

Diferenças eletrocorticais na computação de verbos leves e pesados

Aleria Cavalcante Lage*

Miriam Lemle**

Maurício Cagy***

Antonio Fernando Catelli Infantsi****

Resumo – Foram realizados dois experimentos em Português do Brasil, com extração de potencial relacionado a evento (*event-related brain potential* – ERP). As atividades eletrocorticais de 29 voluntários normais foram coletadas e armazenadas durante a estimulação lingüística. Depois disso, foram aplicadas técnicas de processamento digital de sinais bioelétricos (filtragem e promediação) para se estimarem os ERPs. Com base no modelo da Morfologia Distribuída, investigamos, através das respostas eletrocorticais dos voluntários, a derivação sintática de sentenças com o verbo leve *ter*, como *O menino tinha uma bola* / **O menino tinha uma lua*, e de sentenças com verbos pesados, como *O menino chutou a bola* / **A cadeira chutou a bola*. Os achados nos mostram diferenças entre estes dois tipos de computação. Parece mesmo que não é possível se ter uma anomalia semântica dentro de um vP, do tipo [_{VP} v [_{DP} Det N]], com o verbo leve *ter* (*have*). Não há N400s de amplitudes diferentes, muito embora a coisa (ou pessoa) possuída seja à primeira vista semanticamente bem implausível. Parece ser uma evidência de que a anomalia semântica seria estabelecida somente a partir da computação (ou concatenação – *merge*) do sujeito, o que significa que a incongruência da proposição está fora do vP ou depois da concatenação verbo-complemento. Quanto aos achados referentes às sentenças incongruentes com verbos pesados, pudemos ver que a implausibilidade semântica do sujeito em relação ao verbo provoca respostas eletrocorticais completamente diferentes daquelas decorrentes de sentenças com verbos pesados e sujeitos congruentes.

Palavras-chave – Verbos leves e pesados. Gramática Gerativa. Morfologia Distribuída (MD). ERP (*event-related brain potential* – potencial relacionado a evento).

* Pós-Doutora em Lingüística pela Universidade Federal do Rio de Janeiro (UFRJ), Brasil. Bolsista da Fundação Carlos Chagas Filho de Amparo à Pesquisa do Estado do Rio de Janeiro (FAPERJ). E-mail: aleria@terra.com.br.

** Professora Titular do Departamento de Lingüística da Universidade Federal do Rio de Janeiro (UFRJ), Brasil.

*** Professor Adjunto do Departamento de Epidemiologia e Bioestatística da Universidade Federal Fluminense (UFF), Niterói, Brasil.

**** Professor Titular do Programa de Engenharia Biomédica da COPPE/UFRJ.

Introdução

O Modelo Minimalista da gramática (CHOMSKY, 1995) assume que a *Computação em Linguagem Humana* (*Computation in Human Language* – C_{HL}) possui uma operação, *selecionar* (*select*), que retira as palavras da *numeração* (*numeration*), um tipo de depósito da memória de trabalho, e as coloca na computação sintática. Neste estágio, as palavras são *concatenadas* (*merged*), *movidas* (*moved*) e *copiadas* (*copied*). Em tal versão da gramática, as palavras selecionadas são extraídas da numeração como formas completas, cujos traços constituintes são montados antes de qualquer operação sintática. Assim, este modelo considera duas computações distintas: uma que precede a sintaxe, relativa à formação de palavra, e outra que se refere à combinação das palavras na estrutura da frase.

A Morfologia Distribuída (HALLE; MARANTZ, 1993, 1994; MARANTZ, 1996, 1997; HARLEY; NOYER, 1998; MARANTZ, 2001), uma das versões mais recentes da Gramática Gerativa, também admite a hipótese modularista forte, que postula a Faculdade da Linguagem como constituída por submódulos que se interrelacionam, sendo o *output* de um o *input* de outros. Mas a modularidade na Morfologia Distribuída (*Distributed Morphology*) é ainda mais diminuta, porque este modelo considera uma grande quantidade de submódulos no sistema, cada um com tarefas específicas e seus constituintes atômicos. Ainda mais importante é o fato de que a Morfologia Distribuída (MD) sustenta um componente sintático ativo que opera tanto interna quanto externamente à palavra: “*syntactic hierarchical structure all the way down*” (HALLE; MARANTZ, 1994, p. 276). Este modelo teórico sustenta uma modularidade dinâmica que coincide com uma tendência micromodular em muitas outras ciências cognitivas.

Considerando este modelo não lexicalista da MD, temos razões para acreditar que *verbos pesados* e *verbos leves* diferem de formas previsíveis. O modelo propõe que verbos pesados vêm de traços abstratos selecionados no módulo Lista 1. Estes verbos seriam derivados, na Lista 1, da seleção de um espaço reservado para *Raiz* (*Place holder for Root*) e um *verbalizador*. Os traços abstratos são concatenados (*merged*) e então enviados para o componente morfofonológico, onde a inserção lexical acontece e preenche o espaço para *Raiz* efetivamente com uma *Raiz* ou com o produto de uma *Raiz* implementada e categorizada em uma fase prévia.

Contrastivamente, em se tratando de um verbo leve como *ter*, a teoria propõe que o que é selecionado e concatenado a partir da Lista 1 é um traço abstrato de conteúdo semelhante ao conteúdo de uma preposição. Isto significa que não há Raiz envolvida no processo de geração de um verbo leve. Há uma fase em que os traços abstratos de nominalizador e de lugar para Raiz são concatenados. Sendo assim, para derivar *ter uma bola*, por exemplo, *uma bola* se concatena a um *Relacionador* (Lista 1) que tem traços semelhantes à preposição *com*. Então, *com uma bola* é percebido na morfofonologia (Lista 2) como *ter uma bola*. Isto quer dizer que *ter* derivaria de [n [p n]] em que *p* funciona como um conector que estabelece a relação possuidor-possuído (*secretária com telefone*) ou parte-todo (*casa com piscina*). Somente depois disso, quando *p* é alçado para *v*, esta noção atua fonologicamente, recebendo uma das formas de *ter*.

Um verbo pesado, por sua vez, se origina de [espaço para Raiz + v] na Lista 1 e, na fase do vP, ele seleciona ativamente seu argumento interno. O vP em *O advogado escreveu o e-mail* possui um conteúdo semântico com um certo valor de plausibilidade, neste caso congruente. Este valor não depende da concatenação sujeito + vP, embora o conteúdo do sujeito possa vir a afetar a congruência estabelecida a partir da seleção do argumento interno pelo verbo.

Tendo como base o modelo teórico da MD, realizamos dois experimentos em português do Brasil a fim de comparar contrapartes neurofisiológicas de atividades cognitivas lingüísticas. Os estímulos empregados foram frases congruentes e incongruentes do tipo S-V-O com verbo pesado (*A modelo vestiu a blusa*; **A caneca beijou o homem*) e com o verbo leve *ter* (*A sala tinha uma lareira*; **O bebê tinha uma neblina*).

Nos experimentos, foi utilizada a técnica de extração de ERP: potencial bioelétrico relacionado a evento lingüístico (*event-related brain potential*). Foram registradas as atividades eletrocorticais de 29 voluntários saudáveis, através da coleta de EEG durante a estimulação lingüística. Depois disso, foram aplicadas técnicas de processamento digital de sinais (filtragem e promediação), para que os ERPs pudessem ser estimados, e foi realizado tratamento estatístico para a validação dos resultados.

1. Fundamentos teóricos

A motivação principal da MD é dar conta das numerosas situações em que não há correspondência entre sintaxe, fonologia e semântica, ou seja, situações em que não se pode razoavelmente esperar que estes componentes sejam pareados numa relação de um para um. Em tal modelo, os constituintes primários do sistema computacional de linguagem são traços abstratos formais e operações sintáticas que são aplicadas a estes traços. Assim, este sistema não começa a trabalhar com palavras ou morfemas, se tomarmos morfemas como as unidades mínimas tradicionais que têm traços formais, fonológicos e semânticos. Em vez disso, suas unidades mínimas são traços abstratos, e isso faz da MD um modelo não lexicalista.

Quais são os passos necessários para derivar a frase *O menino chutou a bola* (*The boy kicked the ball*), por exemplo? A derivação (Figura 1) começa pela formatação do verbo *chutar* através da concatenação do verbalizador à Raiz CHUT. Quanto à definição enciclopédica, esta estrutura é suficiente para chegarmos ao significado *empurrar um objeto (ou pessoa) com o pé, imprimindo força*. Neste estágio, o verbo se concatena ao seu complemento, *a bola*, e lhe atribui papel temático e Caso (acusativo), formando o *v'*.

Nesta configuração, o DP argumento externo do verbo, *o menino*, entra na derivação na posição de *Especificador (Spec)* de *vP*, se concatenando ao *v'* e recebendo nesta configuração o papel temático de agente. Os traços de T (Tempo – *Tense*) se concatenam ao verbo. Esta concatenação se traduz pela atração do verbo na morfologia, sendo o verbo alçado para se concatenar a T. Agora, o DP sujeito se move de *Spec* de *vP* para *Spec* de TP. Então ocorre a computação dos traços formais do sujeito (3^a. pessoa, singular), que são copiados do DP para T. É T que portanto atribui o Caso (nominativo) ao argumento externo.

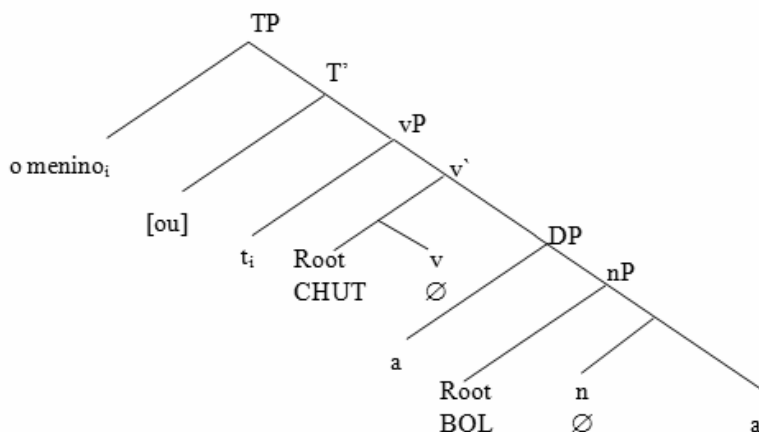


Figura 1 – Derivação de *O menino chutou a bola*

Esta forma de se realizar a derivação está de acordo com a hipótese de que o curso da derivação é *bottom-up* (de baixo para cima), hipótese sustentada desde as primeiras versões da Gramática Gerativa e presente ainda no Programa Minimalista e na MD.

Mas o que aconteceria nos casos em que o verbo efetivamente não seleciona seu argumento interno? Isso é o que acontece em frases com verbos leves, como *ter*, em, por exemplo, *O menino tinha uma bola*. A MD propõe que, depois da derivação de *o menino* e *uma bola*, há uma fase em que *um bola* é concatenado a um Relacionador (Lista 1) que tem um traço similar àquele da preposição *com* (Figura 2).

Um verbalizador (Lista 1) e T se concatenam a uma preposição (Relacionador), formando o nó terminal (*bundle*) [p + v + T]. T requer Agr (*Agreement*), a cópia dos traços do sujeito (3^a. pessoa, singular). Este nó terminal [p + v + [T + 3 p sg]] é implementado na morfofonologia como *tinha*. O DP *o menino* se concatena ao Spec de pP, é alçado para a posição de Spec de vP e, por último, para Spec de TP. A concatenação *o menino + tinha uma bola* é, portanto, posterior à concatenação *tinha + uma bola*.

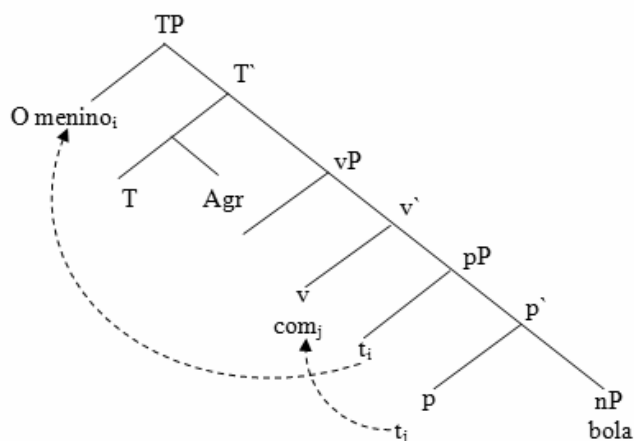


Figura 2 – Derivação de *O menino tinha uma bola*

Assim, *tinha* é implementado para realizar a natureza relacional do traço original, que estabelece uma relação de posse entre seu complemento e o possuidor, seu argumento externo. Nesta relação, a única restrição seletiva para a *coisa (ou pessoa) possuída* é uma restrição categorial, ou seja, tem que ser um nome. Não há restrição semântica ao complemento. A aceitabilidade da proposição dependerá da natureza semântica do sujeito, isto é, o *possuidor*. Ilustrando este fato, *uma lua* pode ser complemento de *ter*, e a frase será semanticamente congruente se o sujeito (o possuidor) for *o planeta* e incongruente se o sujeito for *o menino*. O fraco conteúdo semântico de *ter* vem sendo observado desde abordagens lexicalistas da Gramática Gerativa, como em HALE; KEYSER (1993), onde a noção de verbo leve já aparece.

Por outro lado, verbos pesados selecionam um complemento de acordo com suas restrições semânticas, de maneira que a aceitabilidade semântica já pode ser comprometida no próprio vP. *Beber*, por exemplo, seleciona, como complemento, um nome (seleção categorial) que se refere a alguma coisa que pode ser ingerida no estado líquido (seleção semântica): *O professor bebeu um café*. Em **O professor bebeu um fogão*, vemos que a frase incongruente é uma consequência da natureza semântica do complemento, que não atende às restrições semânticas seletivas impostas por *beber*.

2. Os experimentos neurolingüísticos

2.1 Metodologia¹

Recrutamos somente sujeitos normais: 29 estudantes de Graduação da Universidade Federal do Rio de Janeiro, entre eles quinze homens. Durante a apresentação dos estímulos lingüísticos, os sinais eletrocorticais dos sujeitos experimentais foram adquiridos através de um programa computacional especial, desenvolvido no *Matlab* – by *The MathWorks, Inc.*, e um eletroencefalógrafo digital, onde os cabos dos eletrodos são conectados. Os eletrodos foram posicionados no escalpo do sujeito, obedecendo um sistema comum, o Sistema Internacional 10-20 (*10-20 International System*). Cada ponto no escalpo onde se localiza um eletrodo é chamado de derivação. Os sinais foram adquiridos de 20 derivações: PF1, PF2, Fz, F3, F4, F7, F8, Cz, C3, C4, Pz, P3, P4, T3, T4, T5, T6, Oz, O1, O2, além do fio terra e de dois pontos de referência nos mastóides². O programa de apresentação de estímulos (*Presentation* – by *Neurobehavioral Systems, Inc.*) enviava pulsos (ondas irregulares criadas por computador) para o programa de aquisição de sinais, informando o instante exato da apresentação de cada palavra.

Após a aquisição dos sinais, eles tinham que ser processados. O processamento de sinais, o programa de aquisição de sinais e o tratamento estatístico dos resultados foram desenvolvidos pelo Laboratório de Processamento de Imagens e Sinais (LAPIS) do Programa de Pós-graduação em Engenharia Biomédica, da COPPE, da Universidade Federal do Rio de Janeiro. Para o processamento de sinais é utilizada a técnica de promediação. Isto significa que os sinais são matematicamente tratados, de forma a se atingir a extração de ERP (*event-related brain potentials*), ou seja, a extração dos sinais bioelétricos relacionados, neste caso, a eventos lingüísticos. O ERP promediado é uma onda resultante considerando-se todos os sujeitos experimentais.

Em um dos experimentos, trabalhamos com 40 estímulos do tipo (1) *O menino chutou a bola* e outros 40 como (2) **A cadeira chutou a bola*. No outro experimento, testamos 40 frases como (1) *O menino tinha uma bola* e 40 frases como (2) **O menino tinha uma lua*. Em ambos os experimentos, o *trigger* sempre foi posicionado no núcleo do DP complemento do verbo. Cada palavra aparecia no monitor do sujeito por exatamente 200

ms. E usamos uma janela temporal de 800 ms, isto é, processamos os sinais que foram adquiridos durante 800 ms a partir da deflagração do *trigger*.

2.2 Resultados

Em experimentos com extração de ERP, a latência das ondas é referenciada ao instante da apresentação da palavra-alvo, e a amplitude das ondas, que retrata a intensidade da atividade cortical, é uma medida dos esforços cognitivos para a integração sintática/semântica (KUTAS; HILLYARD, 1980, 1984; OSTERHOUT; HOLCOMB, 1995; FRIEDERICI, 1999; HICKOK; POEPEL, 2000; FRANÇA, 2002). Graças à uniformidade dos resultados, existe uma convenção de que quando um potencial elétrico está voltado para cima é negativo. Assim, uma negatividade (N) se direciona para cima; e uma positividade (P), para baixo.

Quanto aos resultados do experimento com verbos pesados (Figura 3), a linha grossa se refere ao *output* elétrico relativo à computação de frases congruentes, como a frase (1); a linha fina, à computação de frases incongruentes, como a frase (2). A coordenada representa a linha do tempo, ou a *latência* da onda, onde cada ponto se refere a 200 ms. A abscissa representa a voltagem ou a *amplitude* da onda.

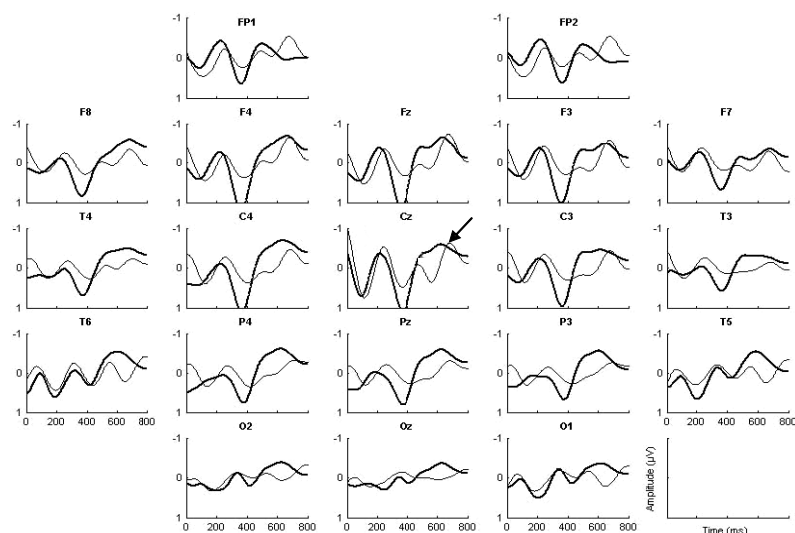


Figura 3 – ERPs promediados nas 20 derivações (*trigger* na última palavra)

Linha grossa – O menino chutou a bola

Linha fina – A cadeira chutou a bola

Depois do processamento de sinais, considerando uma janela temporal de 800 ms a partir do momento da deflagração do DP núcleo do objeto direto, percebemos que, principalmente em Fz, F3, F4, F7, F8, Cz, C3 e C4 (Figura 3), a morfologia das ondas bioelétricas originadas da computação de frases com verbo pesado e com sujeito semanticamente incongruente (linha fina) se mostra muito diferente, se comparada à morfologia das ondas bioelétricas originadas de frases congruentes com verbo pesado (linha grossa).

No que se refere ao tratamento estatístico, o *Running t-Test* (HAGOORT ET AL., 2004a, 2004b) foi aplicado no sinal diferencial, a cada instante no tempo nos trechos de EEG e considerando todos os sujeitos. Desta forma, todos os resultados foram atestados estatisticamente.

As respostas eletrocorticais do experimento com o verbo leve *ter* geraram ERPs de amplitude ligeiramente aumentada, principalmente nas derivações Fz, F3, F4, F7, F8, Cz, C3 e C4, em se tratando da computação de frases incongruentes, como **O menino tinha uma lua*, se compararmos estes ERPs com os das respostas eletrocorticais decorrentes da computação de frases congruentes, como *O menino tinha uma bola*. O restante dos ERPs se sobrepuseram e, portanto, não são estatisticamente significativos (Figura 4).

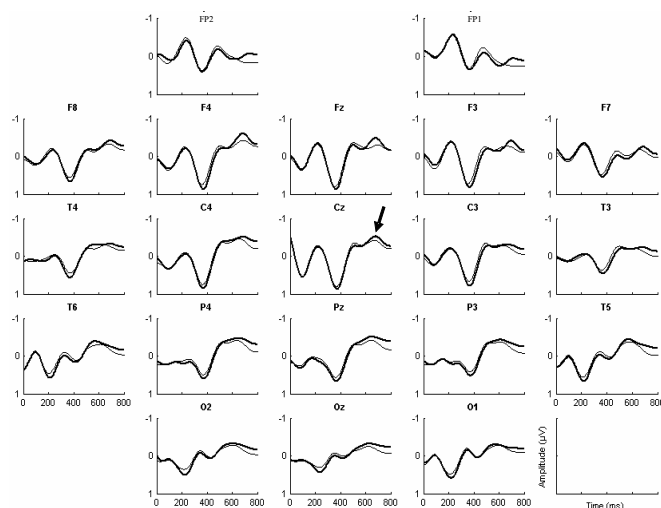


Figura 4 – ERPs promediados nas 20 derivações (*trigger* na última palavra)
 Linha grossa – O menino tinha uma bola
 Linha fina – O menino tinha uma lua

2.3 A análise lingüística

Mais de vinte anos de pesquisa neurolingüística com extração de ERP e envolvendo indivíduos normais (KUTAS; HILLYARD, 1980, 1984; OSTERHOUT; HOLCOMB, 1995; FRIEDERICI, 1999; HICKOK; POEPEL, 2000; FRANÇA, 2002) vêm nos mostrando que a concatenação verbo-complemento ocorre aproximadamente aos 400 ms (entre 350 e 500 ms) depois do DP objeto e é marcada por um potencial elétrico negativo, o N400, que tem uma amplitude muito mais acentuada quando resultante de anomalia semântica (Figura 5). Também é interpretação comum a amplitude do ERP estar diretamente relacionada ao esforço cognitivo que é necessário para a realização da tarefa lingüística.

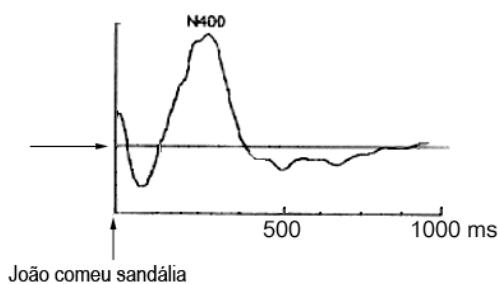


Figura 5 – N₄₀₀ – a assinatura lingüística da incongruência semântica – relacionado a uma sentença-estímulo clássica

Neste tipo de estudo necessitamos de uma versão da gramática gerativa que possa oferecer maior adequação explanatória aos achados neurofisiológicos, e escolhemos a Morfologia Distribuída, uma versão de teoria lingüística que é não lexicalista. A escolha foi feita por acreditarmos que uma teoria lexicalista não seria capaz de prever diferenças entre a derivação sintática de sentenças com verbos leves e pesados. Mas a Morfologia Distribuída (MD) vai além ao granular a derivação sintática. A MD propõe que verbos leves não envolvem uma Raiz prevista na Lista 1. Eles são implementados na morfologia (Lista 2), durante a inserção de vocabulário nos nós terminais de categorias puramente funcionais. O verbo *ter* se originaria de [n [p n]] em que *p* funcionaria como um

conector estabelecendo a relação possuidor-possuído (*vendedor com carro*; **bebê com neblina*) ou parte-todo (*sala com lareira*; **idéia com água*). A teoria prediz que não existe um vP incongruente como verbo leve *ter*. A incongruência está na relação semântica ente o sujeito e o complemento, relação essa que se forma na sintaxe na fase de *p*, anterior à da entrada do verbalizador. A congruência e a incongruência da frase dependem da semântica do sujeito (**criança tem vento*; **inteligência tem café*). A ausência de uma Raiz não permite a seleção semântica de argumentos internos. Isto significa que qualquer pessoa ou coisa pode ter alguma coisa (ou alguém). Portanto, a derivação de um verbo leve envolveria somente a concatenação de um morfema relacionador (em forma de preposição) e Tempo. E se não há Raiz, não há evento.

Nos nossos achados, não tivemos ondas elétricas com grande amplitude em torno dos 400 ms depois do complemento do verbo leve *ter* (Figure 4), que são típicas de anomalia semântica na concatenação do verbo com seu complemento. ERPs com morfologias diferentes foram detectados após os 400 ms, e aqueles relacionados a frases incongruentes com o verbo *ter* tiveram uma amplitude aumentada.

No que se refere aos verbos pesados, considerando que a congruência semântica do sujeito em relação ao verbo foi o único elemento manipulado, atribui-se a ele as diferenças elétricas que se estendem por todo o trecho de EEG estudado, isto é, os 800 ms depois da deflagração do núcleo do DP objeto (Figura 3). Assim, a incompatibilidade semântica do sujeito em relação ao vP com verbo pesado, que é a anomalia que não permite a interpretação da proposição, constitui a razão das várias alterações eletrocorticais, comparando-se estes ERPs com aqueles provocados pela computação de sentenças com verbo pesado. Acreditamos que esta anomalia semântica teria causado um aumento do esforço para a realização da tarefa cognitiva lingüística e, conseqüentemente, a diferença na morfologia dos ERPs.

3. Conclusão

A despeito de ainda estarmos longe de relacionar tudo o que sabemos sobre Teoria Lingüística com as respostas eletrocorticais que extraímos dos voluntários (POEPEL; EMBICK, 2005; EMBICK; POEPEL, 2006), os

resultados destes nossos experimentos nos mostram que estamos no caminho certo. Utilizando um controle experimental criterioso, obtivemos um diferencial nos potenciais bioelétricos relacionados à concatenação de verbos leves e pesados a seus complementos. Obtivemos ERPs de fato diferentes, extraídos a partir de protocolos de processamento de sinais biológicos que estão sendo aperfeiçoados nos últimos anos. Mas esta ciência nova, Neurolingüística ou Neurociência da Linguagem, ainda não pode dizer muito. Ainda estamos lidando com problemas incomensuráveis. A relação entre a Lingüística e a Neurociência está mesmo no início. Temos muito a investigar. Como podemos relacionar a granularidade do cérebro funcionando com a granularidade da Computação em Linguagem Humana (C_{HL})? É uma tarefa a ser conquistada, especialmente porque Chomsky e colegas, durante estes cinqüenta anos, levaram a Teoria Lingüística a um alto nível de conhecimento empírico e sutileza analítica.

Apesar disso, os resultados convergentes de experimentos com extração de ERPs podem nos guiar gradualmente a combinar as respostas elétricas no cérebro com predições da Teoria Lingüística. Estamos convencidos de que, fazendo nosso trabalho pelo lado da Lingüística, quanto mais conseguirmos entender sobre computações sintáticas, mais próximos estaremos de atingir o ponto de reconhecer na eletrofisiologia a contraparte das complexas microatividades da Computação em Linguagem Humana.

Especificamente quanto aos temas da pesquisa apresentados aqui, se considerarmos a computação de frases com o verbo *ter*, precisamos ainda realizar outros experimentos para investigar operações sintáticas ainda mais diminutas envolvidas neste processo. Testaríamos atividades eletrocorticais para detectar mais pistas que poderiam nos levar, por exemplo, a corroborar e detalhar a ausência do evento na semântica de *ter*.

Com relação à computação de frases com verbos pesados, continuaremos nossa pesquisa tentando verificar se as diferenças na morfologia dos ERPs, portanto diferenças de respostas eletrocorticais durante a realização de tarefa cognitiva lingüística, existem porque o sujeito não combina semanticamente com o vP ou, mais, não combina com o próprio verbo. Vamos persistir na busca de pistas de detalhes sobre a computação

do sujeito e de aspectos da eletrofisiologia do curso *bottom-up* da derivação sintática.

Notas

¹ Para uma revisão completa da metodologia, cf. LAGE (2005).

² Os mastóides são ossos localizados atrás das orelhas. Os eletrodos posicionados nos mastóides servem como referência aos potenciais elétricos capturados em outras derivações, já que não há atividade elétrica nos ossos. Assim, medir o diferencial do potencial do mastóide e outra derivação resulta na medida apropriada da eletricidade naquela outra derivação.

Electrocortical differences in the computation of light and heavy verbs

Abstract – Two experiments in Brazilian Portuguese were carried out using ERP (event-related brain potential) extraction. Twenty-nine healthy volunteers' electrocortical activities were collected and stored during linguistic stimulation. After that, digital processing techniques of bioelectrical signals (filtering and grand-averaging) were applied to estimate the ERPs. Following the ERPs extracted were analyzed under the light of the Distributed Morphology framework, in view of the syntactic derivation of sentences with the light verb *ter* (have), such as *The boy had a toy/ *The boy had a moon*, and of sentences with heavy verbs, such as *The boy kicked the ball/ *The chair kicked the ball*. The findings show us differences between these two kinds of computation. As far as we can see, it is actually not possible to have a semantic anomaly in a vP, like $[_{vP} v [_{DP} Det n]]$, with the light verb *ter*. There are no N400s of different amplitudes, even though the possessed entity referred by the object is at first sight semantically implausible. These facts seem to be evidence that the semantic anomaly would be functional in the brain only after the computation of the subject, which means that the electrical effects of the propositional incongruity happen out of the vP and after the verb-complement merge. Concerning the findings in relation to the sentences with heavy verbs, we could see that the semantic implausibility of the subject regarding the verb provokes electrocortical responses that are completely different from those that stem from sentences with congruous subjects.

Keywords – Light and heavy verbs. Generative Grammar. Distributed Morphology (DM). ERP (event related brain potential).

Referências bibliográficas

CHOMSKY, N. *Approaching UG from below*. MIT, 2006, 18 p.

_____. *On phases*. MIT, 2005. 29 p.

_____. *Three factors in language design*. *Linguistic Inquiry*, Cambridge, MA, v.16, n.1, 2005, p.1-22.

_____. *Biolinguistics and the human capacity*. Lecture at MTA, Research Institute for Linguistics, Hungarian Academy of Science, Budapest, May 17, 2004, MIT, 10 p.

_____. *Beyond explanatory adequacy*. Cambridge, MA: MIT, 2001. (MIT Occasional Papers in Linguistics, n. 20, 28 p.)

_____. *Derivation by phase*. Cambridge, MA: MIT, 1999. (MIT Occasional Papers in Linguistics, n. 18, 43 p.)

_____. *The minimalist program*. Cambridge, MA: The MIT Press, 1995. 420 p.

_____. A minimalist program for linguistic theory. In: HALE, K.; KEYSER, S. J. (Eds.) *The view from building 20: Essays in linguistics in honor of Sylvain Bromberger*. Cambridge, MA: The MIT Press, 1993, p. 1-52. (Current Studies in Linguistics, n. 24)

_____. *Aspects of the theory of syntax*. 10.ed. Cambridge, MA: The MIT Press, 1965, 251 p.

EMBICK, D.; POEPEL, D. Mapping syntax using imaging: Prospects and problems for the study of neurolinguistic computation. In: BROWN, K. (Ed.) *Encyclopedia of language and linguistics*. 2. ed. Oxford: Elsevier Science, 2006.

FRANÇA, A.I. *Concatenações lingüísticas: Estudo de diferentes módulos cognitivos na aquisição e no córtex*. Tese (Doutorado em Lingüística), Universidade Federal do Rio de Janeiro, Faculdade de Letras, Departamento de Lingüística, 2002. In: FINGER, I.; MATZENAUER, C.L.B. (Orgs). *TEP: Textos em Psicolingüística*. Publicação eletrônica do GT de Psicolingüística da ANPOLL. Pelotas: EDUCAT, 2006.

FRIEDERICI, A.D. The neurobiology of language processing. In: _____ (Ed.) *Language comprehension: A biological perspective*. 2.ed. Berlin: Springer, 1999. p. 265-292.

HAGOORT, P; HALD, L.; BASTIAANSEN, M.; PETERSSON, K.M. Integration of word meaning and world knowledge in language comprehension. *Science*, v. 304, p. 439-441, Apr. 16, 2004.

_____. Integration of word meaning and world knowledge in language comprehension. *Science*, v. 304, p. 439-441, Apr. 16, 2004. Supporting online material. Available at: <http://www.sciencemag.org/cgi/data/1095455/DC1/1>.

HALE, K.; KEYSER, S. J. On argument structure and the lexical expression of syntactic relations. In: HALE, K.; KEYSER, S. J. (Eds.) *The view from building 20: Essays in linguistics in honor of Sylvain Bromberger*. Cambridge, MA: The MIT Press, 1993. p. 53-109. (Current Studies in Linguistics, n. 24)

HALLE, M; MARANTZ, A. Some key features of Distributed Morphology. In: CARNIE, A.; HARLEY, H; BURES, T. (Eds.) *Papers on phonology and morphology*. Cambridge, MA: MIT, 1994. p. 275-288. (MIT Working Papers in Linguistics, n. 21)

_____. Distributed Morphology and the pieces of inflection. In: HALE, K.; KEYSER, S. J. (Eds.) *The view from building 20: Essays in linguistics in honor of Sylvain Bromberger*. Cambridge, MA: The MIT Press, 1993. p. 111-176. (Current Studies in Linguistics, n. 24)

HARLEY, H; NOYER, R. Licensing in the non-lexicalist lexicon: nominalizations, vocabulary items, and the Encyclopedia. In: HARLEY, H. (Ed.) *Papers from the Upenn/MIT roundtable on argument structure and aspect*. Cambridge, Massachusetts: MIT Working Papers in Linguistics, 1998. p. 119-137. (MIT Working Papers in Linguistics, 32)

HICKOK, G.; POEPEL, D. Towards a functional neuroanatomy of speech perception. *Trends in Cognitive Sciences*, New York, v. 4, n. 4, 2000, p. 131-138.

KUTAS, M.; HILLYARD, S.A. Brain potentials during reading reflect word expectancy and semantic association. *Nature*, Hampshire, v. 307, n. 5947, 1984, p. 161-163.

_____. Reading senseless: brain potentials reflect semantic incongruity. *Science*, Washington, v. 207, n. 4427, 1980, p. 203-205.

LAGE, A.C. *Aspectos neurofisiológicos de concatenação e idiomatidade em português do Brasil*: Um estudo de potenciais bioelétricos relacionados a eventos lingüísticos (ERPs). Tese (Doutorado em Lingüística), Universidade Federal do Rio de Janeiro, Faculdade de Letras, Departamento de Lingüística, 2005. In: FINGER, I.; MATZENAUER, C.L.B. (Orgs) *TEP*: Textos em Psicolingüística. Publicação eletrônica do GT de Psicolingüística da ANPOLL. Pelotas: EDUCAT, 2006.

MARANTZ, A. *Words*. Handout of a talk at the XX West Coast Conference on Formal Linguistics, University of Southern California, 2001. 29 p. Disponível em: <http://web.mit.edu/~marantz/Public/WCCFL.doc>

_____. *No escape from syntax*: Don't try morphological analysis in the privacy of your own lexicon. *University of Pennsylvania Working Papers in Linguistics* (PWPL), Pennsylvania, v. 4, n. 2, Proceedings of the 21st Annual Penn Linguistics Colloquium, 1997. p. 201-225.

_____. *"Cat" as a phrasal idiom*: Consequences of late insertion in Distributed Morphology. Ms., MIT, 1996. 24 p.

OSTERHOUT, L.; HOLCOMB, P.J. 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.

POEPEL, D.; EMBICK, D. Defining the relation between linguistics and neuroscience. In: CUTLER, A. (Ed.) *Twenty-first century psycholinguistics: four cornerstones*. chapter 6, Mahwah, New Jersey: Lawrence Erlbaum, 2005.

Recebido e aprovado para publicação em junho de 2007