

TEORIA LINGÜÍSTICA E TÉCNICA DE EXTRAÇÃO DE ERP: A PESQUISA NEUROLINGÜÍSTICA COM INDIVÍDUOS SAUDÁVEIS

Aleria Cavalcante Lage – UFRJ/CNPq

1. Os momentos da Neurolingüística

Até a década de 80, as investigações sobre linguagem no córtex através de exame de imagem tinham como voluntários pacientes que haviam sofrido acidente vascular cerebral (AVC). Os exames de imagem, ainda do tipo CAT scan ou CT scan (*Computerized Axial Tomography* – Tomografia Axial Computadorizada), eram consideravelmente invasivos, expondo os indivíduos a índices nocivos de radioatividade, pois eram realizados a partir da inserção de isótopos radioativos na circulação sanguínea, que gerariam o contraste na formação das imagens.

Assim, os pesquisadores que se interessavam pelas disfunções de linguagem, as afasias, tinham que aproveitar as implementações dos protocolos médicos, para controle da doença, e adaptar protocolos de pesquisa lingüística. As imagens mostravam as áreas corticais lesionadas, que eram então relacionadas aos déficits de linguagem, detectados por meio de testes lingüísticos *off-line*, em forma de questionário, aos quais os doentes eram submetidos. Pesquisas em afasia com base em exame de imagem vêm sendo desenvolvidas até hoje. Entre elas há exemplos célebres como Caramazza, Zurif, 1976, 1978; Grodzinsky, 1990; Reinhart, Grodzinsky, 1993; Dronkers, 1996.

Mas no estudo das afasias existem alguns impasses. Por exemplo, como ter certeza de que parte da área lesionada não é consequência de um AVC anterior, já que o AVC muitas vezes pode ocorrer sem ser identificado como tal pelo leigo? É possível portanto que haja uma falha na relação entre área lesionada e alguma disfunção de linguagem que venha a ser identificada.

Surtem novas tecnologias que viabilizam exame de imagem minimamente invasivo, o PET (*Positron Emission Tomography* – Tomografia por Emissão de Pósitron), ou absolutamente não invasivo, o fMRI (*Functional Magnetic Resonance Imaging* – Imagem de Ressonância Magnética Funcional). Além de alguns trabalhos com eletroencefalografia (EEG) nos anos 80 (Kutas, Hillyard, 1980, 1984), a década de 90 marca o início da pesquisa neurolingüística com indivíduos saudáveis (Friederici, 1995, 1999; Poeppel, 1996; Pykkänen, Marantz, 2003; Hickok, Poeppel, 2004). Laboratórios de várias partes do mundo, em países como Estados Unidos e Alemanha, passam a realizar experimentos com pessoas normais, isto é, sem acometimento neurológico, utilizando exame de imagem (PET e fMRI) e de EEG.

Mais intensamente já no século XXI, a Medicina começa a utilizar uma técnica nova de investigação no cérebro, a magnetoencefalografia (MEG), que requer um equipamento de altíssimo custo, encontrado hoje apenas em alguns países: Estados Unidos, Alemanha, Japão, França. Lingüistas também passam a fazer uso do MEG (magnetoencefalógrafo), especialmente para testar indivíduos saudáveis. Os principais nomes da área são os professores David Poeppel, do CNL (*Cognitive Neuroscience Lab*), da Universidade de Maryland; Alec Marantz, do MIT (em breve na Universidade de Nova Iorque); Angela Friederici, do Instituto Max-Planck de Leipzig, Alemanha.

No Brasil, a pesquisa neurolingüística com indivíduos normais se iniciou em 2002, no Laboratório CLIPSEN (Computações Lingüísticas: Psicolingüística e Neurofisiologia – www.lettras.ufrj.br/clipsen), do Departamento de Lingüística da UFRJ, cujas principais representantes são as professoras Miriam Lemle, coordenadora, e Aniela Improta França. Neste laboratório se dá destaque ao estudo da Teoria Lingüística, havendo cursos e seminários regulares, especialmente de Morfologia Distribuída, e se faz pesquisa com EEG, portanto a técnica experimental utilizada é a extração de potenciais bioelétricos relacionados a eventos lingüísticos (ERP – *event related brain potential*). Além do apoio financeiro do CNPq, FAPERJ e FUJB, existe uma parceria com o Laboratório de Processamento de Imagens e Sinais (LAPIS), do Programa de Pós-Graduação em Engenharia Biomédica da COPPE/UFRJ, no que se refere à aquisição e processamento dos sinais elétricos.

2. Neurolingüística e a Teoria Lingüística

A Neurolingüística vem sendo fundamental no estudo da cognição de linguagem. Sinais elétricos coletados por eletroencefalógrafo digital (EEG) ou sinais eletromagnéticos adquiridos por magnetoencefalógrafo (MEG) ou imagens computadorizadas do córtex cerebral, do tipo tomografia (PET) ou ressonância magnética (fMRI), podem ser relacionados a eventos lingüísticos, permitindo que se estude a neurofisiologia da atividade cognitiva lingüística, da computação da linguagem humana.

Entretanto, para que isso seja possível, é preciso que existam perguntas, hipóteses, um desenho experimental bastante ajustado, de maneira que se sobressaiam apenas as respostas corticais aos fenômenos que estão sendo investigados. E não há hipótese nem predição sem uma teoria que sirva de base. O experimentalismo por si só, ou seja, pesquisa sem uma fundamentação racional, não pode viabilizar relacionar os dados neurofisiológicos registrados a uma estimulação lingüística, que é aleatória. É necessário que se parta de uma premissa e de uma variável, que têm como base o que já se pensou e investigou sobre gramática, sobre a Faculdade de Linguagem, ou seja, têm como base a Teoria Lingüística.

Na tradição da Gramática Gerativa (Chomsky, 1995, 1965, 1957), reflexões introspectivas sobre as gramáticas das línguas naturais e testes de elicitación e julgamento de gramaticalidade com outros falantes nativos levaram lingüistas nos últimos 50 anos à descrição e explicação de mecanismos do sistema computacional de linguagem.

Há diferenças computacionais língua-específicas, ou seja, uma Gramática Universal cujos princípios são parametrizados nas diferentes línguas. Levando em conta que um *output* lingüístico é oriundo de vários mecanismos neurofisiológicos, os recentes avanços no campo da Neurociência da Linguagem vêm sendo importantes na descrição e explicação dos mecanismos lingüísticos que levam à implementação de parâmetros. Há esforços então para que se estabeleça uma relação entre Teoria Lingüística e Neurolingüística, em que a teoria sirva de esteio na formulação, execução e análise dos resultados de qualquer experimento que busque investigar a contraparte neurofisiológica do sistema computacional de linguagem. Por outro lado, é de se esperar que os achados neurofisiológicos contribuam para o desenvolvimento da Teoria Lingüística, ajudando a responder sobre áreas ainda obscuras da C_{HL} – computação da linguagem humana (Marantz, 2005; Embick, Poeppel, 2006).

Isto significa que as conclusões experimentais geram conhecimento que pode ser útil para comprovar a teoria e talvez para aprimorá-la. Assim, a Teoria Lingüística é o início e o fim. O pensamento sobre a Faculdade da Linguagem é que da origem à ciência da linguagem, o que quer dizer que as máquinas não *falam* sozinhas.

Também é fundamental se conhecerem as importantes colocações da literatura neurolingüística, resultantes de vários experimentos, de forma que, com esse parâmetro, as predições sejam mais seguras e os novos experimentos mais facilmente controlados.

3. As técnicas experimentais

Ao se realizarem tarefas cognitivas, as áreas onde elas ocorrem precisam ser nutridas de glicose e oxigênio. Há então uma movimentação sangüínea em direção a estas áreas, encaminhando os nutrientes. Aquelas que mais recebem fluxo sangüíneo se sobressaem nas imagens produzidas pelo equipamento de pesquisa e podem ser relacionadas a eventos lingüísticos que teriam sido provocados pela estimulação visual ou auditiva de linguagem.

As técnicas experimentais de aferição de cognição através de imagem computadorizada do *fluxo sangüíneo cerebral na região* (*regional cerebral blood flow* – rCBF) são chamadas de técnicas hemodinâmicas: PET¹ e fMRI. O inconveniente destas técnicas é a falta de precisão temporal, pois se contam segundos entre a realização da tarefa cognitiva e o fluxo sangüíneo por ela provocado.

¹ Durante o exame de PET scan, uma substância denominada contraste, que produz isótopos radioativos, é inalada como um gás ou injetada na veia. Este contraste é considerado minimamente invasivo porque ele é formado de químicos encontrados no próprio corpo, como carbono e oxigênio (geralmente oxigênio), que foram desestabilizados de suas camadas elétricas a fim de emitirem os pósitrons que podem ser monitorados pela máquina. Uma vez que o contraste é administrado, o escaneamento tem de ser feito imediatamente porque a radioatividade do contraste é fraca e decai muito rapidamente.

As técnicas hemodinâmicas são portanto utilizadas quando o objetivo é relacionar fenômenos lingüísticos às regiões corticais por eles mobilizadas.

As técnicas eletromagnéticas, por outro lado, proporcionam precisão temporal, permitindo a aferição de cognição por meio de respostas corticais que são adquiridas em forma de sinais elétricos, ou seja, ondas elétricas, em centenas de milissegundos, ou magnéticas, em dezenas de milissegundos após o estímulo-alvo. Estas técnicas, EEG e MEG, não oferecem precisão espacial. As regiões no córtex logo abaixo daquelas no escalpo onde os sinais são adquiridos não são exatamente os locais onde ocorrem os fenômenos elétricos ou magnéticos provenientes das tarefas cognitivas realizadas. Isto porque normalmente os sinais elétricos percorrem diferentes tecidos corticais, sendo mais ou menos atenuados de acordo com a densidade de cada tipo de tecido, transpassam as meninges e atingem a caixa craniana. Muitas vezes, eles podem retornar para os tecidos corticais e percorrer novos caminhos em direção aos ossos do crânio.

4. Experimento neurolingüístico com técnica de extração de ERP

Partindo da Teoria Lingüística e das hipóteses e previsões, chega-se ao desenho experimental e aos estímulos. A partir daí é criado o *script* para o funcionamento do programa de apresentação dos estímulos, que pode ser, por exemplo, o *Presentation*². O *script* é a sequência de passos que um programa interpretador deve implementar. É elaborado também – normalmente em ambiente *Delphi 5.0*, da *Inprise Corporation* – o programa de aquisição de sinais e pulsos³. Na maioria dos laboratórios de Neurolingüística, o programa de aquisição é criado por engenheiro (biomédico ou elétrico).

Os sujeitos precisam ser selecionados entre voluntários que sejam destros, não apresentem comprometimento neurológico nem façam uso de psicotrópico ou outro tipo de droga. Na preparação do sujeito, cada eletrodo é colocado em uma derivação específica com a ajuda de uma pasta eletrolítica. As derivações são os pontos no escalpo a partir dos quais são adquiridos os sinais a serem estudados. Elas se agrupam de acordo com as áreas corticais. Cada eletrodo possui um cabo, que é conectado a um canal do EEG. Quando se dispõe de um EEG de 36 canais, normalmente se empregam 20 canais, em se tratando de experimento neurolingüístico: F_{P1} e F_{P2}, derivações pré-frontais; F₇, F₃, F₄, F₇ e F₈, frontais; T₃, T₄, T₅ e T₆, temporais; C_z, C₃ e C₄, centrais; P_z, P₃ e P₄, parietais; e O_z, O₁ e O₂, occipitais. Estas são as derivações que compõem um tipo de postura padronizada comumente utilizada: o *Sistema Internacional 10-20*⁴ (Figura 1).

Além dos 20 canais para aquisição de sinais, são empregados ainda dois para referência e um para aterramento. Os eletrodos de referência precisam ser colocados sobre estruturas formadas por tecido não enervado, que podem ser os mastóides, que são os ossos que ficam atrás das orelhas, ou os lóbulos das

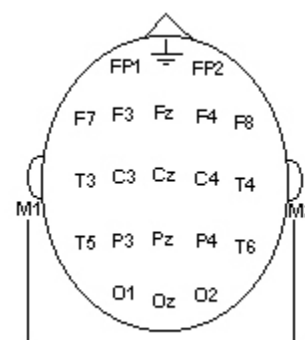


Figura 1 – Derivações utilizadas no Sistema Internacional 10-20

² O *Presentation*, da *Neurobehavioral Systems*, Albany, Estados Unidos, é um *software* que serve tanto para Macintosh quanto para Windows/PC e possui uma grande variedade de recursos para a apresentação de estímulos visuais e/ou auditivos.

³ Os pulsos elétricos são ondas retangulares geradas pelo computador, que, neste tipo de experimento, são enviados pelo programa de apresentação de estímulos ao programa de aquisição de sinais, para que se saiba exatamente em que momento é deflagrado cada estímulo-alvo.

⁴ O Sistema Internacional 10-20 (Jasper, 1958; Gilmore, 1994) é um padrão internacional de colocação de eletrodos bastante utilizado. De acordo com este sistema, os perímetros do crânio são medidos nos planos médio e transversal, e as localizações dos eletrodos são determinadas a partir da divisão destes perímetros em intervalos de 10% e 20%. Para a medição dos perímetros médios e transversais do crânio, tomam-se como referência os pontos vertex (C_z), que é o ponto central do crânio, o nasion, que é a reentrância na parte de cima do nariz, nivelando com os olhos, e o inion, que é o ponto central na extremidade do osso occipital, na linha média atrás da cabeça. Seguindo cada um destes perímetros, os eletrodos são colocados distando, um do outro, 20% do perímetro. Entretanto, para se colocarem os eletrodos nas derivações occipitais (O₁ e O₂), calcula-se 10% do perímetro médio a partir do ponto inion. De forma equivalente, para se colocarem os eletrodos nas derivações pré-frontais (F_{P1} e F_{P2}), calcula-se 10% do perímetro médio a partir do ponto nasion.

orelhas. Como não há atividade bioelétrica nestes pontos (M_1 e M_2), eles são usados como referência elétrica para todas as derivações. Deste modo, utilizamos derivações unipolares, ou seja, o potencial de cada eletrodo é comparado com o valor médio dos potenciais nos eletrodos dos pontos de referência. O aterramento fica no ponto F_{Pz} , pré-frontal ao centro, entre as derivações F_{P1} e F_{P2} . São utilizadas derivações unipolares, isto é, o potencial de cada eletrodo é comparado com o de um eletrodo neutro ou com a média do potencial de todos os eletrodos.

Os cabos dos eletrodos são conectados aos canais do EEG, que, por sua vez, é acoplado ao computador com o programa de aquisição de sinais e ao computador com o programa de apresentação de estímulos (Figura 2). No caso de estímulos visuais, pode-se optar pelo uso de um monitor onde o sujeito lerá os estímulos. Este monitor será então conectado ao computador com o programa de estimulação lingüística.

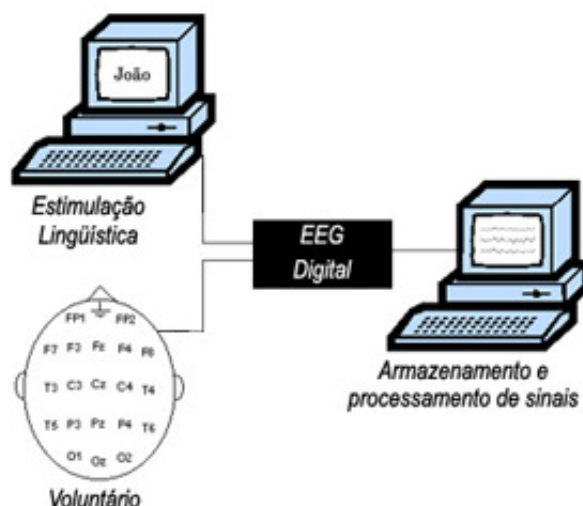


Figura 2 – Esquema do funcionamento do equipamento durante o experimento

Os estímulos, juntamente com os distratores, são então aleatorizados automaticamente, de maneira que a apresentação dos estímulos segue uma ordem diferente para cada sujeito. Enquanto o sujeito é estimulado, os sinais são adquiridos e armazenados pelo programa de aquisição, e o programa de estimulação envia um pulso para o programa de aquisição de sinais no momento exato em que o *trigger* é deflagrado, de maneira que se pode associar o evento lingüístico aos sinais elétricos coletados e ao instante no tempo. Mas antes de se estabelecer esta relação, é necessário que seja realizado o processamento de sinais de cada trecho do eletroencefalograma (EEG) que importa para a questão estudada, ou seja, os sinais são tratados matematicamente, através da técnica de promediação, sendo extraída uma média sujeito por sujeito e depois uma média entre os sujeitos (*grand-average*). Existe também um tratamento estatístico dos ERPs. Um *running t-test* (Hagoort *et al.*, 2004a, 2004b) é aplicado sobre o sinal diferencial, a cada instante de tempo, considerando-se todos os sujeitos. Testa-se a hipótese nula de não haver diferença entre os ERPs a cada instante de tempo, com significância de $\alpha = 5\%$.

Nisto se resume a técnica de extração de ERP, potencial elétrico relacionado a evento, utilizada no estudo das várias cognições. A morfologia e mais especificamente a amplitude das ondas resultantes, isto é, dos potenciais elétricos, bem como a latência, ou seja, o tempo de cada uma delas, relacionadas ao evento lingüístico muito podem revelar sobre a neurofisiologia da realização das tarefas cognitivas lingüísticas e o mecanismo computacional de linguagem.

Estão relatados na literatura neurolingüística potenciais elétricos que são relacionados a eventos lingüísticos específicos. A concatenação do objeto direto ao verbo é normalmente relacionada a um potencial elétrico de polaridade negativa, ou seja, voltado para cima, e que começa a se elevar aproximadamente aos 400 ms (entre 350 e 500 ms) após a estimulação do complemento verbal (Kutas, Hillyard, 1980; Osterhout, Holcomb, 1992; Kutas, van Petten, 1994; Osterhout, Holcomb, 1995; Kutas, King, 1996; França, 2002; França *et al.*, 2004; França, 2005). Por ser negativo (N) e aos 400 ms, este potencial é chamado de N_{400} (Figura 3). E se houver neste caso incongruência semântica (*João comeu*

sandália), a amplitude elevada, traduzindo a realização da tarefa N_{400} é portanto a incongruência

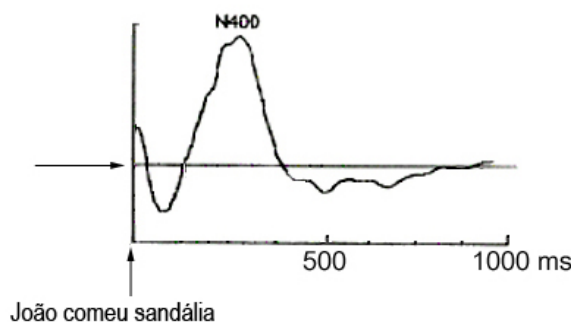


Figura 3 – N_{400} , a assinatura lingüística da incongruência semântica

da onda é bem mais dificuldade na cognitiva lingüística. O assinatura lingüística da semântica.

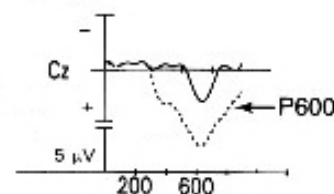


Figura 4 – P_{600} : a assinatura lingüística da incongruência sintática

Outro potencial amplamente descrito na literatura é o P_{600} (Figura 4) ou SPS (*syntactic positive shift* – onda positiva sintática), um potencial de polaridade positiva que emerge aproximadamente aos 500 ms, também a contar do *trigger*, podendo durar ainda cerca de 300 ms, que diz respeito à concatenação sintática, de maior amplitude se for o caso de violação sintática (por exemplo, *Ele cantei*), se comparado com ERP de concatenação sintática congruente (Neville *et al.* 1991; Osterhout, Holcomb, 1992).

5. Contribuições de experimentos neurolingüísticos com extração de ERP realizados no Brasil com indivíduos saudáveis

As investigações em Neurofisiologia empreendidas no Laboratório CLIPSEN da UFRJ são sempre originais, fora aquelas que buscam reproduzir achados que já estão descritos na literatura, com o objetivo de demonstrar que os experimentos foram bem implementados.

As primeiras pesquisas nesta área com indivíduos normais em laboratório brasileiro (CLIPSEN) aconteceram em 2002 e envolveram diferentes módulos cognitivos: Lingüística, Conhecimento de Mundo, Teoria da Mente e Implicatura Escalar (Cagy *et al.*, 2006; França, 2002, 2005a, 2005b; França *et al.*, 2003, 2004a, 2004b). Quanto ao módulo lingüístico, foram testados vários tipos de concatenação verbo-objeto: simples ou local (*Maria esticou a geladeira*), com dependência categorial à distância (*Pedro quis desentupir a pia e também desfiá-la*) ou com movimento de QU- (*Quais músicas Vera compôs?*).

Em 2004, as concatenações de objeto, de sujeito e de adjunto foram temas de outros experimentos (Lage, 2005, 2006a, 2006b; Lage *et al.*, 2006, 2007a, 2007b). Foi estudada a concatenação de objeto em vPs idiomáticos e não idiomáticos, podendo-se verificar a diferença entre as respostas eletrocorticais nos dois casos, traduzindo um maior esforço cognitivo lingüístico nos casos com idiomatidade. Outros achados indicam que os adjuntos são mesmo concatenados à proposição. Além disso, a concatenação de objeto e a concatenação de sujeito em sentenças com o verbo *ter* de posse são dotadas de particularidades por se tratar de verbo *leve*, de pouco conteúdo semântico. Em estudo com verbos pesados, vemos ainda que as concatenações de sujeito e de objeto não obedecem à ordem linear dos constituintes na frase, havendo uma tendência à ordem *bottom-up* da derivação.

Ainda em 2004, a pesquisa neurolingüística *Conexões Conceptuais* (França *et al.*, 2006) teve como hipótese a existência de relações semânticas primordiais entre palavras decorrentes de *qualia*, em face de outras relações semânticas mais tênues, que dependem do discurso. As gradações podem ser definidas dentro do modelo em que a sintaxe gera as estruturas sintáticas, e a semântica as interpreta.

A estimulação neste experimento foi através de *priming* semântico encoberto, sendo utilizados quatro grupos de pares de palavras com relacionamento progressivamente menor.

Experimentos de 2005⁵ tratam de palavras supletivas, mais uma vez utilizando *priming* encoberto. Mostrou-se a diferença entre o processamento de alomorfes morfologicamente condicionados, em que relações fonológicas são perceptíveis, e o de formas supletivas, aquelas em que não há semelhança fonológica sinalizando uma raiz compartilhada. Foram comparados três tipos de verbos: verbos cujas formas se distribuem em conjuntos totalmente distintos fonologicamente, chamados de formas supletivas (*sou, fui, era*), verbos cuja raiz pode ser reconhecida por um mínimo que seja de traços fonológicos em todas as formas de sua conjugação (*trazer, trago, trouxe*, incluindo formas do verbo *ser* que compartilham traços fonológicos – *sou, somos; fui, foi; era, éramos*) e verbos cujas formas se distribuem em conjuntos de conjugação regulares. Observou-se uma facilitação discreta para os pares de formas supletivas. E esta diferença de processamento não se conseguiu registrar com experimento psicolingüístico, que também foi realizado, através da medição do tempo de reação comportamental.

Referências

- CAGY, M.; INFANTOSI, A. F. C.; FRANÇA, A. I.; LEMLE, M. (2006) Statistical analysis of event-related potential elicited by verb-complement merge in Brazilian Portuguese. *Brazilian Journal of Medical and Biological Research*, Ribeirão Preto, São Paulo, v. 39, n. 10, p. 1001-1008, 2006.
- CARAMAZZA, A.; ZURIF, E. B. (Eds.) (1978) *The acquisition and breakdown of language: parallels and divergencies*. Baltimore, Maryland: The Johns Hopkins Press. 340 p.
- _____. (1976) Dissociation of algorithmic and heuristic processes in language comprehension: evidence from aphasia. *Brain and Language*, Amsterdam, v. 3, n. 4, p. 572-582.
- CHOMSKY, N. (1995) *The minimalist program*. Cambridge, Massachusetts: The MIT Press. 420 p.
- _____. (1965) *Aspects of the theory of syntax*. 10.ed. Cambridge, Massachusetts: The MIT Press. 251 p.
- _____. (1957) *Syntactic structures*. The Hague: Mouton. 117 p.
- DRONKERS, N. F. (1996) A new brain region for coordinating speech articulation. *Nature*, London, v. 384, n. 6605, p. 159-161.
- EMBICK, D.; POEPEL, D. (2006) Mapping syntax using imaging: prospects and problems for the study of neurolinguistic computation. In: BROWN, K. (Ed.) *Encyclopedia of language and linguistics*. Oxford: Elsevier Science, 2. ed.
- FRANÇA, A. I. (2005a) Um flagrante de linguagem no cérebro. *Ciência Hoje*, Rio de Janeiro, n. 1, p. 20-25.
- _____. (2005b) Neurofisiologia da linguagem: aspectos micromodulares. In: MAIA, M.; FINGER, I. (Eds.). *Processamento da Linguagem*, Série Investigações em Psicolingüística, GT de Psicolingüística da ANPOLL, v. 1. Curitiba: Educat. p. 263-283.
- _____. (2002) *Concatenações lingüísticas: estudo de diferentes módulos cognitivos na aquisição e no córtex*. Tese de Doutorado. Rio de Janeiro: Universidade Federal do Rio de Janeiro. 235 p.
- FRANÇA, A. I.; LEMLE, M.; CAGY, M.; INFANTOSI, A. F. C. (2006) Conexões conceptuais: um estudo de ERPs sobre a inescapável sintaxe na semântica. *Revista Letras*, Paraná. (No prelo.)
- _____. (2004a) Unveiling electrophysiological differences among types of verb-complement merges in Brazilian Portuguese. *Revista Letras*, Paraná, v. 63, p. 61-76.

⁵ Foram desenvolvidos dois trabalhos a partir dos achados destes experimentos. Um deles, intitulado *Behavioral and electrophysiological assessments of verbal morphology in Portuguese: the case of suppletive forms*, foi apresentado pela Professora Aniela Improta França, em janeiro de 2006, no I Encontro Maryland-UFRJ de Sintaxe e Neurociência da Linguagem, organizado pelo Programa de Pós-Graduação em Lingüística da UFRJ e pelo Laboratório CLIPSEN. Outro trabalho, , foi apresentado pela aluna de Graduação Heloísa Macedo Coelho, no *Workshop* da III Escola de Verão de Lingüística Formal da América do Sul, UNICAMP/MIT (EVELIN).

- FRANÇA, A. I.; LEMLE, M.; CONSTANT, P.; CAGY, M.; INFANTOSI, A. F. C. (2004b) Discriminating among different types of verb-complement merge in Brazilian Portuguese: an ERP study of morphosyntactic subprocesses. *Journal of Neurolinguistics*, Amsterdam, v. 17, n. 6, p. 425-437.
- FRANÇA, A. I.; LEMLE, M.; CONSTANT, P.; CAGY, M.; INFANTOSI, A. F. C.; POEPPPEL, D. (2003) ERP evidence for compartmentalized processing of linguistic and non-linguistic tasks in Brazilian Portuguese. In: ANNUAL COGNITIVE NEUROSCIENCE SOCIETY MEETING (CNS), 10., 2003, New York. *Proceedings...* Davis, California: CNS, p. 69-73.
- FRIEDERICI, A. D. (1999) The neurobiology of language processing. In: _____ (Ed.) *Language comprehension: a biological perspective*. 2. ed. Berlin: Springer. p. 265-292.
- _____. (1995) The time course of syntactic activation during language processing: a model based on neuropsychological and neurophysiological data. *Brain and Language*, Amsterdam, v. 50, n. 3, p. 259-281.
- GILMORE, R. L. (1994) American Electroencephalographic Society guidelines in electroencephalography, evoked potentials, and polysomnography. *Journal of Clinical Neurophysiology*, Philadelphia, v. 11, n. 1, p. 1-147, 1994.
- GRODZINSKY, Y. (1990) *Theoretical perspectives on language deficits*. Cambridge, Massachusetts: MIT Press, A Bradford Book, 1990. 192 p.
- HICKOK, G.; POEPPPEL, D. (2004) Dorsal and ventral streams: a framework for understanding aspects of the functional anatomy of language. *Cognition*, Amsterdam, v. 92, n. 1-2, p. 67-99.
- JASPER, H. H. (1958) Report of the committee on methods of clinical examination in electroencephalography. *Electroencephalography and Clinical Neurophysiology*, Washington, v. 10, n. 2, p. 370-375.
- KUTAS, M.; HILLYARD, S. A. (1984) Brain potentials during reading reflect word expectancy and semantic association. *Nature*, Hampshire, England, v. 307, n. 5947, p. 161-163.
- _____. (1980) Reading senseless: brain potentials reflect semantic incongruity. *Science*, Washington, v. 207, n. 4427, p. 203-205.
- KUTAS, M.; KING, J. W. (1996) The potentials for basic sentence processing differentiating integrative processes. In: Inui, Toshio; MCCLELLAND, J. L. (Eds.) *Attention and Performance: information integration in perception and communication*. Cambridge, Massachusetts: The MIT Press, A Bradford Book, v. 16. p. 501-546.
- KUTAS, M.; VAN PETTEN, C. K. (1994) Psycholinguistics electrified: event-related brain potential investigations. In: GERNSBACHER, M. A. (Ed.) *Handbook of psycholinguistics*. New York: Academic Press. p. 83-144.
- LAGE, A. C. (2006a) *Ter e seus argumentos: estudos experimentais da computação sintática*. In: FINGER, I. (Org.) *Trabalhos em Psicolinguística*. (No prelo)
- LAGE, A. C. (2006b) *Estágios da computação do sujeito na derivação bottom-up: estudando a atividade eletrocortical*. In: ENCONTRO NACIONAL DA ASSOCIAÇÃO NACIONAL DE PÓS-GRADUAÇÃO E PESQUISA EM LETRAS E LINGÜÍSTICA (ANPOLL), 20., 19-21 de julho de 2006, PUC-SP, São Paulo. *Boletim Informativo...* São Paulo: ANPOLL, v. 33. (No prelo)
- _____. (2005) *Aspectos neurofisiológicos de concatenação e idiomatidade em português do Brasil: um estudo de potenciais bioelétricos relacionados a eventos lingüísticos (ERPs)*. Tese de Doutorado em Lingüística, Universidade Federal do Rio de Janeiro, Faculdade de Letras, Departamento de Lingüística.
- LAGE, A. C.; CAGY, M.; INFANTOSI, A. F. C.; LEMLE, M. (2007a) *Adjuntos e sua neurofisiologia*. In: REUNIÃO ANUAL DA SOCIEDADE BRASILEIRA PARA O PROGRESSO DA CIÊNCIA (SBPC), 58., 16-21 de julho de 2006, UFSC, Florianópolis. *Anais...* Brasília: SBPC. (No prelo)
- LAGE, A. C.; FRANÇA, A. I.; LEMLE, M.; CAGY, M.; INFANTOSI, A. F. C. (2007b) *Computações e eletrofisiologia da linguagem*. In: REUNIÃO ANUAL DA SOCIEDADE BRASILEIRA PARA O PROGRESSO DA CIÊNCIA (SBPC), 58., 16-21 de julho de 2006, Chamada Interdisciplinar, UFSC, Florianópolis. *Anais...* Brasília: SBPC. (No prelo)
- LAGE, A. C.; LEMLE, M.; CAGY, M.; INFANTOSI, A. F. C. (2006) *Derivando proposições: um estudo de ERPs (event-related brain potentials)*. In: SEMINÁRIO DO GRUPO DE ESTUDOS LINGÜÍSTICOS DO ESTADO DE SÃO PAULO (GEL), 54., 27-29 de julho de 2006, UNIP (Universidade Paulista), Araraquara, SP. *Estudos Lingüísticos...* São Paulo: GEL, v. 35. (No prelo)
- MARANTZ, A. (2005) Generative linguistics within the cognitive neuroscience of language. *The Linguistic Review*. In press. Disponível em: <http://web.mit.edu/marantz/Public/Recent/EmbickMarantz.pdf>

- NEVILLE, H.; NICOL, J.; BARSS, A.; FORSTER, K; GARRETT, M. (1991) Syntactically based sentence processing classes: Evidence from event-related brain potentials. *Journal of Cognitive Neuroscience*, Cambridge, Massachusetts, v. 3, p. 151-165.
- OSTERHOUT, L.; HOLCOMB, P. J. (1995) Event-related potentials and language comprehension. In: RUGG, M. D.; COLES, M. G. H. (Eds.) *Electrophysiology of mind: event-related brain potentials and cognition*. New York: Oxford University Press, 1995. p. 171-215. (Oxford Psychology Series, 25)
- _____. (1992) Event-related brain potentials elicited by syntactic anomaly. *Journal of Memory and Language*, Amsterdam, v. 31, n. 6, p. 785-806.
- POEPPEL, D. (1996) A critical review of PET studies of phonological processing, *Brain and Language*, Amsterdam, v. 55, n. 3, p. 317-351.
- PYLKKÄNEN, L.; MARANTZ, A. (2003) Tracking the time course of word recognition with MEG. *Trends in Cognitive Sciences*, New York, v. 7, n. 5, p. 187-189.
- REINHART, T.; GRODZINSKY, Y. (1993) The innateness of binding and coreference, *Linguistic Inquiry*, Cambridge, Massachusetts, v. 24, n. 1, p. 69-101.