

LEFT ANTERIOR NEGATIVITY, SUAS INTERPRETAÇÕES FUNCIONAIS E POTENCIAL USO EM INVESTIGAÇÕES DE PROCESSAMENTO MORFOSSINTÁTICO AUTOMÁTICO EM L1

Leonardo Cabral (UFRJ)¹
Marije Soto (UFRJ)²

RESUMO: O objetivo deste trabalho é apresentar e problematizar a assinatura eletrofisiológica left anterior negativity (LAN, negatividade anterior esquerda) no âmbito do processamento linguístico. O LAN é interpretado como sendo marcador de processamento morfoossintático e surge comumente em estudos com violações (morfo)sintáticas. No entanto, questionamentos acerca de sua natureza funcional e consistência de replicação levantam a necessidade de maior

ABSTRACT: The aim of this paper is to present and problematize the electrophysiological signature left anterior negativity (LAN) within the scope of language processing. The LAN is interpreted as a marker of morphosyntactic processing and commonly occurs in studies with (morpho)syntactic violations. However, criticism regarding its functional nature and replication consistency raise the need for greater attention as to its interpretations and applications. We point out that the LAN is

¹ Doutorando no Programa de Pós Graduação em Linguística da Universidade Federal do Rio de Janeiro (UFRJ).

² Professora adjunta no Departamento de Libras da Universidade Federal do Rio de Janeiro (UFRJ).

quanto às suas interpretações e aplicação. Apontamos que o LAN, mesmo com as devidas ressalvas, é observado de forma ampla em diversas línguas, mas há lacunas a serem preenchidas no que concerne seu caráter de reflexão de processamento (morfo)sintático dissociado de sobrecarga de memória de trabalho e sua replicação em estudos de português brasileiro.

PALAVRAS-CHAVE: ERP; LAN; processamento morfossintático.

observed broadly across different languages, but that there are indeed gaps to be filled as to whether it reflects (morpho)syntactic processing dissociated from working memory overload and its replication in Brazilian Portuguese studies.

KEYWORDS: ERP; LAN; morphosyntactic processing.

INTRODUÇÃO

Este trabalho apresenta uma resposta eletrofisiológica associada ao processamento linguístico (morfo)sintático: o *left anterior negativity* (LAN, negatividade anterior esquerda). Devido à sua relevância enquanto possível marcador de processamento (morfos)sintático automático, discutiremos a caracterização desse componente cognitivo em língua nativa. Também exporemos duas lacunas nas pesquisas relacionadas ao LAN e realizaremos uma proposta para preenchê-las.

A neurociência da linguagem investiga como o cérebro representa e processa a linguagem. O que diferencia esta disciplina de outras é seu enfoque em técnicas de registro de dados neurofisiológicos no curso de experimentos, ainda que, de forma geral, a neurolinguística esteja em constante diálogo com outras disciplinas. Uma técnica frequentemente empregada, da qual trataremos aqui, é a extração de potenciais cerebrais relacionados a eventos (*event related brain potentials*, ERP) através do eletroencefalograma, ou EEG (LUCK, 2014), o que permite a correlação entre eventos cognitivos linguísticos e padrões específicos (grau de ativação e temporalidade) de ondas neuronais.

A assinatura que possui especial interesse para este trabalho é o *left anterior negativity*, ou LAN (negatividade anterior esquerda). Ele está associado, como mencionado, ao processamento (morfo)sintático. Contudo, há divergências quanto à sua interpretação funcional que, juntamente a outras questões, criam necessidade de aprofundamento de investigações sobre sua natureza.

Dessa forma, duas lacunas são apontadas; e propostas para preenchê-las são sugeridas. A primeira questão se refere à sua replicação no Português Brasileiro. Aspectos que poderiam influenciar o processamento morfossintático, por exemplo, são a riqueza do sistema flexional português, por um lado, e suas características morfofonológicas (*i.e.*, de certo índice de fusão), por outro. A segunda diz respeito às interpretações funcionais atribuídas ao LAN, já que o componente também está associado à sobrecarga de memória de trabalho.

O texto está organizado da seguinte forma: a seção 1 explicita o que é o EEG, a técnica de extração de potenciais relacionados a eventos, e apresenta dois outros componentes relevantes para estudos linguísticos: o N400 e o P600. A seção 2 introduz a discussão acerca do LAN, suas interpretações funcionais e questões que o cercam. Por último, na seção 3, são acrescentadas considerações finais.

1. EEG E A TÉCNICA DE EXTRAÇÃO DE POTENCIAIS RELACIONADOS A EVENTOS

O cérebro realiza processos cognitivos por meio dos neurônios que se comunicam, enviando sinais elétricos uns aos outros. O eletroencefalograma (EEG) é um equipamento que detecta e registra a flutuação elétrica do córtex cerebral através de eletrodos posicionados sobre o escalpo (LUCK, 2014). Para investigar a correlação entre respostas elétricas e determinados eventos cognitivos ou efeitos experimentais, já que o cérebro está em constante atividade, adota-se uma técnica chamada extração de potenciais cerebrais relacionados a eventos (*event-related brains potentials*, ERPs). Estes potenciais surgem como respostas neurofisiológicas a partir da apresentação de estímulos dentro de um contexto experimental, as quais são promediadas para que se obtenha uma resposta média de um número de muitas observações e de um grupo de participantes. Os potenciais são investigados quanto à sua latência (duração de uma onda) e sua amplitude (sua "força" e polaridade).

Quando estes potenciais ocorrem de forma sistemática em experimentos correlacionados com processos cognitivos, ou seja, com robusta replicação na literatura, chamamos tal ERP de "componente". Os componentes são picos de atividade que ocorrem em uma dada janela temporal, podendo ser de amplitude negativa ou positiva. Normalmente, os componentes recebem nomes. Um exemplo é o primeiro componente até então linguístico, o N400 (KUTAS; HILLYARD, 1980), que atinge seu pico em torno de 400 ms com amplitude negativa, ocorrendo em sentenças com anomalia semântica (ex.: *I take coffee with cream and dog*, “Eu tomo café com creme e cachorro”). A obtenção dessa medida é possível pois o EEG é reconhecido por sua alta precisão temporal, em milissegundos, ao passo que sua precisão espacial não é boa, discussão em que não entraremos por ora (cf. LUCK, 2014 para uma discussão).

Apesar de as fontes corticais dos ERPs não serem passíveis de rastreamento, ao menos com apenas o equipamento do EEG, esta tecnologia ainda assim nos permite realizar análises espaciais em um outro âmbito. Há componentes que consistentemente ocorrem em porções específicas de eletrodos. Esta análise é chamada "topográfica". O N400, por exemplo, costuma ocorrer na porção central dos eletrodos. O P600, um componente associado a reanálise de sentenças (OSTERHOUT; HOLCOMB, 1992), ocorre comumente na porção centro-parietal dos eletrodos. Estes aspectos

são importantes pois fazem parte da caracterização do componente de interesse deste trabalho, que discutiremos na seção seguinte.

A seção a seguir tratará de um componente específico, debatido nos estudos sobre processamento linguístico e central neste trabalho: a anterioridade negativa esquerda (LAN).

2. LEFT ANTERIOR NEGATIVITY

O LAN é uma resposta neurofisiológica que surge como efeito experimental em testes cujos estímulos apresentam violações morfosintáticas (*i.e.*, realizações agramaticais), como no exemplo em 1. O pico com amplitude negativa do LAN ocorre entre 300 e 400ms. Este efeito foi primeiro reportado por Neville et al. (1991), Osterhout e Holcomb (1992), e Osterhout e Mobley (1995), ainda que a cunhagem do termo e caracterização do componente tenham sido posteriores. A interpretação funcional do LAN é de que ele reflete a detecção da violação morfosintática baseada nos traços estruturais previstos, dessa forma evidenciando uma análise morfosintática dos estímulos (MOLINARO; BARBER; CARREIRAS, 2011).

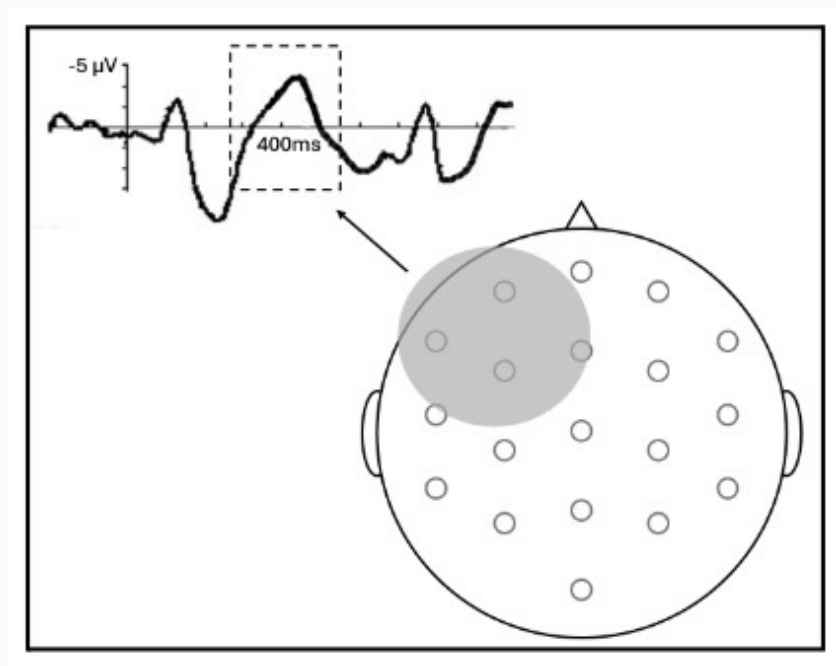
(1) Osterhout e Mobley (1995, p. 742, tradução própria)

<i>The</i>	<i>ellected</i>	<i>officials</i>	<i>hopes</i>	<i>to succeed.</i>
Os	eleitos	oficiais	esperam	ter sucesso

Os oficiais eleitos *espera ter sucesso’.

Dada a janela temporal, poder-se-ia imaginar que sua proximidade temporal do N400 e o fato de que ambos têm polaridade negativa possam indicar que se trate, na verdade, do mesmo componente. Mas como explicado na seção anterior, latências e amplitudes são apenas dois dos pontos a serem explorados na caracterização de um componente, sendo um outro a topografia. Ao contrário do N400, que costuma ser encontrado em eletrodos centrais do escalpo (KUTAS; FEDERMEIER, 2011), o LAN, como o próprio nome já diz, tipicamente se concentra na porção anterior (isto é, mais frontal) esquerda do escalpo. A distribuição topográfica do LAN e sua janela temporal, diferenciadas de outros componentes, podem ser observadas na Figura 1.

Figura 1: gráfico gerado para fins ilustrativos das características temporais e topográficas do LAN. Amplitude negativa para cima.



Fonte: elaborado pelos autores

Efeitos de LAN em sentenças com vários tipos de violações (morfo)sintáticas já foram reportados em estudos sobre processamento de L1 em línguas diversas, como indicado anteriormente. Além do inglês, há estudos que reportaram LAN em finlandês (violação de concordância de número: LEMINEN et al., 2016), espanhol (violações de número e pessoa: SILVA-PEREYRA; CARREIRAS, 2007), italiano (violação de concordância de gênero: CAFARRA *et al.*, 2015), alemão (violação de concordância de gênero: KOESTER; GUNTER; WAGNER, 2007), japonês (violação de estrutura sintagmática: KOBAYASHI; SUGIOKA; ITO, 2012) e mandarim (sobre violações de flexões aspectuais: COLLART; CHAN, 2021).

Mas há duas ressalvas importantes a serem feitas. O primeiro ponto a ser considerado sobre o LAN é que, apesar de ser replicado em vários estudos e línguas, sua ocorrência é menos consistente que a de componentes como o N400 e o P600. Ainda, o efeito pode ser reportado com algumas diferenças topográficas (por exemplo, como uma negatividade anterior sem lateralização, ISEL; KAIL, 2018).

A segunda questão a ser colocada contra o LAN desafia sua existência enquanto um componente de fato. O apontamento é que se trataria de um N400 equivocadamente interpretado como LAN. Nessa visão, o LAN seria um artefato que surge da geração de média a partir de um grupo de

participantes. Isso seria possível devido à variabilidade entre as respostas neurofisiológicas dos sujeitos: enquanto em alguns participantes anomalias morfosintáticas podem suscitar respostas negativas do tipo N400, em outros o mesmo tipo de estímulo geraria uma resposta positiva mais tardia — o P600. Essa variabilidade poderia gerar na média um padrão bifásico, com componentes LAN e P600 (TANNER, 2015), o qual tornaria um efeito de tipo N400 parecer uma negatividade anterior. Contudo, Mancini et al. (2011) demonstraram que o LAN — e efeitos tipo-LAN — pode ocorrer sem que seja seguido pelo P600, mantendo localização topográfica e janela temporal específicas que o distinguem do N400, eliminando a abordagem ao LAN como um artefato.

Outro experimento de Caffarra, Mendoza e Davidson (2019) testou a ocorrência do LAN em falantes de espanhol quando sentenças com violação de gênero entre artigo e substantivo eram apresentadas (ex.: *Pararon cuando el lago/la lago* ya estaba cerca*, “Pararam quando o lago/a lago* já estava perto), reutilizando estímulos de Caffarra e Barber (2015). Mas há um diferencial de outros estudos: na análise estatística, além da média geral de respostas, os autores rodam também análises por sujeito, por item e por *trial*. Estas análises refinadas identificaram a ocorrência do LAN e uma regressão linear de efeitos mistos mostrou que a variabilidade entre sujeitos não afetou o tamanho do efeito de LAN, o que é mais uma evidência contrária à proposta de que o LAN seja um artefato que surge a partir da geração de média de respostas a evento. Ainda assim, com estes pontos e contrapontos, faz-se imprescindível que o pesquisador se atente ao risco de o LAN ser, sim, um artefato oriundo da geração da média, já que a identificação do LAN em cenários que excluem tal explicação não implica que o LAN não possa ocorrer como um artefato, o que está demonstrado por Tanner. Tantos questionamentos suscitam tanta replicação quanto for possível, em tantas línguas quanto for possível, o que também justifica a importância de realizarmos testes em PB.

Não há experimentos, sob ciência dos autores deste trabalho, em português brasileiro que investiguem ou mesmo reportem efeitos de LAN. Esta é a primeira lacuna a ser preenchida que gostaríamos de apontar aqui, que requer a aplicação de experimentos em PB que investiguem a ocorrência deste componente na língua, além do que tal ocorrência significaria para a discussão sobre como processamos o PB. Ademais, uma das questões que se colocam quanto a como processamos e representamos a linguagem no cérebro é sobre o que seria universal e o que seria específico de cada língua, o que também justifica a testagem e replicação de resultados. Assim, uma

proposta para lidar com esta lacuna é a aplicação de um experimento que contraste a compreensão de sentenças gramaticais (ex.: “Essa criança brinca o dia todo”) com sentenças com violações testadas em outras línguas, como a de concordância de número (ex.: “Essa criança *brincam o tempo todo”).

Há fenômenos de violação morfossintática em espanhol e italiano que podem sugerir a ocorrência, sim, do processamento morfossintático por parsing no português brasileiro também com recrutamento neuronal semelhante ao das demais línguas, já que tais fenômenos envolvem propriedades gramaticais das respectivas línguas que se fazem presentes também no português. O primeiro exemplo é o efeito reportado em casos de violação em espanhol, em que um efeito de LAN é obtido pela violação de concordância de número e de gênero em sintagmas nominais (BARBER; CARREIRAS, 2005). O segundo exemplo é referente a um efeito reportado em italiano por violação de concordância de pessoa (ROSSI et al., 2006) pois, assim como o português, o italiano marca a concordância de pessoa entre nome e verbo através de afixo, conforme no exemplo *Il signore nel bar *bevo un caffè*. (“O homem no bar *bebo café”, tradução própria) (ROSSI et al., 2006, p. 2034). Os múltiplos processos de concordância existentes no PB permitem a elucidação de diferenças sutis entre processamento de número, pessoa ou gênero gramatical, os quais podem envolver dimensões de semântica, discurso ou propriedades lexicais em graus variados. Achados neurofisiológicos podem fortalecer dissociações em tempo, força e distribuição já encontradas em outras línguas, ou justamente, apontar diferenças sutis na saliência e relevância desses traços. Por exemplo, a existência de variantes não-redundantes de marcação de número no PB poderia reduzir a saliência desses traços em comparação com outras línguas (SOTO; ALMEIDA, 2021). Dessa forma, há indício de que o PB pode suscitar o mesmo tipo de resposta com violações semelhantes, o que fornece parâmetros para a realização do experimento, mas não dispensa a importância de buscar-se replicar o efeito.

Para além das ressalvas já citadas, os estudos citados no início desta seção atribuem ao LAN uma resposta neuronal associada à violação morfossintática, com um mecanismo de parsing que subjaz tal resposta. Porém, há uma interpretação funcional alternativa que se refere a uma possível sobrecarga da memória de trabalho, a qual incorreria em um LAN. A proposta de que o LAN refletiria um custo por demanda de memória de trabalho advém do experimento de Klauder e Kutas (1993), no qual um LAN ocorreu em sentenças perfeitamente gramaticais, mas que continham lacunas por conta de um deslocamento de um sintagma-QU (ex.: *What did*

you say _____ to John?, "O que você disse _____ para John?"). Os autores argumentam que o deslocamento requer que as informações linguísticas se mantenham ativas mais tempo na memória de trabalho, já que mais tempo seria necessário até que o constituinte deslocado seja associado à sua lacuna, do que decorreria a resposta neuronal representada pelo LAN. Outros estudos também apontam para um impacto da memória de trabalho na ocorrência do LAN. O estudo de Kim *et al.* (2017), por exemplo, reforça a relação do LAN com a memória de trabalho ao mostrar o mesmo efeito em um experimento com condições experimentais semelhantes aos de Klauder e Kutas tanto na língua nativa dos participantes (inglês) quanto na L2 da qual eram aprendizes (coreano).

Como efeitos de violação podem, também, estar relacionados a uma sobrecarga de memória de trabalho, já que a informação linguística precisa ser mantida ativa na memória para uma tentativa de reparo, esta é uma explicação funcional que deve ser considerada. Uma proposta de Fiebach *et al.* (2002) realiza uma dissociação entre efeitos linguísticos e de memória de trabalho no LAN que pode abarcar ambas as interpretações funcionais: quando o LAN exibido possui latência com início típico do ERP (em torno de 300 ms), mas que não retorna ao nível de *baseline* (LAN "sustentado"), o LAN corresponderia a uma resposta por sobrecarga de memória de trabalho; quando o LAN tem seu início típico aos 300 ms e a amplitude retorna ao *baseline* em torno dos 400 ms, este se referiria ao mecanismo de *parsing* linguístico, sendo chamado "LAN focal". Ainda assim, a dissociação entre *parsing* em sentenças com violação gramatical e custo por demanda de memória de trabalho requer análise cuidadosa, já que potencialmente sujeitos que apresentem baixa capacidade de memória de trabalho podem apresentar LANs que mascarem efeitos morfossintáticos em outros participantes após a geração da média das respostas.

Uma possibilidade para aferir a natureza morfossintática e automática do LAN, a segunda lacuna a ser preenchida, envolve a rodada de um segundo experimento junto ao que pretende provocar o LAN. Se os sujeitos estão realizando *parsing* em um experimento que objetiva detectar este mecanismo, então o mesmo processo deve ser passível de ser aferido em um experimento com as mesmas condições experimentais, mas sob o paradigma de *oddball*³

³ O paradigma de *oddball* refere-se à apresentação, em ordem pseudo-randomizada, de estímulos em que há repetições de um estímulo padrão (ex.: *we kick*, 800 repetições de "eu adoro nós chutamos") e com ocasionais exibições de um estímulo desviante raro (ex.: 200 repetições de *we kicks**, "nós eu adoramos chuta*"). Quando há detecção do desvio pelo participante, ocorre a resposta MMN, que possui características específicas quando reflete processos cognitivos linguísticos, dentre outros (PULVERMULLER; SHYROV, 2003).

que vise gerar um componente conhecido como sMMN (*syntactic mismatch negativity*, negatividade por incompatibilidade sintática), componente reconhecido por ser pré-atencional e refletir processamento precoce automático de concordância verbal (PULVERMÜLLER; SHYROV, 2003). Caso em dois experimentos com o mesmo grupo de participantes seja possível correlacionar a ocorrência do sMMN com o LAN, uma explicação unicamente de sobrecarga de memória de trabalho não daria conta de explicar a resposta neuronal obtida. Além de correlacionar os picos em si, uma comparação topográfica também é informativa. A comparabilidade de fontes geradoras é mais forte dentro de um mesmo grupo, já que os sujeitos vão apresentar os mesmos vieses de características individuais em um experimento e no outro. Ou seja, a comparabilidade seria mais forte do que contrastar experimentos de LAN e de MMN feitos em grupos diferentes. Ademais, ainda que o EEG não tenha precisão espacial, é possível estimar em alguns equipamentos as fontes corticais geradoras da atividade elétrica. Brunellière (2011) sugere que o LAN reflete processo morfossintático automático por possuir, segundo estudos prévios, fontes geradoras semelhantes às do sMMN. Contudo, é premente que haja maior investigação sobre esta possibilidade. Com estas tentativas de correlação e uma tarefa que permita medir a memória de trabalho dos participantes para que esta possa ser controlada, explicações que associam o LAN *apenas* a demandas de memória de trabalho se tornariam menos plausíveis.

3. CONSIDERAÇÕES FINAIS

A resposta eletrofisiológica LAN, importante marcadora de processamento morfossintático, carece de mais replicações em estudos e maiores investigações quanto à sua natureza. De qualquer modo, apresenta-se como componente proveitoso para investigações acerca do processamento linguístico.

Pesquisas futuras devem responder questões em aberto sobre o LAN. Mesmo ao considerar cenários em que o LAN se faz presente, deve-se investigar a natureza (morfo)sintática do componente: ou seja, se esta assinatura reflete *parsing* (morfo)sintático dissociado de efeitos de memória de trabalho, o que pode ser feito através de estudos que controlem a variável “memória de trabalho” dos participantes e correlacionem o LAN com assinaturas eletrofisiológicas mais temporalmente precoces, como o sMMN. Ainda, a replicação do efeito no Português Brasileiro faz-se relevante para

contribuir com sua caracterização e com investigações sobre o curso do processamento da língua portuguesa.

AGRADECIMENTOS

O presente trabalho foi realizado com apoio da Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior – Brasil (CAPES) – Código de Financiamento 001.

REFERÊNCIAS

BARBER, H.; CARREIRAS, M. Grammatical Gender and Number Agreement in Spanish: An ERP Comparison. **Journal of Cognitive Neuroscience**, v. 17, n. 1, p. 137–153, 2005.

BRUNELLIÈRE, A. Brain response to subject–verb agreement during grammatical priming. **Brain Research**, v. 1372, p. 70-80, 2011.

CAFFARRA, S.; BARBER, H. Does the ending matter? The role of gender-to-ending consistency in sentence reading. **Brain Research**, v. 1605, p. 83–92, 2015. <https://doi.org/10.1016/j.brainres.2015.02.018>.

CAFFARRA, S.; MENDONZA, M.; DAVIDSON, D. Is the LAN effect in morphosyntactic processing an ERP artifact? **Brain and Language**, v. 191, p. 9-16, 2019.

COLLART, A.; CHAN, S. Processing past time reference in a tenseless language: An ERP study on the Mandarin aspectual morphemes -le and -guo. **Journal of Neurolinguistics**, v. 59, 100998, 2021.

DE VINCENZI, M. et al. Differences in the perception and time course of syntactic and semantic violations. **Brain and Language**, v. 85, p. 280-296, 2003.

HANNA, J.; SHTYROV, Y.; WILLIAMS, J.; PULVERMÜLLER, F. Early neurophysiological indices of second language morphosyntax learning. **Neuropsychologia**, v. 82, p. 18-30, 2016.

- HAVAS, V.; RODRÍGUEZ-FORNELLS, A.; CLAHSEN, H. Brain potentials for derivational morphology: An ERP study of deadjectival nominalizations in Spanish. **Brain & Language**, v. 120, p. 332-344, 2012.
- ISEL, F.; KAIL, M. Morphosyntactic integration in French sentence processing: Event-related brain potentials evidence. **Journal of Neurolinguistics**, v. 46, p. 23-36, 2018.
- KIM, S.; BAE, S.; CHO, K. An ERP Study on the Korean EFL Learners' Processing Topicalization and Wh-constructions in English and Korean. **언어**, v. 42, n. 3, p. 435-463, 2017.
- KLUENDER, R.; KUTAS, M. Bridging the Gap: Evidence from ERPs on the Processing of Unbounded Dependencies. **Journal of cognitive neuroscience**, v. 5, n. 2, p. 196–214, 1993.
- KOBAYASHI, Y.; SUGIOKA, Y.; ITO, T. ERP Responses to Violations in Japanese Verb Conjugation Patterns. **Proceedings of the Annual Meeting of the Cognitive Science Society**, v. 34. 2012.
- KOESTER, D.; GUNTER, T. C.; WAGNER, S. The morphosyntactic decomposition and semantic composition of German compound words investigated by ERPs. **Brain and Language**, v. 102, p. 64-79, 2007.
- KUTAS, M.; FEDERMEIR, K. D. Thirty years and counting: finding meaning in the N400 component of the event-related brain potential (ERP). **Annual review of psychology**, v. 62, p. 621–647, 2011.
- KUTAS, M.; HILLYARD, S. A. Reading Senseless Sentences: Brain Potentials Reflect Semantic Incongruity. **Science**, v. 207, p. 203-207, 1980.
- LEMENEN, A.; JAKONEN, S.; LEMENEN, M.; MÄKËLA, J. P.; LEHTONEN, M. Neural mechanisms underlying word- and phrase-level morphological parsing. **Journal of Neurolinguistics**, v. 38, p. 26-41, 2016.
- LUCK, S. **An introduction to the event-related potential technique**. Massachusetts: MIT Press, 2 ed., 2014.

MOLINARO, N.; BARBER, H.; CARREIRAS, M. Grammatical agreement processing in reading: ERP findings and future directions. **Cortex**, v. 47, p. 908-930, 2011.

MANCINI, S.; MOLINARO, N.; RIZZI, L.; CARREIRAS, M. When persons disagree: an ERP study of Unagreement in Spanish. **Psychophysiology**, v. 48, n. 10, p. 1361–1371, 2011.

NEVILLE, H.; NICOL, J. L.; BARSS, A.; FORSTER, K.I.; GARRETT, M. F. Syntactically based sentence processing classes: Evidence from event-related brain potentials. **Journal of Cognitive Neuroscience**, v. 3, p. 151–165, 1991.

OSTERHOUT, L.; HOLCOMB, P. J. Event-related brain potentials elicited by syntactic anomaly. **Journal of Memory and Language**, v. 31, n. 6, p. 785–806, 1992.

OSTERHOUT, L.; MOBLEY, L. A. Event-related brain potentials elicited by failure to agree. **Journal of Memory and Language**, v. 34, n. 6, p. 739–773, 1995.

PULVERMÜLLER, F.; SHYTYROV, Y. Automatic processing of grammar in the human brain as revealed by the mismatch negativity. **NeuroImage**, v. 20, n. 1, p. 159–172, 2003.

PULVERMÜLLER, F.; SHYTYROV, Y. Language outside the focus of attention: the mismatch negativity as a tool for studying higher cognitive processes. **Progress in Neurobiology**, v. 79, p. 49–71, 2006.

ROSSI, S.; GUGLER, M. F.; FRIEDERICI, A. D.; HAHNE, A. The impact of proficiency on syntactic second-language processing of German and Italian: evidence from event-related potentials. **Journal of Cognitive Neuroscience**, v. 18, n. 12, p. 2030–2048, 2007.

SILVA-PEREYRA, J. F.; CARREIRAS, M. An ERP study of agreement features in Spanish. **Brain Research**, v. 1185, p. 201–211, 2007.

SOTO, M.; ALMEIDA, W. C. Entre a agramaticalidade e a variação: concordância verbal, sociolinguística e neurociência da linguagem. **Revista Virtual de Estudos da Linguagem**, v. 19, p. 1-29, 2021.

TANNER, D. On the left anterior negativity (LAN) in electrophysiological studies of morphosyntactic agreement: A Commentary on “Grammatical agreement processing in reading: ERP findings and future directions” by Molinaro et al., 2014. **Cortex**, v. 66, p. 149–155, 2015.