

LINGÜÍSTICA, PSICOLOGIA E NEUROCIÊNCIA: A UNIÃO INESCAPÁVEL DESSAS TRÊS DISCIPLINAS¹

por Thiago Oliveira da Motta Sampaio* (UFRJ)**, Aniela Improta França (UFRJ/CNPq)
e Marcus Antonio Rezende Maia (UFRJ/CNPq)

RESUMO

Até meados do século XIX, os estudos da linguagem e os estudos da mente e do cérebro eram vistos como áreas incompatíveis e de naturezas distintas nas discussões acadêmicas. Uma vez que a linguagem passa a ser entendida como uma capacidade cognitiva da espécie, suas bases psico e neurobiológicas se tornam um importante objeto de estudo e passam a ser investigadas nas interfaces entre estas disciplinas. Este artigo se dedica a discutir a história comum entre a Linguística, a Psicologia e a Neurociência, de forma a mostrar que estas disciplinas estão inevitavelmente interconectadas em suas teorias e métodos através da Psicolinguística e da Neurociência da Linguagem.

PALAVRAS-CHAVE: História da Ciência; Psicolinguística; Neurociência da Linguagem

ABSTRACT

Until the mid-nineteenth century, the study of language and the study of mind and brain were seen as three incompatible research fields in academic discussions. Since language begins to be understood as a human cognitive ability, their psychological and neurobiological bases are raised as an important research object. At this moment, science starts to investigate human language at the interfaces between these three disciplines. The present paper examines the shared history of Linguistics, Psychology and Neuroscience, in order to show that these disciplines are inevitably interconnected in their theories and methods through Psycholinguistics and Neuroscience of Language.

KEYWORDS: History of Science; Psycholinguistics; Neuroscience of Language

1. INTRODUÇÃO: O SENSO COMUM SOBRE A LINGÜÍSTICA

A curiosidade do público não especialista em relação ao funcionamento do cérebro, hoje reconhecido como centro das funções vitais e mentais, é enorme. Por isso os estudos em Neurociência que buscam correlatos neurofisiológicos dos nossos sentidos e funções cognitivas superiores estão em alta nas discussões acadêmicas. Afinal, a pesquisa básica em neurocognição pode explicar diversos fenômenos fisiológicos indo além dos estudos comportamentais.

* mottakun@gmail.com

** Universidade Federal do Rio de Janeiro, Brasil

1. Este artigo é baseado na tese de doutorado do primeiro autor, sob a orientação do segundo e terceiro autores.

Se a neurociência como um todo é uma disciplina relativamente nova, o campo da neurociência da linguagem é ainda menos conhecido do grande público. As pesquisas sobre a Linguagem fora do contexto da academia, não são realmente consideradas ‘ciência’. Os estudos em Literatura, por exemplo, são vistos como pura apreciação da arte, esta, que serve de representação e manutenção histórica da cultura de um país e do mundo. No lado da língua, considera-se ‘socialmente útil’ apenas a normatização gramatical que gera e reproduz o preconceito linguístico daqueles que pretendem engessar uma cognição, semelhante à visão, audição e outras, ao beletismo.

Por exemplo, em 2011, um caso foi bastante divulgado na mídia. O livro ‘*Por uma vida melhor*’, da coleção ‘*Viver, aprender*’, distribuída pelo Programa Nacional do Livro Didático do MEC, que apresentava exemplos de fala não padrão, segundo alguns críticos, ‘ensinava os alunos a falar errado’. Neste caso, a Linguística foi taxada de vilã, passando a ser conhecida como ‘a disciplina que emperra o trabalho dos gramáticos que buscam ensinar Português aos brasileiros’. Infelizmente estudar linguagem por um ponto de vista do processo é ainda um tabu no Brasil, e qualquer coisa que saia do padrão dos produtos gerados pela literatura-gramática ainda sofre preconceitos no mundo não acadêmico.

Uma motivação plausível para esta visão inexata acerca das Ciências da Linguagem é que, ao contrário do que acontece com diversas outras áreas do saber, estes estudos fogem à tradição e ao padrão de sua área de concentração (Letras e Artes), e ainda são muito pouco divulgados no dia a dia do público não acadêmico. A razão para esta falha na divulgação da Linguística e de seus métodos pode, e deve, ser alvo de um estudo mais técnico. Não é exatamente isso que iremos empreender nesse artigo, mas sim um rastreamento histórico das disciplinas de três disciplinas que inescapavelmente se entrelaçam com os estudos sobre a linguagem. O objetivo desse artigo é, portanto, revisar parte do caminho percorrido pela Linguística, pela Psicologia e pela Neurociência, indicando pontos de contato e suas colaborações ao longo da história.

O público não especializado conhece muito pouco sobre os estudos realizados pelas diferentes áreas da Linguística, uma ciência que vem crescendo a passos largos especialmente a partir dos anos 50, com os trabalhos de Noam Chomsky, Morris Halle, Jerry Fodor e Eric Lenneberg entre outros que iniciaram a tradição gerativista, e a partir dos anos 60, com o advento da sociolinguística inaugurado por William Labov e seu professor Uriel Weinreich. Desses dois ramos, com intervenção de nomes seminais da psicologia experimental como George Miller e Eugene Galanter, de alguma forma deriva quase tudo o que se faz em Linguística hoje em dia, incluindo estudos bastante tecnológicos das últimas 3 décadas, que pretendem entender aspectos diminutos do processamento *on-line*. Nesse sentido, os estudos em sócio, psico e neurolinguística tomaram o caminho inverso às concepções do senso comum: o afastamento cada vez maior das normativizações gramaticais, e a aproximação inevitável com as ciências sociais e biológicas que conhecemos hoje.

Por outro lado, há que se considerar que, mesmo fora do senso comum, no que queremos especificar como ciência, há ainda barreiras difíceis de transpor, pela própria natureza da linguagem e das línguas, que necessariamente impõe o recorte de uma multiplicidade de objetos socioculturais, biológicos psicológicos e neurológicos. Sociolinguistas e psicolinguistas interagem muito pouco, certamente aquém do que deveriam. Linguistas teóricos, psicolinguistas e neurocientistas da linguagem, ainda que venham

mantendo algum diálogo, têm um grande caminho a percorrer para obter fertilização plena entre seus domínios específicos, superando as saídas mais fáceis do reducionismo e do eliminacionismo.

2. SOBRE A DIVISÃO DAS CIÊNCIAS

Nos séculos V e IV AEC, na Grécia Clássica, de onde se originou grande parte do conhecimento herdado pela cultura ocidental, já se observava que todo tipo de conhecimento era classificado dentro do grande domínio da Filosofia. A Filosofia era uma espécie do que hoje chamamos de Ciência, o campo que se dedica à busca de evidências lógicas e metodológicas para procurar entender algum objeto específico do mundo em que vivemos. Aos poucos surgiram subdivisões que se dedicavam a um determinado ponto do conjunto do conhecimento/pensamento filosófico. E então, começaram a surgir algumas das primeiras áreas da Filosofia como a Filosofia Natural (algo no caminho para o que conhecemos como Física hoje), a Metafísica, a Matemática e a Geometria

Mais adiante, provavelmente no século III AEC, foi fundada a *Biblioteca de Alexandria* onde, durante muitos anos, estudiosos de diferentes áreas se encontravam para discutir artes e ciência em geral, compartilhando e integrando seus conhecimentos ao todo. Até então, os estudos dos diversos aspectos, objetos e pontos de vista sobre o mundo partiam basicamente das mesmas raízes, buscando uma melhor compreensão do que nós somos e de tudo o que nos rodeia. Ainda hoje, ao observarmos os objetos de estudo de cada disciplina, as divisões do todo e suas subpartes parecem ser bastante naturais. Porém, isso não deveria implicar em um desligamento de suas disciplinas irmãs, podendo inclusive a arte dialogar com a ciência, como se pode observar nos trabalhos de Leonardo da Vinci, no Renascimento, nos romances de Émile Zola, no século XIX, e até na fabricação das câmeras fotográficas modernas que utilizam conhecimento físico, biofísico, de informática e de engenharia para atender às necessidades do fotógrafo.

Muitos pesquisadores estudam o fenômeno da literariedade e seus efeitos na *Ciência Empírica da Literatura*. Outros estudam os processos fisiológicos e psicológicos dos estímulos auditivos através da *Percepção da Fala*. Outros estudam os fenômenos sociais relacionados à linguagem através da *Sociolinguística*. Também é possível realizar um estudo mais psicológico sobre a situação e o valor dos enunciados com o auxílio da *Pragmática* ou ainda elaborar uma *Análise do Discurso*, incorporando as ideologias. Cada uma destas disciplinas se utiliza de conceitos mais ou menos comuns em outras áreas (Neurociências, Psicanálise, Sociologia, Física, Fisiologia, Psicofísica e Educação), mas todas possuem como objeto de estudo a *linguagem*.

A linguagem é um objeto de estudo amplo cujos limites ainda não conhecemos. Ao estudá-la temos que nos contentar em observar pequenos pedaços, através de diferentes angulações. Somente assim é possível pesquisar a mais complexa e humana de todas as cognições.

Entre os séculos XVIII e XIX, a Filosofia começou a perder seu status de método exclusivo da busca pelo conhecimento, abrindo espaço para os métodos empíricos. Por outro lado as próprias ciências *modernas* tiveram suas origens no pensamento filosófico. Por exemplo, a Zoologia pode remontar à Aristóteles, discípulo de Platão e tutor de Alexandre Magno, rei da Macedônia. A posição de tutor de

um dos maiores reis da Antiguidade deu à Aristóteles o privilégio de ter contato com uma larga escala de espécies de seres vivos de diferentes regiões, que não eram acessíveis a outros pensadores. A partir desses dados, Aristóteles desenvolveu uma das ideias mais antigas de *scala naturae*² (SINGER, 1931).

Um outro exemplo curioso se encontra na especulação sobre a natureza e o funcionamento do corpo humano, que tiveram um grande impacto na Grécia Clássica. Havia nesta época uma discussão sobre o órgão fundamental à vida. Alguns pensadores, como Alcmaeon, Demócrito e Platão, argumentavam a favor do cérebro. Outros, como Aristóteles e Empédocles, acreditavam ser o coração (GROSS, 1995). Nas ciências exatas, a Física cedeu as bases para os principais pensadores gregos e seguiu conhecida pelo nome de Filosofia Natural até meados do século XIX, quando então, junto com a Química atingiram determinado nível de especificidade e passaram a se desenvolver como ciências distintas e autônomas.

No que diz respeito aos estudos da Linguagem, eles sequer eram considerados um ramo da Filosofia. Mesmo antes da era clássica, a preocupação com a Linguagem era de cunho basicamente prático, através de debates sobre as partes do discurso filosófico e também sobre a natureza dos conceitos e das palavras por eles utilizadas. Podemos observar este tipo de discussão nas obras dos pensadores hindus, como em *Nirukta* de Yaska, e em *Astadhyayi* de Panini (MATILAL 1990; GANERI, 1999; FLOOD 2003), além do *Crátilo* de Platão, na Grécia Clássica.

Outra aplicação do pensamento sobre a língua era a utilização da sintaxe como ferramenta de correção de enunciados defeituosos, o que daria origem às gramáticas normativas/prescritivas que temos hoje. Note-se, no entanto que, ao final da Idade Média, o estudo da Gramática compunha o chamado *trivium*, ao lado da Lógica e da Retórica, parte integrante do currículo escolar do período, em que o Grego e o Latim eram considerados *línguas especiais*, cujo estudo deveria contribuir para cultivo da clareza de expressão, mas, principalmente para o desenvolvimento do pensamento lógico e coerente (LARSON 2010).

No século XIX, enquanto as Ciências Exatas e Biológicas se afirmavam como autônomas, a área de Humanas ainda se via bastante influenciada pelas discussões filosóficas. Os estudos em linguagem, em especial, ainda tinham o intuito de criar gramáticas, ou tinham cunho filosófico ou de crítica literária. Apenas na segunda metade do século, estes estudos passaram por uma mudança conceitual, que definiu as próprias Línguas³ como objetos de estudo (ver SOUZA, 2014 para uma excelente revisão e reflexão sobre o estado da arte no estudo das gramáticas e LARSON, 2010 para uma revisão da questão da linguagem como objeto de estudo natural).

2. Ideia de que todos os seres vivos podem ser organizados de forma progressiva e linear. Diversas noções de *scala naturae* foram propostas ao longo da história, desde a degradação a partir do homem até a ideia de que o homem seria o topo da escada evolutiva. Hoje a Biologia nos diz que todos os seres vivos possuíram um ancestral comum e as espécies evoluíram progressivamente de acordo com as pequenas mutações sofridas ao longo do tempo, em conjunto com as pressões do seu meio.

3. Ao utilizar o termo *Língua*, nos referimos aos sistemas/gramáticas, a qualquer sistema linguístico natural utilizado por qualquer comunidade para se comunicar. É importante diferenciá-lo do termo *Linguagem*, que utilizamos para nos referir a forma/capacidade de comunicação na espécie humana. Por exemplo, as línguas e sua utilização, são variáveis e passíveis a mudanças consideráveis ao longo do tempo, constituindo uma evolução das línguas que pode ser remontada através de árvores genealógicas. Já a linguagem é, a princípio, invariável e não há evidências de que tenha sofrido mudanças significativas desde seu surgimento no *homo sapiens*, embora a entrevista de Wolfram Hinzen no presente número da *Linguística* apresente ideias do autor, a serem confirmadas, que poderiam implicar em alterações evolucionárias importantes na capacidade da linguagem humana. Assim, a evolução das línguas pode ser considerada uma disciplina dentro da Linguística. Já a evolução da Linguagem também é estudada junto à evolução dos primatas na Biologia.

A inclusão do Sânscrito na Linguística Comparativa, no fim do século XVIII, por Franz Bopp, fez ressaltar regularidades entre essa língua sagrada hindu e as línguas clássicas (latim e grego). A partir de então é inaugurada uma abordagem histórico-comparativa dos estudos da linguagem, que hoje é conhecida como *Linguística Histórica*. O principal objetivo desta abordagem é a busca por similaridades que permitem descrever os processos de mudança que levam as línguas a evoluir, assim como, por exemplo, o Latim evoluiu para as línguas românicas modernas. Como não existem registros sonoros dos falantes da época, essa abordagem se focou em textos escritos antigos, estudados e recuperados pelos trabalhos dos *filólogos*.

Ainda no século XIX, ocorreram algumas descobertas que fizeram a linguagem tomar lugar central nos livros de neurologia. Trata-se da tentativa de localizar centros de linguagem no cérebro através de exames *post-mortem* do cérebro de pacientes que sofreram acidentes vasculares. Os neurologistas *Paul Pierre Broca* (1861a,b) e *Carl Wernicke* (1874) relacionaram problemas específicos de desempenho linguístico a lesões corticais, em pacientes que vieram a óbito.

Os pacientes de Broca apresentavam problemas na articulação da fala. Seu primeiro paciente e o mais conhecido, Mr. Leborgne, apesar de preservar a prosódia e a compreensão do que escutava, apenas conseguia articular a sílaba [tã] reiteradamente. O médico francês então caracterizou esta afasia como uma disfunção ao mobilizar os órgãos da articulação para produzir palavras. Após anos de observação e de descrição dos sintomas de sua patologia, Broca obteve autorização para observar cérebro de Mr. Leborgne e constatou que ele sofrera uma lesão na terceira circunvolução do lóbulo frontal esquerdo. Mais a frente, Broca examinou outros oito pacientes que apresentavam deficiência na produção de palavras funcionais de classe fechada, como artigos e preposições e depois pode relacionar essas disfunções à mesma região frontal.

Os pacientes de Wernicke (1874), por sua vez, não apresentavam qualquer problema articulatório. Sua produção, porém, era completamente sem sentido, já que eles não entendiam o que eles próprios falavam. As patologias dos pacientes de Wernicke eram descritas como problemas com a forma fonológica de algumas palavras, realizando numerosas substituições de sons e neologismos ocasionais. Após a observação de seus cérebros, ficou constatado que estes pacientes sofreram lesões em parte do giro temporal superior esquerdo. Naquela época o modelo de linguagem era simplista: concebia-se a área de Broca conectada com a de Wernicke, por isso Modelo Conexcionista⁴.

Esse modelo vem sendo sempre atualizado e radicalmente mudado quando surgem novas evidências neurofisiológicas. Dronkers (1996) e Dronkers *et al.* (1995) relatam que há pacientes com lesão na área de Broca e que não desenvolvem afasia de Broca, e a mesma coisa acontece com a área de Wernicke. Isso se dá porque a cartografia cerebral não se estabelece só com a relação disfunção-lesão. Note-se que para o mapeamento biunívoco entre cognição e localização, há que se atingir uma relação em que disfunção é ligada a lesão e toda lesão naquela área é ligada exclusivamente à mesma disfunção (dupla dissociação). Esse ideal já é em parte atingido hoje em dia com a nova cartografia das áreas de Broca e Wernicke que são formadas, não por um córtex unificado, mas sim por muitas subáreas com

4. O Modelo Conexcionista de Wernicke (sec. XIX) não tem qualquer relação com o Conexionismo, modelo cognitivo em redes, do século XX. Para um detalhamento disso cf. França 2015: 175)

alta especificidade de circuitaria, interligadas de forma serial e paralela (cf. BERWICK et al 2013). De forma geral, podemos dizer que a afasia de Broca está relacionada a deficiências gramaticais, enquanto a de Wernicke está relacionada ao déficit de compreensão (KANDEL, SCHWARTZ, JESSELL, 2000; BEAR, CONNORS, PARADISO 2008).

3. O NASCIMENTO DA LINGUÍSTICA: O ESTRUTURALISMO EUROPEU

Junto com a especialização de muitas ciências a partir da Filosofia, no início do século XX, os estudos da linguagem tiveram uma presença marcante com o surgimento da Linguística como uma ciência autônoma. Este reconhecimento se deve à abordagem Estruturalista, cujo principal nome na Europa é o do suíço Ferdinand de Saussure. A partir de então, os linguistas da época se concentraram na descrição das menores peças formadoras de sentido nas línguas naturais. Assim, as gramáticas descritivas/estruturalistas se configuraram como uma das primeiras e principais forças de oposição às gramáticas normativas, existentes pelo menos desde a Grécia Clássica.

O *Curso de Linguística Geral* (SAUSSURE, 1916) disserta sobre os sistemas linguísticos que eram organizados a partir de várias oposições estruturais estudadas sincronicamente. A mais importante delas era a oposição entre *Língua* e a *Fala*, sendo a *langue* mais estável do que a *parole*. Dentro do escopo da *langue* estão três níveis linguísticos mais estáveis: a Fonologia, representando a estrutura dos sons, a Morfologia que analisa a estrutura das palavras, a Sintaxe, regendo a estrutura das sentenças e parte da semântica que confere significado mais geral. Dentro do escopo da *parole* estão a semântica, fonética e pragmática.

Com a oposição Sintagma e Paradigma, Saussure propõe organizar os signos linguísticos em duas dimensões uma representada por um eixo horizontal das relações em presença (Sintagma) e outro representado por um eixo vertical das relações em ausência (paradigma). Isso representou uma liberdade de olhar o fenômeno linguístico em si enquanto sistema, mantendo também uma perspectiva histórica recuperável como suporte para o entendimento da mudança linguística.

Outro conceito importante introduzido por Saussure é a arbitrariedade da relação entre Forma/Significante e Conteúdo/Significado na constituição do signo linguístico. Por exemplo, o termo cachorro não se refere ao animal no mundo, mas a forma sonora (significante) se relaciona com um conceito psíquico (significado).

Ao comparar diversas línguas do mundo, Saussure parece apontar para a não existência de uma motivação direta para a atribuição de determinada forma fonológica no repertório lexical de uma língua⁵. Quando porventura alguma semelhança fonológica entre as mesmas palavras em duas línguas é encontrada, tais relações são facilmente explicadas por familiaridade linguística ou por eventos históricos que aproximaram as duas culturas. Um exemplo do primeiro caso é a família das línguas

5. É importante observar que esta visão ainda é contestada em algumas correntes da Linguística. Mas observe que a não existência de uma motivação direta não quer dizer que não possam existir motivações por analogias, metáforas etc. (ex. mouse e vírus de computador). Porém, pode-se considerar estes casos como sendo exceções periféricas sem centralidade para o sistema. Neste sentido, mesmo reconhecendo que a arbitrariedade do signo não é totalmente livre de influências, não parece existir uma motivação direta para a nomeação das coisas e dos eventos no mundo.

neolatinas. Nas tabelas 1 a 3 encontramos exemplos das relações de itens lexicais entre duas línguas românicas (português e francês) e entre duas línguas que tiveram contato histórico (francês e inglês).

Português	Inglês	Francês
Borracha	Eraser	Gomme
Menina	Girl	Fille
Camundongo	Mouse	Souris
Cama	Bed	Lit

Tabela 01: Palavras com formas diversas nas três línguas

Português	Inglês	Francês
Globo	Globe	Globe
Disco	Disk	Disque
Papel	Paper	Papier

Tabela 02: Palavras com formas semelhantes nas três línguas

Português	Inglês	Francês
Livro	Book	Livre
Relógio	Clock	Horloge
Ferro	Iron	Fer
Muro	Wall	Mur

Tabela 03: Palavras semelhantes em português e francês e diferentes no inglês

É interessante observar que, em algum momento da história, ocorre uma espécie de convergência tácita entre os falantes, no qual determinados conceitos são nomeados de determinada forma (Tabela 1). Porém, é difícil identificar qual foi o momento e em quais conhecimentos os falantes de uma época desconhecida se basearam para rotular as entidades do mundo. E até certo ponto isso é uma informação irrelevante. Diferentemente da tabela 1, a lista na tabela 2 nos traz palavras que apresentam clara semelhança, mesmo entre diferentes línguas. Estes casos retratam que uma outra forma de nomear as coisas do mundo é trazer para a sua língua, por empréstimo, palavras de outras línguas. Isto ocorreu com os povos românicos e os que a eles foram incorporados em algum momento da história. Nas tabelas 2 e 3 observamos palavras que vieram do latim para o Português e para o Francês e, na tabela 2, palavras que o Francês emprestou para o Inglês⁶.

6. Graças à invasão normanda às Ilhas Britânicas no século XI, o francês e o inglês possuem uma parte razoável de raízes compartilhadas e/ou semelhantes que foram ajustadas à realidade sintática e fonológica de cada língua. Isso quer dizer que também existe um razoável número de palavras que são iguais em francês e inglês, e que são diferentes das do português (ex.: chave [lavi] / key [kej] / clé [kle]; garrafa / bottle / bouteille ou escova / brush / brosse). Além destas também existem poucas palavras que são semelhantes em português e inglês e diferente no francês (ex.: computador / computer / ordinateur). Estas palavras, porém, são resultantes de um empréstimo do inglês para o português enquanto o francês utilizou um novo termo para a palavra.

4. MENSURANDO OS PROCESSOS MENTAIS: O NASCIMENTO DA PSICOLOGIA EXPERIMENTAL

Assim como a Linguística, as teorias da Psicologia do início do século XIX também sofriam forte influência da Filosofia. Porém, o crescimento das disciplinas e dos métodos experimentais irá influenciar o desenvolvimento de novos métodos de análise nos estudos da mente humana.

Em 1879, visando a fundação da Psicologia Experimental, *Wilhelm Wundt*, da Universidade de Leipzig, foi o primeiro a utilizar métodos experimentais em pesquisas sobre a mente. Em seguida, nos deparamos com as ideias de *Gustav Theodor Fechner* que almejava compreender o processamento envolvido na tradução de estímulos físicos em fenômenos mentais. Fechner então fundou a Psicofísica, ao descrever formalmente a proposta da disciplina e seus métodos de investigação. Uma das bases da Psicofísica é a observação de que a relação do contínuo físico e do contínuo psicológico não são tão triviais. A percepção da intensidade de um estímulo depende de mais coisas do que dos elementos diretamente relacionados a ele⁷.

Esta observação motivou um programa de pesquisa que pudesse aferir os processos mentais tanto quanto os processos físicos já vinham sendo mensurados. Assim a Psicologia Experimental é propiciada no enalço da computação e do processamento linguísticos. Wundt introduz sua teoria da linguagem junto a suas hipóteses sobre outros processos cognitivos em *Völkerpsychologie* (Psicologia Cultural; WUNDT, 1904). Nesta obra, o autor aborda tópicos que dariam origem a diversas disciplinas como a Psicologia Social e a Antropologia do século XX. *Völkerpsychologie* possui dez volumes dos quais dois são dedicados ao estudo da Linguagem (BLUEMENTAL, 1975 apud MILLER, 1991). O livro porém foi publicado muito próximo à eclosão da 1ª Guerra, o que fez com que suas ideias fossem pouco lidas fora da Alemanha.

Embora Wundt tenha iniciado a pesquisa em linguagem com criatividade, veio a perceber que a linguagem se constituía como um processo mental mais complexo do que os estímulos visuais e auditivos, por exemplo. Embora fosse seu desejo estudá-la, não havia tecnologia na época para mensurar um sistema de tamanha complexidade. Desta forma, Wundt deixa o estudo da Linguagem de lado temporariamente (GOODWIN, 2005)⁸.

Depois de Wundt, Karl Buhler foi um dos maiores interessados em uma teoria psicológica da linguagem. Seu trabalho, proposto em *Sprachtheorie* (BUHLER, 1934), ressalta a importância de que linguistas e psicólogos trabalhem juntos de forma a aumentar o poder descritivo de ambas as disciplinas. Infelizmente, motivações políticas fizeram com que seus trabalhos fossem interrompidos.

7. Ligar uma lanterna durante o dia não resulta necessariamente em uma melhor iluminação ambiente. Da mesma forma, a diferença de peso percebida na palma de sua mão ao segurar um estojo não será necessariamente percebida se o mesmo estojo for colocado em uma mochila.

8. Goodwin (2005 p.122) diz: “[Wundt] tinha especial interesse pela língua, e suas descrições bem poderiam valer-lhe o título de fundador da moderna Psicolinguística. Muito do que escreveu foi ignorado e só redescoberto nas décadas de 1950 e 1960, quando a Psicolinguística ganhou importância-chave no surgimento da Psicologia Cognitiva.”

Em 2013, na conferência de abertura do 19o Congresso Internacional dos Linguistas em Genebra, Giorgio Graffi frisa que “Chomsky did what Wundt would like to do” (“Chomsky fez o que Wundt gostaria de ter feito”).

5. A PSICOLOGIA BEHAVIORISTA E A VISÃO ANTI-MENTALISTA DA LINGUAGEM

Enquanto o interesse na linguagem seguia vivo na Psicologia europeia, nos Estados Unidos a Psicologia Funcionalista, fundada por John Dewey e colegas, se baseava em conceitos apresentados em *Principles of Psychology* (1890) de William James. Esta corrente da Psicologia trabalha através de método introspectivo e possui uma base fortemente darwinista clássico, observando a mente e seus processos a partir de um ponto de vista adaptativo. Desta forma, a Psicologia deveria pensar em aplicações práticas como, por exemplo, a compreensão dos processos mentais como fator de adaptação do indivíduo ao seu meio. Este conhecimento deveria ter como finalidade a aplicação em áreas como, por exemplo, a Educação, o comportamento animal e o de crianças, que eram tópicos de estudo da Psicofísica até então.

Os psicólogos funcionalistas acreditavam que a linguagem propiciava grande fontes de erro, por sua natureza alegadamente não-discreta. Seus argumentos indicam que a aparente discretude das palavras impediriam os estudiosos de perceber que o fluxo do pensamento seria contínuo e não dividido em blocos discretos. Desta forma, a Psicologia Funcionalista acaba por afastar os estudos da linguagem da agenda de estudos da psicologia de então.

Uma nova abordagem da Psicologia surge no início do século XX e irá tomar uma posição relativamente intermediária entre a proposta mentalista de Wundt e a Psicologia Funcionalista.

Assumindo um método experimental, a Psicologia Behaviorista (ou Comportamentalista) entende a linguagem como um aspecto importante da mente humana, porém a investigará através da interação entre indivíduo e ambiente. Dois nomes importantes da Psicologia serviram de inspiração para a fundação do Behaviorismo: Edward Lee Thorndike e Ivan Pavlov.

Thorndike cunhou o conceito de *Lei do Efeito*, que diz que ações que possuem um resultado agradável tendem a se repetir, ao contrário das que trazem resultados desagradáveis. Esta lei seria válida tanto para o homem quanto para os outros animais. Seu experimento mais conhecido é a *Caixa de Thorndike* (ou *Caixa Problema de Thorndike; Thorndike Puzzle Box*). Neste experimento, o pesquisador introduz um gato em uma caixa da qual o animal só poderia sair operando algumas travas. Como forma de garantir a motivação do gato, o pesquisador mantinha uma porção de alimento do lado de fora. O experimento mostra que após algumas tentativas, alguns gatos logram êxito e conseguem sair da caixa. Ainda assim, aparentemente os gatos não teriam noção das consequências de suas ações e somente aprenderiam a sair da caixa após uma série de novas tentativas. A partir deste dado, o autor propõe que a inteligência tenha origem no sistema de tentativa e erro. Por outro lado, após uma série de tentativas bem sucedidas, alguns gatos conseguem memorizar o mecanismo que lhes permite sair da caixa. Este novo dado faz com que o autor proponha que as tentativas que alcançam uma recompensa ficam gravadas na mente do animal, tendendo a se repetir mais frequentemente que as outras, até gerar o aprendizado.

Na mesma época, o fisiologista Ivan Pavlov, que acabara de ganhar o Nobel em fisiologia em 1904 ao estudar a ação das enzimas no estômago de cães, adquiriu um grande interesse no estudo do comportamento destes animais. Através de experimentos comportamentais, Pavlov percebeu que quando determinados estímulos co-ocorrem com certa frequência junto a outro estímulo não relacionado, os

cães passavam a relacioná-los. Por exemplo, se um determinado padrão sonoro como um sino sempre toca antes do dono do cão lhe dar alimento, o sino passa a ser considerado um indício da proximidade do alimento, por mais que a relação entre eles seja apenas incidental. Assim, a frequência faz com que formas aleatórias possam ser relacionadas a conteúdos distintos. A esta associação deu-se o nome de *Reflexo Condicionado*, em contraste com a associação relacionada entre a salivação do cão diante de seu alimento que foi chamado de *Reflexo Não-Condicionado* por possuir uma relação quase que causal. O procedimento inverso, ou seja, a apresentação do som de um sino ao cão que apresenta salvação condicionada, sem a apresentação do alimento, se repetida algumas vezes, fará com que o cão desassocie o estímulo sonoro e a comida.

Inspirado nestes estudos, John Watson, Burrhus Frederic Skinner e outros fundaram a abordagem Behaviorista da Psicologia no início do século XX. No que diz respeito à linguagem, o nome mais influente do Behaviorismo foi o de Skinner, que escreveu o livro *Verbal Behaviour* (1957) que propõe uma abordagem fortemente behaviorista para o comportamento linguístico humano. Segundo Skinner, a linguagem seria influenciada pelo ambiente de interação social com outros humanos, diminuindo assim a importância que os processos internos ocupam na concretização e no processamento das informações linguísticas.

Esta visão antimentalista sobre a linguagem se afasta completamente dos objetivos iniciais de Wundt, de compreender os processos geradores da linguagem pela mente humana.

6. RELATIVIDADE LINGUÍSTICA: A LÍNGUA PODE MOLDAR O CONHECIMENTO DE MUNDO DO FALANTE?

O Behaviorismo ganhou força e influenciou os quadros conceituais de diversas disciplinas. Até os anos 50 muitos estudos em Antropologia como os de Franz Boas tratavam a natureza da linguagem de forma comportamentalista. Outro nome importante foi o de Leonard Bloomfield (1933) que, mesmo adepto do Behaviorismo, é considerado o fundador da Linguística Estruturalista norte-americana. Neste ponto é importante distinguir o Estruturalismo Europeu do Estruturalismo Americano. Enquanto os europeus se debruçavam sobre a estrutura das línguas atuais e antigas através de registros escritos originais, os americanos utilizavam a teoria e os métodos de análise estruturalistas (ex. análise de corpus) para a descrição e documentação de línguas indígenas ágrafas.

Neste caminho, Edward Sapir desenvolveu alguns trabalhos em Etnolinguística junto a um de seus alunos, *Benjamin Lee Whorf*. Mas os pesquisadores ficaram especialmente conhecidos por uma hipótese que, ainda hoje, permeia as discussões nos estudos da linguagem e da mente: a Relatividade Linguística ou a Hipótese Sapir-Whorf. Ao observar certas diferenças na estrutura e na cultura de determinadas línguas, Sapir e Whorf passaram a acreditar que a língua falada por uma comunidade linguística pode influenciar ou mesmo moldar a forma como pensamos e lidamos com o mundo. A língua poderia codificar e refletir conhecimentos compartilhados culturalmente, impondo determinadas visões de mundo aos seus falantes.

Os exemplos mais clássicos da Relatividade Linguística tratam da categorização de cores. Normalmente pensamos que ao aprender as cores em uma nova língua, devemos apenas listar isomorfica-

mente os nomes correspondentes às cores que já categorizamos em nossas línguas. Porém, não é bem assim que acontece. É comum encontrar línguas que não fazem distinção entre azul e verde, como as faladas por algumas comunidades indígenas como o Lakota Sioux (ULLRICH, 2008), ou mesmo pelo Vietnamita (NGUYEN, 2012). Mas não precisamos citar línguas menos conhecidas. Ao observarmos o Russo, veremos que eles possuem duas palavras para a cor *azul*, синий [‘sĩnji (*cinyi*)] que quer dizer azul escuro, e голубой [gɔlu’boj (*goluboy*)] para outros tons. Para os russos, estas não são variações de uma mesma cor, mas sim cores distintas (WINAWER *et al.* 2007; FRANKLIN *et al.* 2008).

Boroditsky (2011) estudou uma língua nativa da Austrália, *Kuuk Thaayorre*, que possui um sistema de direção bastante curioso. Nesta língua, não é possível utilizar nossa própria posição ou a posição de um terceiro como referencial espacial, visto que não há palavras como frente, trás, direita e esquerda. As palavras de direção existentes na língua são apenas as utilizadas para se referir aos pontos cardeais como norte, sul, leste e oeste. Desta forma, o falante está constantemente ciente de sua própria orientação espacial, o que é bastante incomum entre outras culturas humanas, mas muito comum em animais com sistema navegacional com sensores magnéticos. Um outro exemplo, mas próximo de nós, pode ser encontrado na flexão dêitica nos verbos da língua indígena brasileira Karajá, falada na Ilha do Bananal (TO) e arredores. Conforme analisado em Maia (2007), em Oliveira (2010) e em Oliveira e Maia (2011), a língua Karajá apresenta um sistema de alternância fonológicas, que marcam direção física ou empática em afixos de verbos ativos. Quando não há a presença da afixação direcional, a direção é translocativa ou centrífuga; quando há a presença da flexão direcional, a direção é cislocativa ou centrípeta. Ou seja, quando marcado direcionalmente, o verbo indica a orientação física da ação no sentido da posição espacial ou empática do falante. É interessante notar que um sistema altamente produtivo de marcação direcional geográfica e empática tenha se desenvolvido em uma população que tem sido caracterizada, como tendo hábitos tradicionalmente nomádicos, movimentando-se constantemente ao redor e no interior da Ilha do Bananal (TORAL, 1992).

Acreditamos que esses exemplos constituem evidências relevantes em favor da hipótese de que haja alguma harmonia entre as línguas e a realidade cultural e cognitiva dos povos que as falam. Ainda assim, a Relatividade Linguística continua sendo uma questão controversa que, provavelmente, ainda está longe de ser bem equacionada.

7. REINVENÇÃO DA LINGUÍSTICA COMO CIÊNCIA COGNITIVA: A LINGUÍSTICA GERATIVA

A hipótese behaviorista sobre a linguagem começa a ser combatida no início dos anos 60. Em uma resenha de *Verbal Behavior*, Noam Chomsky argumenta contundentemente que a criatividade linguística deve também ser observada por um ponto de vista biológico. Chomsky admite a impossibilidade de observar os mecanismos do organismo humano, mas ataca o que ponto mais central da teoria de que um comportamento é determinado e modelado pelo estímulo. No que diz respeito à Linguagem, Chomsky desafia a Psicologia Behaviorista ao citar o *Problema de Platão*, explicitado no diálogo *Mênon*⁹: como é possível saber tanto com tão pouca evidência? Chomsky pensa em Platão para se

9. Em *Mênon*, Platão apresenta um diálogo do personagem Sócrates com Mênon e seu escravo. Neste diálogo, Sócrates se diz capaz de mostrar à Mênon que seu escravo sabe geometria apesar de não possuir qualquer ensino formal na área. O questionamento deixado por Platão neste diálogo pode ser resumido a ‘como podemos saber tanto com tão poucas evidências?’

perguntar como a aquisição de linguagem pode se dar de forma tão rápida e perfeita: como pode uma criança saber tanto a respeito de sua língua materna se ela teve tão poucos estímulos e grande parte deles podem ser considerados falhos ou corrompidos? Contrariamente a Skinner, a proposta chomskyana indica que a única forma de estudar o comportamento linguístico é buscar compreender como a biologia da espécie humana é ativada de forma singular por estímulos externos para desenvolver a cognição linguística.

Com *Syntactic Structures* (CHOMSKY, 1957) levou os estudos de linguagem para o centro da Revolução Cognitivista da metade do século XX. A ideia de Chomsky era a de reiniciar uma abordagem mentalista dos estudos em linguagem, que se basearia na postulação de um aparato mental/cerebral predisposto a sua aquisição. O argumento utilizado por Chomsky neste ponto remonta à Wilhelm von Humboldt (1836): a linguagem humana, através do princípio da recursividade e de um conjunto finito de peças, seria capaz de produzir um número infinito de sentenças. Chomsky cria então uma nova dicotomia para a linguagem. O conhecimento linguístico do falante é tratado como uma *Competência* inevitável, e que não seria afetada a não ser em casos de danos cerebrais. Já o acesso à competência foi chamada de *Desempenho*, podendo ser afetado por falhas de processamento, pela condição psicológica, por problemas motores e por outras variáveis.

A partir de então, os estudos estruturalistas que visavam descrever as línguas do mundo por meio de suas diferenças, passaram a conviver com os estudos em Linguística Gerativa Transformacional que buscava superar a mera descrição e chegar a uma explicação do seu objeto de estudo. Ao contrário da abordagem estruturalista, a Teoria Gerativa não parte das diferenças entre as línguas, mas de suas semelhanças. Estas semelhanças formariam a chamada *Gramática Universal*, que representa o sistema inato da linguagem humana e oferecem uma resposta ao Problema de Platão.

Oferecendo um apoio estratégico às propostas Gerativistas, Eric Lenneberg (1967) compara o desenvolvimento linguístico e cerebral das crianças, representado na Tabela 4.

Desenvolvimento Linguístico	Desenvolvimento do Cérebro
O período inicial que perdura até os 2 ou 3 anos é o período ótimo para aquisição de linguagem. Crianças que adquirem e utilizam qualquer língua até esta idade são considerados falantes nativos.	O período do nascimento até os 2 ou 3 anos é caracterizado pelo crescimento acelerado do cérebro. O volume cerebral da criança passa de 30% dos valores médios adultos para cerca de 70% a 80%
Por volta dos 4 anos, o sistema linguístico da criança atinge um grau de mais ou menos estável, que pode ainda ser melhorado e restaurado até o início da puberdade, por volta dos 12 ou 13 anos.	Por volta dos 3 ou 4 anos a taxa de crescimento do cérebro desacelera gradualmente. O crescimento ainda seguirá até o início da puberdade, por volta dos 12 ou 13 anos.
A partir da puberdade, a aquisição de uma língua sem o intermédio de um ensino formal parece impossível, e a restauração do sistema adquirido é bastante restrita.	Nesta idade, o cérebro chega praticamente à maturidade, ultrapassando 95% dos valores médios de um cérebro adulto. Seu crescimento ainda progride até o fim da puberdade.

Tabela 04: Quadro comparativo das etapas de desenvolvimento linguístico e cerebral. Um resumo do trabalho de Lenneberg (1967). O presente quadro apresenta algumas modificações pontuais do quadro original, elaborado por Gonçalves (2006: 28).

Baseado nesta comparação, Lenneberg questiona se o meio em que qualquer criança do mundo vive seria tão homogêneo a ponto de também partilhar de tal comparabilidade. Podemos perceber na tabela

4 que o desempenho linguístico da criança depende tanto do seu desenvolvimento biológico, como da exposição constante aos estímulos de sua língua materna durante este período.

Porém entrave que se coloca logo no início do empreendimento gerativista: como pesquisar linguagem no cérebro sem que se possa invadi-lo ou tomar como referencia os modelos animais. Note-se que nos estudos em visão, os mais avançados, desenvolveram-se através de modelos animais bem conhecidos como o do sistema visual do gato, estudado por Hubel e Wiesel (1965).

8. PSICOLINGUÍSTICA: O ADVENTO DA LINGUÍSTICA EXPERIMENTAL

A impossibilidade de trabalhar com modelos animais, restringia os estudos em linguística à introspecção. Como a agenda de pesquisa era de fato muito instigante, a psicologia experimental, especialmente através de George Miller. Ex-adepto da Psicologia Behaviorista, Miller foi um dos primeiros cientistas a trabalhar com linguagem na era pós-behaviorismo. Para isso, ele aplicava os conhecimentos e técnicas desenvolvidas e aperfeiçoadas ao longo dos anos pela Psicologia Experimental para observar a linguagem a partir de dados quantitativos. Desta forma, Miller é considerado por muitos o fundador da *Psicolinguística*.

Após da publicação de *Aspects of the Theory of Syntax* (1965), de Chomsky, a Psicolinguística de George Miller se aproximou ainda mais da teoria gramatical, passando a testar a realidade psicológica da Gramática Transformacional, modelo vigente na década de 60. Neste modelo de gramática, as palavras seriam acessadas numa espécie de reservatório chamado Léxico. Após esta fase, estas palavras seriam organizadas em sentenças e passariam por uma série de regras de transformação. Na Psicolinguística, George Miller previa que quanto maior o número de operações de transformação, maior seria a dificuldade de processamento. Assim nasce a *Teoria da Complexidade Derivacional* (*Derivational Theory of Complexity*, DTC).

A sinergia entre a teoria gramatical da época e a Psicolinguística teve, no entanto, vida curta. Apesar de alguns dados experimentais demonstrarem a existência de uma relação entre certas transformações e complexidade perceptual, aferidas por medidas comportamentais, em outras pesquisas não se pode estabelecer estas correlações. Tais dados indicavam por vezes a necessidade de rever a teoria linguística ou as hipóteses experimentais. Porém, ao invés de persistir na superação destas dificuldades comuns, Chomsky tinha razões intrateóricas para seguir com sua teoria transformacional, enquanto a Psicolinguística afastou-se dos estudos da gramática. Esse período ficou conhecido como *A Crise da DTC*, que durou quase duas décadas, período em que a Linguística e a Psicologia mais uma vez estiveram distantes.

Na segunda metade dos anos 70, ambas as teorias passariam por profundas mudanças. Chomsky iria formular a abordagem Princípios e Parâmetros, que originaria a Teoria GB (*Government and Binding Theory*, ou *Teoria da Regência e da Ligação*), compilada em Chomsky (1981). Nessa abordagem, as línguas não seriam organizadas a partir de regras transformacionais, mas por um sistema composto de um conjunto de *Princípios* universais de linguagem, presentes em todas as línguas naturais, e por um conjunto de *Parâmetros*, que explicam a variabilidade entre as línguas. Um exemplo de princípio é o fato de que todas as sentenças devem ter um sujeito sintático. Porém algumas línguas realizam um sujeito nulo na forma de expletivo ('It rains' [inglês] / 'Il pleut' [francês]), enquanto outras não a realizam foneticamente ('choveu' [português]).

Paralelamente a Psicolinguística passou a se ocupar das estruturas superficiais, não derivacionais, para estabelecer os mecanismos psicológicos que guiam o processamento da linguagem. Neste caminho cunhou-se o termo *Processador (Parser)*, se referindo a um mecanismo que auxiliaria e tomaria certas decisões durante o processamento de sentenças. Kimball (1973) trabalha na formulação de uma hipótese sobre o *Mecanismo de Processamento de Sentenças (Human Sentence Processing Mechanism – HSPM)*. Este trabalho propõe a existência de dois estágios de processamento regidos por sete princípios de otimização, visando minimizar o custo de memória. No primeiro estágio, os itens lexicais seriam relacionados a marcadores frasais, formando sintagmas. Estes itens seriam então levados para o segundo estágio, onde eles podem aguardar por um processamento posterior, estabelecer ligações com constituintes que sofreram movimentos, e receber uma interpretação semântica. Fodor, Bever e Garret (1974) propõem um curso temporal de processamento semelhante. Para os autores, o processador inicia sua análise ao identificar as palavras, tendo como base os dados perceptuais. Em seguida, acontece o acesso lexical, que traz à tona as propriedades sintáticas da palavra. Tendo acesso às informações estruturais, o parser inicia a montagem estrutural para, então, gerar uma representação semântica para a sentença. Assim, o *parser* funcionaria de forma incremental, construindo rapidamente uma estrutura para a sentença, atribuindo uma representação semântica e relacionando-a com o conhecimento de mundo.

Frazier e Fodor (1978) propuseram um modelo para unificar todas as propostas e achados até então. Este modelo- A Fábrica de Salsicha (The Sausage Machine) - se baseava em duas fases de processamento: (i) o *Preliminary Phrase Packager (PPP)*, um dispositivo de análise local responsável pela estrutura sintática dos itens; e (ii) a *Sentence Structure Supervisor (SSS)* que rastreava as dependências sintáticas dos itens, finalizando a estruturação da sentença como um todo.

Esses modelos foram corroborados pelos experimentos subsequentes, especialmente no que diz respeito a tomadas de decisões no processamento de sentenças temporariamente ou permanentemente ambíguas. Sentenças ambíguas são formas gramaticais que podem ser interpretadas a partir de mais de uma estrutura, no caso de ambiguidade sintática. A análise errônea pode levar a uma má compreensão momentânea ou permanente da sentença processada, fenômeno que ficou conhecido como *Efeito Labirinto (Garden Path Effect)*, como nos exemplos em (01) abaixo.

01. a) Mãe suspeita de assassinato do filho morre. (Aposição Mínima)
b) Enquanto Maria vestia o bebê brincava na sala. (Aposição Local)

Na Teoria do Garden Path, o processamento sintático é regido basicamente por dois princípios: *Aposição Mínima (Minimal Attachment)* e *Aposição Local (Late Closure)* e que poderiam explicar o efeito labirinto. O princípio de aposição mínima nos diz que o processador tem preferência por estruturas mais simples com menor número de nós sintáticos bifurcantes. Já o princípio de aposição local diz que, o processador tem preferência por inserir os novos itens lexicais no mesmo sintagma que está analisando no momento, ao invés de associá-lo a sintagmas passados.

Agora podemos analisar a ambiguidade das sentenças exemplificadas em (01) acima. A ambiguidade em (1a) resulta de se aplicar o Princípio da Aposição Mínima na análise da forma ambígua *suspeita*

como sendo o verbo principal da frase. Essa análise mínima, porém, não se mantém ao se encontrar mais adiante o verbo *morre*. Tendo sofrido o Efeito Garden Path ou Labirinto, o processador precisa então reanalisar a frase como não mínima, incluindo um sintagma nominal complexo, que contém uma oração relativa reduzida: mãe (que é) suspeita de assassinato...

Em 1b ao encontrar o SN o bebê, o processador o apõe localmente como objeto direto do verbo *vestir*. Esta estrutura seria corroborada pelo princípio da aposição local que analisou [o bebê] como parte do sintagma em análise no momento, que é o sintagma verbal. Em seguida, o processador encontra dificuldade para relacionar o restante da sentença [...que brincava na sala], entrando no efeito labirinto. A única solução encontrada pelo processador é reiniciar o processamento, sabendo da inconsistência da primeira análise.

Naquele momento da formulação da Teoria do Garden Path, na tese de doutoramento de *Lyn Frazier*, orientada por Janet Fodor, a psicolinguística encontra de novo, uma possibilidade de diálogo com a Teoria X-Barra do modelo Government and Binding que adicionalmente havia abandonado a noção de regras em favor da postulação de princípios. O arcabouço teórico formal do modelo encontra harmonia com os princípios de aposição que Frazier estava estudando. Esta reaproximação seria ainda mais fortalecida nos anos 90, com a introdução do *Programa Minimalista* (CHOMSKY, 1995), que abre mão do modelo derivacional e aposta na especificação de computações que levam as peças linguísticas através das interfaces com os sistemas sensorio-motor e conceptual intencional.

Além disso, desde a década de 60 até hoje, tanto a Teoria Linguística e a Psicolinguística quanto as Neurociências colecionaram importantes avanços técnicos e metodológicos. Estas inovações permitiram uma nova reaproximação, desta vez entre as três disciplinas, como veremos nas próximas seções.

9. DOS MODELOS ANIMAIS AO CÉREBRO HUMANO: COMO A TECNOLOGIA SUPEROU O DESAFIO DE OBSERVAR O CÉREBRO.

A aproximação dos estudos da linguagem e do cérebro acontece em pelo menos dois momentos: no século XIX, com a cartografia fisiológica iniciada na Europa por Broca e por Wernicke, e depois, nos anos 60, com o advento da Linguística Chomskyana que suscitou o interesse de psicólogos pela verificação empírica da estrutura linguística. Durante todo esse período os estudos do cérebro humano sadio foram limitados por um problema ético fundamental: não se pode adentrar o cérebro humano.

Note-se que as outras neurociências construíam modelos animais, que serviam de base empírica para que se pudesse decifrar os processos neurofisiológicos mais básicos da visão, audição e de outras cognições. Porém a impossibilidade de estudar o cérebro humano diretamente e a impossibilidade de obtenção de modelos humanos colocou entraves que só puderam ser suplantados nos anos 80 com a ajuda de implementações tecnológicas que surgiram antes disso. A principal dessas implementações foi o eletroencefalógrafo do psiquiatra alemão Hans Berger.

Há duas possibilidades de se examinar o cérebro: estudando os padrões de condução elétrica ou examinando as regiões cerebrais envolvidas no processamento e o aporte sanguíneo que elas recebem.

Berger começou sua pesquisa tentando examinar o fluxo sanguíneo no cérebro de pacientes em coma com fraturas cranianas. Porém não logrou êxito. Uma alternativa remontaria ao século XVIII quando Luigi Galvani descobriu que era possível observar eletricidade no cérebro ao excitar as células neuronais. Mais a frente, no século XIX, DuBois-Reymond, Müller e Von Helmholtz percebem que as células vizinhas são afetadas pelas atividades da célula estimulada. Mais além, era também possível estimar qual seria a influência desta atividade celular nas outras células. Com estas descobertas em mente, Berger alterou seu caminho e buscou meios que permitissem observar e medir a atividade elétrica no cérebro. Para isso ele desenvolveu eletrodos, os posicionou na cabeça de um paciente e, após alguns avanços tecnológicos, conseguiu capturar e amplificar os sinais bioelétricos dos neurônios piramidais do córtex. Porém a técnica só foi implementada no ano de 1934. A extração dos sinais elétricos no cérebro foi chamada de Eletroencefalografia (EEG).

Em contraste com a precisão da avaliação elétrica do córtex, o EEG não oferece uma precisão espacial de igual monta. O estímulo elétrico pode ricochetear nos líquidos, diferentes tecidos nervosos de diferentes densidades e estruturas ósseas até chegar ao escalpo. Isso faz com que não se possa precisar a localização do estímulo adquirido. O problema da má resolução espacial foi contornado com outra técnica eletromagnética. Trinta anos após o desenvolvimento do EEG aconteceriam os primeiros testes em uma técnica de extração de sinais magnéticos, uma outra face do sinal neural, que não sofre deflexão. A técnica de MEG, porém, só foi considerada útil para pesquisa bem recentemente (HANSEN et al. 2010).

Apesar de Berger não ter obtido sucesso em suas investidas em técnicas hemodinâmicas, o químico George Charles de Hevesy descobriu que era possível mapear a trajetória de certas substâncias radioativas dentro de um organismo. Assim foi criado o *Tomógrafo por Emissão de Pósitrons* (PET), permitindo não apenas o mapeamento do fluxo sanguíneo, como também o tratamento das imagens obtidas. Uma outra técnica que permite medir o fluxo sanguíneo das áreas envolvidas no processamento é a *Imagem por Ressonância Magnética Funcional* (fMRI), que escaneia a interação da radiação eletromagnética com a matéria, sendo utilizada para avaliação de cognição.

Assim, o avanço das técnicas em neuroimagem no século XX tornou viável a elaboração de métodos não invasivos de extração de dados da atividade cerebral. Isso possibilitou o estudo neurofisiológico em humanos que era, até então, impossível por questões éticas e metodológicas. Estas conquistas viabilizaram também o desenvolvimento de estudos em Neurociência da Linguagem em indivíduos saudáveis. É importante notar que existem basicamente dois grandes grupos de técnicas de neuroimagem: os que possuem uma alta resolução espacial e os que possuem uma alta resolução temporal. O fMRI, por exemplo, consegue observar a anatomia e as regiões do cérebro que estão sendo mais ativadas, de acordo com o consumo de energia. Isso dá a esta técnica uma excelente resolução espacial, sendo extremamente precisa em pesquisas de mapeamento de atividade e de anomalias anatômicas.

Por outro lado, não é possível, por exemplo, indicar o curso temporal entre as áreas ativadas visto que estas técnicas se limitam à velocidade de distribuição sanguínea no córtex, o que acontece na casa dos segundos. Já as técnicas eletromagnéticas, como o EEG e o MEG, possuem em geral uma excelente resolução temporal uma vez que monitoram o próprio mecanismo de envio de informação de um neurônio ao outro através de sinais elétricos, o que ocorre na casa dos milissegundos. Por outro

lado, a resolução espacial é prejudicada uma vez que não é possível indicar com precisão o local que originou a atividade elétrica. Hoje é comum a elaboração de desenhos experimentais que combinam os dois tipos de técnica, buscando driblar as deficiências de cada uma delas.

10. A NEUROCIÊNCIA DA LINGUAGEM NOS SÉCULO XX E XXI

Como parte da Linguística trata das operações mentais que acontecem de forma inconsciente, os métodos eletrofisiológicos têm sido um grande parceiro nesta nova inserção da Linguagem como disciplina das Neurociências. O primeiro trabalho sobre linguagem com o método de imagem eletrofisiológica foi o de Marta Kutas e Steven Hillyard em 1980. Neste trabalho os pesquisadores utilizaram estímulos linguísticos para verificar os efeitos da quebra de expectativa no processamento de linguagem. Estes fenômenos vinham sendo largamente verificados em diversas modalidades através do monitoramento com EEG. Os resultados encontrados até então indicavam um aumento de energia numa onda positiva que ocorria por volta de 300ms (P300) após a apresentação de um estímulo visual inesperado. Kutas e Hillyard acreditavam que poderiam encontrar o mesmo efeito a partir de estímulos linguísticos. Os estímulos apresentados aos voluntários eram semelhantes aos apresentados na Figura 1, em que havia ao final da sentença, uma palavra sintaticamente coerente, mas semanticamente inesperada. Os resultados surpreenderam os autores e a comunidade científica, visto que não foi encontrado um P300, mas sim um N400, ou seja, um aumento de energia numa onda negativa próxima dos 400ms. O N400, além de servir como porta de entrada da Linguística e da Psicolinguística para o mundo dos métodos neurofisiológicos, foi largamente replicado em experimentos nas diferentes línguas do mundo, inclusive no Português do Brasil (FRANÇA, 2002).

Com a expansão dos estudos sobre linguagem, Angela Friederici (2002) compila os dados obtidos até então e divide o curso temporal do processamento linguístico em quatro fases, de acordo com os ERPs (*Event Related Brain Potentials*, como o P300 e o N400) encontrados. O N100 seria o ERP relacionado ao processamento fonológico primitivo. Em seguida, por volta dos 200ms, encontraríamos o ELAN (*Early Left Anterior Negativity*) que seria relacionado à construção de uma estrutura sintagmática. O N400, também chamado de LAN (*Left Anterior Negativity*), será relacionado por exemplo à quebra da expectativa semântica da combinação sintática entre Verbo+Objeto. Questões sintáticas como concordância e ordem dos sintagmas, desacordo de número, podem ser capturadas por um potencial de maior latência - o P600.

11. DISCUSSÃO

Essa nova linguística, que dialoga produtivamente com a Psicologia e as Neurociências vêm inspirando diversas pesquisas interdisciplinares, além de corroborar e lançar novas perspectivas aos modelos de computação linguística. Concomitantemente surgem também questões e tensões naturais por se tratarem de disciplinas de natureza aparentemente distantes. Poeppel & Embick (2005) em um texto seminal discutem as barreiras que dividem estes mundos. Os dois principais problemas citados por Poeppel & Embick são (i) *Problema da Incomensurabilidade Ontológica* que lança o argumento de que as operações do processamento de linguagem, como a concordância de gênero e de número, não podem ser reduzidas às operações estudadas a nível neuronal, como um padrão de oscilação. O se-

gundo problema apontado pelos autores é o (ii) *Problema da Incompatibilidade Granular* que indica que, além dos processos, as unidades mínimas, os primitivos estudados pela Linguística, como fonemas, morfemas, sintagmas também possuem natureza completamente distinta daquelas estudadas pelas neurociências, como dendritos, axônios e células neuronais. Qualquer um que deseje seguir um estudo em Neurociência da Linguagem deve manter os pés no chão em relação a estes dois pontos.

Concordamos com o receio dos autores visto que utilizar tais métodos sem uma compreensão do seu funcionamento e uma previsão concreta dos resultados pode se tornar uma atitude inconsequente, especialmente no que diz respeito ao altíssimo custo de um experimento em algumas destas máquinas. Por outro lado, no momento em que temos o pé no chão e não esperamos reduzir operações mentais a uma única unidade neurobiológica, acreditamos não haver dificuldades em tratar destes fenômenos através do conhecimento sobre o cérebro.

Vale lembrar da importante proposta de David Marr em seu livro *Vision* (1982), no qual o autor propõe um programa de pesquisa na área da visão integrando três níveis de processamento de informação: (i) o Nível Implementacional, correspondente às estruturas neurais (ii) o Nível Algorítmico, que se refere aos processos cognitivos que se utilizam das informações processadas no nível anterior e, (iii) o Nível Computacional, correspondendo aos processos mentais envolvidos no processamento algorítmico. A proposta de Marr estimula uma abordagem integrativa entre as pesquisas de neurociência básica, que busca observar o funcionamento das estruturas do sistema nervoso, das pesquisas comportamentais que buscam compreender os algoritmos dos sistemas cognitivos, e as pesquisas teóricas que buscam formalizar a natureza das representações mentais. Esses níveis podem representar também os três níveis da pesquisa em Linguagem, consolidando a importância das contribuições da Linguística Teórica, da Psicolinguística e da Neurociência da Linguagem (Maia, 2014).

12. CONCLUSÃO

Neste trabalho discutimos diferentes formas que tomaram os estudos da linguagem ao longo do tempo até o século XXI, havendo muitas abordagens surgido, em diversas áreas da filosofia e da ciência, com diferentes visões e objetivos. Com eles percebemos que a linguagem ainda é um objeto extremamente complexo, cujos limites ainda estão longe de serem definidos. Desta maneira, os estudos da linguagem podem admitir análises filosófica, literária, gramatical, psicológica e até mesmo neurofisiológica. Apesar das diferenças entre áreas de concentração na atual divisão da ciência, um mesmo objeto pode, e deve, ser observado pelas diferentes disciplinas que o consideram relevante. Cada disciplina irá observá-lo com suas próprias teorias, hipóteses e métodos, fomentando uma discussão que pode evitar holismos e reducionismos sobre o objeto.

O surgimento da Linguística no século XIX foi essencial para estabelecer as bases do que viria a ser expandido pela Psicolinguística, pela Neurociência da Linguagem e por outras disciplinas que o limite de espaço desse artigo não nos permitiu abordar. O esforço comum entre diferentes abordagens, buscando entender uma parcela do objeto 'linguagem' culminou em grandes aproximações interdisciplinares. O desenvolvimento tecnológico e o interesse dos neurocientistas pela linguagem selou o casamento da Linguística com os métodos experimentais, trazendo uma nova gama de possibilidades de

medida dos fenômenos linguísticos. Acreditamos que o futuro do casamento entre estas disciplinas, não tão distantes assim, trará frutos cada vez mais surpreendentes ao longo das próximas décadas.

AGRADECIMENTOS

Este trabalho foi desenvolvido durante a vigência da bolsa GD 141.964/2011-5 do CNPq e da bolsa BEX 10.465-12-0 da CAPES do primeiro autor, e das bolsas de produtividade e pesquisa do CNPq dos demais autores.

REFERÊNCIAS

Altmann, G.T.M. (2001). The language machine: psycholinguistics in review, *British Journal of Psychology*, 129-170

Bear, M. F.; Connors, B. W.; Paradiso, M. A. (2008). *Neurociências: desvendando o Sistema Nervoso*. 2. ed. Porto Alegre: Artmed.

Berwick, R. C., Friederici, A. D., Chomsky, N., & Bolhuis, J. J. (2013). Evolution, brain and the nature of language. *Trends in Cognitive Sciences*, 17(2), 89-98.

Bever, T.G. (1970). The cognitive basis for linguistic structures. In HAYES, JR. (ed.), *Cognition and the development of language*, 270-362, New York: Wiley.

Bloomfield, Leonard (1933). *Language*. New York: Henry Holt

Blumenthal, A.L. (1970). *Language and Psychology: Historical Aspects of Psycholinguistics*. New York: Wiley.

_____. (1975). A reappraisal of Wilhelm Wundt. *American Psychologist*, 30, 1081-88.

Boroditsky, Lera. (2011). How Language shapes thought, *Scientific American*, 304(2), 62-65.

Broca P. (1861a). Perte de la parole: ramollissement chronique et destruction partielle du lobe antérieur gauche du cerveau. *Bulletins de la Societe d'anthropologie, Ire serie*, 2:235-8.

_____. (1861b). Remarques sur le siège de la faculté du langage articulé, suivies d'une observation d'aphémie (perte de la parole). *Bulletins de la Société d'anatomie (Paris), 2e serie*, 6:330-57.

Bühler, K. (1934). *Sprachtheorie: Die Darstellungsfunktion der Sprache*. Jena, Germany: Fischer.

Chomsky, Noam (1957). *Syntactic Structures*. (2nd Edition 2002). De Gruyter.

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

- _____. (1965). *Aspects of Theory of Syntax*, Cambridge, MIT Press.
- _____. (1981). *Lectures on Government and Binding: the Pisa lectures*. Dordrecht: Foris.
- _____. (1995). *The Minimalist Program*. Cambridge, Massachusetts: MIT Press.
- Cuetos, F; Mitchell, D.C. (1988). Cross-linguistic differences in parsing: Restrictions on the use of the Late Closure strategy in Spanish. *Cognition*, 30(1), 73-105.
- Curtiss, S. (1977). *Genie: a psycholinguistic study of a modern-day 'wild child'*. New York: Academic Press.
- _____. (1981). Dissociations between language and cognition: cases and implications. *Journal of Autism and Developmental Disorders*, Dordrecht, The Netherlands, v. 11, n.1, p. 15-29.
- Deacon, T. (2012). *Incomplete Nature: How Mind Emerged From Matter*, 1st ed.; Norton: New York, NY, USA.
- Dronkers, N. F. (1996). A new brain region for coordinating speech articulation. *Nature*; 384, 159–61.
- Dronkers, N. F.; Redfern, B. B.; Knight, R. T. (2000). The neural architecture of language disorders. In M. S. Gazzaniga (Ed.), *The new cognitive neurosciences*. Cambridge, MA: MIT Press, 949–958.
- Dronkers, N.F., Redfern, B.B.; Ludy, C.A. (1995). Lesion localization in chronic Wernicke's aphasia, *Brain and Language*, 51(1), 62-65.
- _____. (2003). *Introduction: Establishing the boundaries*. In G. Flood (Ed.), *The Blackwell Companion to Hinduism*. (pp. 1-19). Oxford: Blackwell Publishers.
- Fodor, J.; Bever, T.G.; Garret, M.F. (1974). *The Psychology of Language*, New York: McGraw-Hill.
- Fodor, J.A.; Garret M.F. (1966). Some reflexions on Competence and Performance. In Lyons, J.; Wales, R.J. (eds.) *Psycholinguistic Papers*, 133-179. Edinburgh University Press.
- Fodor, Jerry A. (1975). *The Language of Thought*, Cambridge, Massachusetts: Harvard University Press.
- França, Aniela Improta (2002). *Concatenações lingüísticas: estudo de diferentes módulos cognitivos na aquisição e no córtex*. Tese (Doutorado), Universidade Federal do Rio de Janeiro (UFRJ).
- Frazier, L. (1987). Sentence Processing: A tutorial review. In: Coltheart (Ed.), *Attention and Performance: Vol. XII. The Psychology of reading*, 559-586.

- Frazier, Lyn; Fodor, Janet Dean (1978). The sausage machine: A new two-stage parsing model, *Cognition*, 6, 291-325.
- Friederici, A.D. (2002). Towards a neural basis of auditory sentence processing. *Trends in Cognitive Sciences*, 6, 78-84.
- Ganeri, Janardon (1999). *Semantic Powers: Meaning and the Means of Knowing in Classical Indian Philosophy*. Oxford: Clarendon Press.
- Gonçalves, R.F (2006). *A Expressão do FoxP2: Uma introdução ao estudo das relações entre genes e linguagem*, Dissertação de Mestrado em Linguística, UFRGS, Porto Alegre.
- Goodwin, C. James. (2010). *História da Psicologia Moderna*. Tradução de Marta Rosas, 4a edição, São Paulo, Cultrix.
- Gross, Charles G. (1995). Aristotle on the brain. *The Neuroscientist*, vol. 1, n. 4, p. 245-250.
- Hansen, Peter; Kringelbach, Morten; Salmelin, Riita (2010). *MEG: An Introduction to Methods*. Oxford University Press, 1st Edition.
- Humboldt, Wilhelm von (1836). *The Heterogeneity of Language and its Influence on the Intellectual Development of Mankind*.
- James, W. (1981). *The principles of psychology* (vols 1-2). Cambridge. MA: Harvard University Press. (Obra originalmente publicada em 1890).
- Kandel, E.R.; Schwartz, J.H.; Jessell, T.M. (1995). *Essentials of neural science and behaviour*. Norwalk, CT: Appleton & Lange.
- Kimball, J. (1973). Seven principles of surface structure parsing in natural language. *Cognition*, 2, 15-47.
- Kutas, M.; Hillyard, S. A. (1980). Reading senseless sentences: Brain potentials reflect semantic incongruity. *Science*, 207, 203-208.
- Larson, Richard K (2010). *Grammar as a Science*, MIT University Press.
- Lenneberg, Eric. (1967). *Biological Foundations of Language*. New York: John Wiley & Sons, Inc.
- Maia, M. A. R. (2007). Evidentiality Processes in Karajá. In: Jon Landaburu & Zlatka Guentcheva. (Org.). *L' enonciation Mediatisse II - Le traitement épistémologique de l'information: illustrations amérindiennes*. Louvain - Paris: Peeters, v. II, p. 293-308.

Maia, M. (2014). Teoria gramatical, sintaxe experimental e processamento de frases: explorando efeitos do antecedente e da lacuna ativos. *Revista da Abralin*, v13, n2, p.93-117.

Marr, David (1982). *Vision: a computational investigation into the human representation and processing of visual information*. New York : W.H. Freeman and Company.

Matilal, Bimal Krishna. (1990). *The word and the world: India's contribution to the study of language*. Oxford : OUP.

Miller, George Armitage (1990). The place of language in scientific psychology, *Psychological Science*, 1, 7-14.

Nguyen, Elizabeth T. (2012). *A Linguistic Relativity Study Involving the Visual Mismatch Negativity Component and English and Vietnamese Colors*, Monografia - Reed College.

Oliveira, Cristiane (2010). O Processamento da Dêixis em Karajá. Dissertação (Mestrado) , Universidade Federal do Rio de Janeiro (UFRJ).

Oliveira, C.; MAIA, M.A.R. (2011). O processamento da dêixis e da correferência em Karajá. *Veredas (UFJF. Online)*, v. 1, p. 351-366.

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

Saussure, Ferdinand de. (1949). *Cours de Linguistique Générale*. Paris, Payot.

Souza, Cíntia (2014). *Preposições em Português: Uma análise dentro da Gramática Gerativa*. Dissertação (Mestrado), Universidade Federal do Rio de Janeiro (UFRJ).

Toral, André Amaral (1992). *Cosmologia e Sociedade Karajá*. Dissertação (Mestrado), Universidade Federal do Rio de Janeiro (UFRJ).

Wernicke, C. (1874). *Der Aphasische Symptomenkomplex*. Breslau: Cohn and Weigart.

Whorf, Benjamin L. (1956). *Language, Thought and Reality: Selected Writings of Benjamin Lee Whorf*. John B. Carroll (ed.). Cambridge, MA: MIT Press.

Wundt, W. M. (1904). *Principles of physiological Psychology*. (E. B. Titchener, Trad.). Nova York: Macmillan. 324 p. (Trabalho original publicado em 1874)

Recebido em: 12/04/2015

Aceito em: 24/06/2015