013. DOI: 10.1080/01690965.2012.704385

HAGOORT, P. MUC (memory, unification, control) and beyond. *Frontiers in psychology*, 4, 416, 12 Jul. 2013. DOI: 10.3389/fpsyg.2013.00416.

HAGOORT, P. On Broca, brain, and binding: a new framework. *Trends in Cognitive Sciences*, v. 9, n. 9, p. 416-423, Sep. 2005. DOI: 10.1016/j.tics.2005.07.004.

LEVY, R. Expectation-based syntactic comprehension. *Cognition*, v. 106, n. 3, p. 1126-1177, 20 May 2007. DOI: 10.1016/j.cognition.2007.05.006.

MAHOWALD, K.; FEDORENKO, E. Reliable individual-level neural markers of high-level language processing: A necessary precursor for relation neural variability to behavioral and genetic variability. *Neuroimage*, v. 139, p. 74-93, 1 Oct. 2016. DOI: 10.1016/j.neuroimage.2016.05.073.

MATCHIN, W.; HICKOK, G. The cortical organization of syntax. *Cerebral Cortex*, v. 30, n. 3, p. 1481-1498, 14 Mar. 2020. DOI: 10.1093/cercor/bhz180.

MINEROFF, Z.; BLANK, I. A.; MAHOWALD, K.; FEDORENKO, E. A robust dissociation among the language multiple demand, and default mode networks: Evidence from inter-region correlations in effect size. *Neuropsychologia*, v. 119, p. 501-511, Oct. 2018. DOI: 10.1016/j.neuropsychologia.2018.09.011.

MOLLIKA, F.; SIEGELMAN, M.; DIACHEK, E.; PIANTADOSI, S. T. Composition is the core driver of the language-selective network. *Neurobiology of Language*, v. 1, n. 1, p. 104-134, 2020. DOI: 10.1162/nol_a_00005.

PALLIER, C.; DEVAUCHELLE, A.; DEHAENE, S. Cortical representation of the constituent structure of sentences. *PROCEEDINGS OF THE NATIONAL ACADEMY OF SCIENCES USA*, v. 108, n. 6, p. 2522-2527, 8 Feb. 2011. DOI: 10.1073/pnas.1018711108.

PAUNOV, 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, n. 4, p. 1244-1118, 1 Apr. 2019. DOI: 10.1152/jn.00619.2018.

PRITCHETT, B. L.; HOEFLIN, C.; KOLDEWYN, K.; DECHTER, E.; FEDORENKO, E. High-level language processing regions are not engaged in action observation or imitation. *Journal of Neurophysiology*, v. 120, n. 5, p. 2555-2570, 1 Nov. 2018. DOI: 10.1152/jn.00222.2018

SCOTT, T. L.; GALLÉE, J.; FEDORENKO, E. A new fun and robust version of an fMRI localizer for the frontotemporal language system. *Cognitive Neuroscience*, v. 8, n. 3, p. 167-176, Jul. 2017. DOI: 10.1080/17588928.2016.1201466.

THE language system in the human mind and brain. Conference presented by Evelina Fedorenko, Evelina. [S.l., s.n], 2020. 1 video (1h 18min 11s). Publicado pelo canal da Associação Brasileira de Linguística. Disponível em: <https://www.youtube.com/watch?v=hqrsHmhcrSQ>. Acessado em: 6 de maio de 2020

TYLER, L. K.; MARSLER-WILSON, W. D.; RANDALL, B.; WRIGHT, P.; DEVEREUX, B. J.; ZHUANG, J.; PAPOUTSI, M.; STAMATAKIS, E. A. Left inferior frontal cortex and syntax: function, structure and behaviour in left-hemisphere damaged patients. *Brain*, v. 134, pt. 2, p. 415-431. Feb. 2011. DOI: 10.1093/brain/awq369.

VANDENBERGHE, R.; NOBRE, A. C.; PRICE, C. J. The response of left temporal cortex to sentences. *Journal of Cognitive Neurosciences*, v. 14, n. 4, p. 550-560, 15 May 2002. DOI: 10.1162/08989290260045800.