

Neurociência e Linguagem: desafios e superações interdisciplinares

Flávia Moreno de Marco

Aluna de Iniciação Científica UFRJ / CNPq

flaviademarco@ufrj.br

Kelly Afonso Rodrigues

Mestre em Linguística pela UFG

krodrigues18@yahoo.com.br

Thiago Oliveira da Motta Sampaio

Aluno de Doutorado do PPG em Linguística UFRJ / CNPq

motta@ufrj.br

Introdução

Os estudos em Neurociência são conhecidos por sua forte metodologia. Trabalhos nesta área visam a encontrar as bases neurofisiológicas das cognições estudadas, seja por meio de modelos animais, seja por meio de experimentação não invasiva em humanos. Já as chamadas Ciências da Linguagem, quando vistas de fora do âmbito acadêmico, são comumente entendidas como os estudos das Gramáticas e da Literatura, o que as aproxima das normatizações e das discussões de base sócio-filosóficas e as distancia dos modelos científicos das chamadas *'hard sciences'*. No dia a dia das pessoas, pouco se conhece sobre os estudos realizados pela Linguística, uma ciência que cresce de forma especialmente rápida a partir dos anos 50 e que ganhou uma força ainda maior nos últimos trinta anos graças aos métodos sócio, psico e neurolinguísticos, que as conduzem ao caminho inverso: uma maior aproximação dos métodos das ciências sociais e biológicas, enquanto se afasta cada vez mais da normatização prescritivista da gramática e dos estudos focados na arte literária.

Como toda proposta de pesquisa científica, o advento da *Neurociência da Linguagem* gerou, tanto intra quanto interdisciplinarmente, novas perspectivas de pesquisa e de possibilidades de compreensão do mecanismo da linguagem humana. Por outro lado, outra consequência saudável da discussão científica foram os diversos comentários ceticistas. Poeppel & Embick (2005) discutem as barreiras que separam estes dois campos. Os dois principais problemas apontados pelos autores são (i) *Problema da Incomensurabilidade Ontológica* entre seus objetos de estudo, pois as operações estudadas em linguística não podem ser reduzidas as operações estudadas a nível neuronal e (ii) *Problema de*

Incompatibilidade Granular, indicando que, ao contrário do que foi feito por Hubel & Wiesel, seria impossível achar um mapa granular do processamento linguístico no tecido cortical, pois as unidades linguísticas (fonema, morfema, sintagma) não podem ser reduzidas às unidades neuronais (dendrito, axônio, células piramidais). Além disso, a linguagem só pode ser encontrada nos seres humanos, o que eticamente dificulta o trabalho dos pesquisadores.

Era uma vez... a Neurociência e a Linguística

As especulações sobre o ser humano e o funcionamento do organismo datam, na cultura ocidental, de aproximadamente 500 AEC com os estudos da Grécia Antiga. A preocupação acerca do cérebro como órgão principal do corpo humano ou como órgão subordinado ao coração vem, respectivamente, de pensadores como Alcmaeon, Demócrito, Platão e Aristóteles, Empédocles (GROSS, 1995). Já a respeito do tecido nervoso, o questionamento partiu de Galeno, que supunha haver um funcionamento glandular em que fluidos cerebrais e da medula espinhal eram secretados na periferia do corpo.

À medida que os séculos passaram, o questionamento feito acerca do funcionamento do tecido nervoso mudou de cara. Ao final do século XVIII, Golgi e Ramón y Cajal, respectivamente, determinaram a fisionomia de um neurônio e que seu funcionamento não se dava a partir de uma única rede, mas de um aglomerado de células neuronais.

Ainda no século XVIII, o médico e neuroanatomista Gall revolucionou a visão sobre o cérebro; ele postulou que (a) o comportamento é originado no cérebro e controlado por ele, (b) regiões específicas do cérebro são responsáveis por funções igualmente específicas e (c) a mente pode ser exercitada e desenvolvida assim como acontece com os músculos. No final da década de 1820, Flourens tratou de quebrar com esse reducionismo baseado na univocidade do cérebro em relação ao corpo, provavelmente fruto da visão social da existência de alma e mente.

O cenário que se construiria para a futura Neurociência era de que duas visões acerca da atividade cerebral colocar-se-iam em pedestais rivais: ou o cérebro funciona de forma modular (teoria modularista) ou de forma integrada, conectada (teoria conexionista). Wernicke procurou unir ambas as ideias e postulou que as operações mentais mais básicas estão alocadas em apenas uma porção do cérebro, enquanto que as operações mais complexas estão interconectadas. No que tange a Linguagem, o cientista percebeu que havia uma interação entre as regiões sensoriais e motoras do cérebro.

Acompanhando os avanços do que viria a se tornar a Neurociência, a Linguística passou por um longo caminho até se tornar uma ciência propriamente dita. Na Grécia Antiga, as preocupações acerca da Linguagem eram de cunho prático e debatiam questões acerca das partes do discurso, da sintaxe como ferramenta para corrigir enunciados defeituosos e da natureza das palavras, como é possível observar no diálogo *Crátilo* de Platão.

Foi no Renascimento no século XVI que a dicotomia *Universal x Particular* penetrou nos estudos da linguagem e conferiu nova perspectiva de análise; a busca poderia seguir dois caminhos: o que há de comum e sistemático em todas as línguas, ou o que é exclusivo a cada língua. No século XIX que Saussure elevou a Linguística ao campo de uma ciência séria ao recortar um conjunto de regras invariáveis nas quais era possível estabelecer um terreno firme para um estudo formal. Antes de Saussure, ainda no século XIX, Humboldt postulou muito do que seria resgatado por Noam Chomsky no século XX, o que será mais detalhado ao longo deste estudo. Uma das noções mais importantes apontadas por Humboldt foi a de que a partir de elementos limitados seria possível originar enunciados ilimitados.

Linguística e Neurociência: transpondo a barreira interdisciplinar

O ser humano familiariza-se com sua língua de forma tão natural como quando caminha, respira, alimenta-se, enfim, vive. Essa naturalidade tão inerente da linguagem configura um mistério bastante desafiador para os estudiosos deste fenômeno, em especial pelo seu caráter exclusivamente humano, que impossibilita a utilização de modelos animais elaborados através de pesquisas invasivas, como aqueles utilizados em gatos por Hubel & Wiesel, ganhadores do Nobel de Fisiologia e Medicina em 1981.

Por ser uma área tão instigante e complexa, as inúmeras especulações científicas culminaram no século XIX com a inserção de novos métodos de análise no âmbito dos estudos da linguagem através da observação *post-mortem* de pacientes de acidentes vasculares cerebrais (AVC). *Paul Pierre Broca* (1824-1880) e *Carl Wernicke* (1848-1905) interligaram estes AVCs em diferentes regiões cerebrais a problemas específicos de desempenho linguístico. Os pacientes de Broca sofreram lesões na terceira circunvolução do lóbulo frontal esquerdo do córtex cerebral e apresentavam problemas de articulação da fala. Seu primeiro paciente, Mr. Leborgne, apesar de preservar a prosódia e a compreensão, articulava apenas a sílaba [tã] durante a fala. O médico francês caracterizou a afasia de Leborgne como uma inabilidade em mobilizar os órgãos de articulação para produzir palavras. Outros oito

pacientes com lesões, aparentemente na mesma área, apresentavam deficiência na produção de palavras funcionais de classe fechada como artigos e preposições.

Já os pacientes de Wernicke haviam sofrido lesões em parte do giro temporal superior esquerdo, e sua deficiência linguística foi relacionada à compreensão. Embora sua produção fosse completamente sem sentido, estes pacientes não apresentavam problemas relacionados à articulação de palavras ou fonemas. Diferentemente do paciente de Broca, o discurso dos pacientes de Wernicke era fluente e com entonação normal. No entanto, o afásico de Wernicke tinha problemas com a “forma fonológica” de algumas palavras, fazendo numerosas substituições de sons e neologismos ocasionais. Desta forma, podemos afirmar que a afasia de Broca está relacionada a deficiências gramaticais enquanto a de Wernicke está relacionada ao déficit lexical. (Ingram, 2008)

BROCA	WERNICKE
Fala sem fluência e com esforço. prosódia “aparentemente” normal	Fala fluente mas semanticamente vazia, prosódia normal
Falta de palavras funcionais e morfologia flexional	Palavras funcionais e presença de flexões gramaticais
Curtas pronúncias	Frases de duração normal
Compreensão relativamente intacta	Compreensão afetada
Consciência do déficit	Desconhecimento do déficit

Tabela 1: Sintomas Complementares das Afasias de Broca e Wernicke

Estas descobertas foram resgatadas no século XX, por Norman Geschwind (1926-1984), e o Modelo Conexionista foi adaptado para o cérebro humano, prevendo uma interação entre as partes componentes desse órgão. Por outro lado, as técnicas experimentais desta época não eram suficientes para que os pesquisadores pudessem observar diretamente as minúcias dos processos mais internos do cérebro como a linguagem. Estes problemas metodológicos proporcionaram o crescimento da psicologia Behaviorista que propunha que tais processos deveriam ser estudados de forma comportamental, reduzindo-os a imitação e ao condicionamento modelado de acordo com os estímulos do meio e ao sistema de recompensa.

Em resenha do livro *Verbal Behaviour* (SKINNER, 1957) Noam Chomsky admite a impossibilidade de olhar para dentro do organismo, mas argumenta que o erro de Skinner é acreditar que o fator primordial para o comportamento seja o meio. No que se refere à Linguagem, Chomsky desafia o Behaviorismo se utilizando do ‘Problema de Platão’: como é

possível a criança saber tanto a respeito de sua língua se ela teve tão poucos estímulos? Contrariamente a Skinner, a proposta será a de que a única forma de estudar o comportamento é buscar compreender como a estrutura do organismo interage com os estímulos externos para que tal comportamento seja possível (*c.f.* LEMLE 2001). A partir de então, começa a ganhar força o programa de pesquisa em linguagem conhecido por Gramática Gerativa. Estas ideias encontraram grande apoio nas diversas áreas interdisciplinares. George Miller, pesquisador influente na área da memória, fundou a Psicolinguística que, num primeiro momento, nasceu para testar a realidade psicológica das transformações da teoria chomskiana. A militância de Chomsky contra o Behaviorismo também encontrou suporte na filosofia com Jerry Fodor e na neurologia com Eric Lenneberg, especialista em aquisição de linguagem (*cf.* FRANÇA, 2011).

A Linguística Gerativa se desenvolveu a partir de uma metodologia introspectiva, observando as línguas em busca de propriedades universais. A Psicolinguística buscou elaborar técnicas que suprissem a impossibilidade de olhar o cérebro humano. A abordagem biolinguística destas disciplinas abriu espaço para uma nova era nos estudos linguísticos, que levavam em conta a modularidade da mente para realizar diferentes tarefas. Essa brecha possibilitou que métodos não-invasivos de análise da atividade cerebral fossem inseridos em correntes de pesquisa que visassem a estudar o comportamento de fenômenos linguísticos no cérebro humano.

Desenvolvimento das técnicas não invasivas de imagem e eletrofisiologia

O primeiro cientista a desenvolver um aparelho que captasse a atividade cerebral sem utilizar métodos invasivos, foi o alemão Hans Berger (1873-1938). Após fracassar nas tentativas de medir o fluxo sanguíneo no cérebro de pacientes com fraturas cranianas, Berger voltou-se para medir atividades elétricas no cérebro. Foi no início do século XVIII que o médico e físico Galvani percebeu que era possível obter eletricidade ao excitar células cerebrais. No século XIX, os fisiologistas alemães DuBois-Reymond, Müller e Von Helmholtz descobriram que a atividade elétrica de uma única célula era capaz de afetar a atividade das células adjacentes de forma previsível. Com o desenvolvimento dessa ideia, Berger alocou eletrodos na cabeça do paciente e à medida que os experimentos avançaram foi possível maximizar o sinal dos eletrodos e captar a corrente elétrica no âmbito de minutos. Em 1934, outro neurofisiologista replicou os achados de Berger e, ao achar resultados mais

acurados, publicou-os e elevou o EEG ao patamar de artefato útil em experimentos psiquiátricos.

A descoberta da radioatividade natural data do ano de 1896, mas foi apenas em 1913 que o químico Hevesy percebeu que era possível acompanhar a trajetória de um elemento radioativo dentro de um organismo. Com o passar do tempo, na década de 1970, os computadores possibilitavam que não só uma imagem do interior de um organismo fosse captada, mas também alterada e melhorada. Além disso, era possível emitir menos radiação para se chegar ao resultado desejado. Assim a Tomografia por Emissão de Pósitrons (PET) foi desenvolvida.

Em 1991, na cidade de Massachusetts, o primeiro equipamento de Ressonância Magnética Funcional (em inglês, fMRI) foi testado e passou a compor uma das formas de estudar a atividade cerebral. O princípio utilizado para esse método foi o que Roy e Sherrington publicaram em 1890, isto é, o de que a atividade cerebral está intimamente ligada a um aumento da corrente sanguínea da região ativada. Basicamente, o fMRI opera com imagens desse fenômeno e torna possível a detecção das regiões do cérebro que são ativadas a partir de um estímulo, seja ele visual ou auditivo.

Conclusão

Através desta revisão histórica das técnicas e dos modelos de pesquisa em Linguística e em Neurociências, podemos perceber que o avanço destas disciplinas ao longo da história sempre esbarrou em questões ideológicas e em questões metodológicas. O fenômeno da linguagem é tomado como desafiador para os estudiosos da neurociência e, se o diálogo entre estes e os linguistas for mais recorrente, é possível que as variadas questões acerca do funcionamento da mente/cérebro possam enfim almejar um modelo que seja consistente e aceito interdisciplinarmente.

É interessante notar que o século XIX foi muito propício à difusão das ideias que transcenderam o tempo e influenciaram o pensamento do século XX. O advento e o avanço da tecnologia foram fundamentais nesse processo de desenvolvimento de técnicas que registrassem de alguma forma o que acontecia no cérebro quando este era estimulado.

No século XX, a tecnologia encarava uma fase de rápido e eficiente desenvolvimento. A partir das descobertas de Broca e Wernicke e da perspectiva mentalista acerca da linguagem postulada por Noam Chomsky, foi possível olhar a Linguagem de forma distinta do que havia sido praticado no curso da História.

O século XXI ocupa-se de aplicar essas descobertas e elevá-las a patamares interdisciplinares, visto que cada área do saber trabalha com caminhos que podem ser extremamente úteis a outras disciplinas. No caso da Linguagem, assumindo uma perspectiva mentalista e, dessa forma, tomando-a como parte integrante do corpo humano, é fundamental que aconteça a integração entre Linguistas e Neurocientistas, tomando o século XIX como exemplo, em que médicos, químicos e físicos trabalhavam juntos em busca de um único objetivo.

Laboratório ACESIN/UFRJ <www.acesin.letras.ufrj.br>, Apoio CNPq

REFERÊNCIAS

CHOMSKY, Noam. *A Review of BF Skinner's Verbal Behavior*, *Language*, 35(1): 26-58, 1959

_____. *Aspects of Theory of Syntax*, Cambridge, MIT Press, 1965

FRANÇA, Aniela I. Concatenações lingüísticas: estudo de diferentes módulos cognitivos na aquisição e no córtex. Tese de Doutorado em Lingüística, UFRJ, 2002

_____. A interface lingüística-neurociência da linguagem. *Cadernos de Estudos Lingüísticos*, UNICAMP, v. 49, p. 151-166, 2007.

_____. *A Revolução Cognitiva*, ms. 2011

GROSS, Charles G. Aristotle on the brain. *The Neuroscientist*, vol. 1, n. 4, p. 245-250, 1995

INGRAM, J. C. L. *Neurolinguistics: An Introduction to Spoken Language Processing and its Disorders*. Cambridge University Press. 2008

KANDEL, Eric R. The brain and behavior. In: KANDEL, Eric R.; SCWHARTZ, James H.; JESSELL, Thomas M. *Principles of Neural Science*. USA: McGraw-Hill, p. 5-19, 2000.

KAPLAN, R. M. "The Mind reader: the forgotten life of Hans Berger, discoverer of the EEG". *The Royal Australian and New Zealand College of Psychiatrics*, v. 19, n. 2, 168-169, 2011.

KUTAS, M.; HILLYARD, S.A. Reading between the Lines: Event-Related Brain Potentials during Natural Sentence Processing, *Brain and Language*, 1980

LEMLE, Miriam, *A Derrocada do Behaviorismo*, ms. 2001

POEPEL, D. EMBICK, D. The Relation Between Linguistics and Neuroscience. In A. Cutler (ed.), *Twenty-First Century Psycholinguistics: Four Cornerstones*. Lawrence Erlbaum. 2005

ROBILOTTA, C.C. “A tomografia por emissão de pósitrons: uma nova modalidade na medicina nuclear brasileira”. *Rev Panam Salud Publica*, 20(2/3):134-42, 2006.

SAMPAIO, T.O.M.; COSTA, M.U.C.L.M., História e Métodos Experimentais em Linguística e Neurociência da Linguagem, *Livro de Anais do Congresso Scientiarum Historia III*, Oficina de Livros, Rio de Janeiro, 279-283, 2010

TRINDADE, Maria João Gomes. “A Magnetoencefalografia: aplicações clínicas”. *Acta Méd Port*, 17, 231-240. 2002.

TURNER, Robert; FRISTON, Karl. “*Functional MRI*”. unpublished

WEEDWOOD, Barbara. *História concisa da Linguística*. São Paulo: Parábola, 2010.