

Padrões de potenciais elétricos do cérebro no processamento da sintaxe em segunda língua

RESUMO

Neste trabalho, apresenta-se uma revisão exploratória de estudos que tratam do processamento da sintaxe em segunda língua (L2) recorrendo à extração de potenciais relacionados a eventos (ERPs). A área de estudos de L2 tem assistido nos últimos anos um intenso debate sobre as bases neurocognitivas subjacentes à L2, especialmente no caso de aquisição tardia, questionando-se se os substratos neurais subjacentes à L2 são os mesmos da primeira língua. Diante da diversidade de propostas, os ERPs são uma importante ferramenta por permitirem acessar a atividade elétrica cerebral on-line, permitindo inclusive, com a descrição dos componentes relacionados à linguagem, distinguir determinados tipos de processamento linguístico empreendido pelos aprendizes. De modo geral, a revisão aqui apresentada evidencia que os aprendizes com alta proficiência podem atingir padrões de processamento da sintaxe da L2 semelhantes aos de um nativo. Porém, vários fatores devem ser considerados, tais como a distância entre as duas línguas do bilíngue, o tipo de exposição à língua ao qual ele teve acesso e outros fatores relativos a recursos cognitivos em geral. Ainda há inúmeras questões a serem investigadas como, por exemplo, os efeitos de LAN, que não parecem ser tão homogêneos e claros entre os estudos.

PALAVRAS-CHAVE: Processamento de L2. Potenciais Relacionados a Eventos. Sintaxe.

Giselli Mara da Silva
gisellims@yahoo.com.br

Universidade Federal de Minas Gerais
(UFMG), Belo Horizonte, Minas Gerais,
Brasil.

INTRODUÇÃO

O campo dos estudos de segunda língua (L2) tem assistido, nos últimos anos, um intenso debate sobre as bases neurocognitivas subjacentes à segunda língua, especialmente no caso de aquisição tardia. Têm-se desenvolvido perspectivas teóricas distintas que procuram explicar as diferenças observadas entre falantes de primeira língua (L1) e falantes tardios de L2, recorrendo-se inclusive à afirmação de diferenças neuronais na representação linguística de L1 e de L2 (STEINHAUER et al., 2009; BOWDEN et al., 2013). Bowden et al. (2013) elenca então três perspectivas teóricas a esse respeito: (i) há pesquisadores que hipotetizam que os mecanismos neurocognitivos subjacentes à L1 e à L2 são essencialmente os mesmos; (ii) outros propõem que esses mecanismos são fundamentalmente diferentes; (iii) há outros que, apesar de assumirem as diferenças, distinguem entre aprendizes com menos proficiência/ experiência em L2 e aqueles com mais proficiência/ experiência, propondo que, no início do processo de aquisição, os mecanismos em que se apoia o aprendiz são bastante distintos dos da L1, o que vai se modificando com o aumento da proficiência.

Diante da diversidade das teorias e da lacuna de evidências empíricas em alguns campos, o uso de Potenciais Relacionados a Eventos (doravante, ERPs – do inglês *Event-Related Potentials*) mostram-se bastante adequados para pesquisas no campo da L2. Conforme explica Luck (2014, p.4), os ERPs são respostas neurais específicas associadas com eventos sensoriais, cognitivos e motores, e denotam o fato de que potenciais elétricos podem estar relacionados a eventos específicos. Por exemplo, no caso do processamento da linguagem, certos padrões de atividade elétrica cerebral podem estar associados ao processamento de uma palavra pouco frequente ou de uma estrutura agramatical. Esses potenciais elétricos são registrados por meio de um aparelho de eletroencefalograma, que capta a eletricidade produzida pela atividade cerebral por meio de eletrodos no escalpo.

Steinhauer et al. (2009) aponta a importância da neurociência cognitiva para o desenvolvimento dos estudos em L2, no que tange ao desenvolvimento de evidências empíricas para sustentar o debate entre as perspectivas teóricas concorrentes. Além disso, de maneira geral, os pesquisadores ressaltam a possibilidade trazida pelos ERPs em distinguir determinados tipos de processamento linguístico empreendido pelos aprendizes, o que seria de bastante valia, tendo em vista propostas teóricas que distinguem domínios linguísticos no que tange à aprendizibilidade e à possibilidade de processamento native-like. Propõe-se, por exemplo, que os mecanismos que subjazem ao léxico e à semântica são os mesmos para usuários de L1 e de L2, enquanto os mecanismos subjacentes à gramática são diferentes, principalmente nos estágios iniciais de aquisição; diferença essa que poderia ser capturada pela extração de ERPs durante o processamento de L2 e a comparação com o padrão de nativos, conforme explicaremos a seguir.

Considerando tais questões, pretende-se discutir neste artigo o que as pesquisas com ERP podem indicar a respeito dos mecanismos neurocognitivos subjacentes à aquisição e ao processamento de L2, especialmente no que tange ao processamento de estruturas sintáticas em L2, cujo processamento tem sido relacionado na literatura à presença dos componentes LAN e P600. Para isso, na seção 2, apresentamos brevemente tais componentes, além do componente

N400, para, em seguida, apresentar uma visão geral de estudos de ERP e aquisição e processamento de L2, recorrendo a dois trabalhos de revisão de literatura que focaram em diferentes aspectos: (i) o primeiro, de McLaughlin et al. (2010), visa mostrar como aprendizes novatos de L2 podem, mesmo em estágios iniciais de aquisição, apresentar mudanças qualitativas no processamento que indicam a instanciação de conhecimento baseado em regras no sistema de processamento on-line da linguagem; (ii) o segundo, de Steinhauer, White e Drury (2009), busca elucidar as bases neurocognitivas subjacentes à aquisição tardia de morfossintaxe em L2, revisando estudos de ERP e mostrando como aprendizes tardios podem atingir níveis de processamento native-like.

Já na seção 3, desenvolvemos uma revisão exploratória de estudos disponíveis no Portal de Periódicos da Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior (Capes), que abordam o processamento da sintaxe de línguas naturais por aprendizes tardios de L2, desenvolvidos a partir de 2009, dando continuidade à síntese das revisões apresentadas na seção 2. Ainda que atualmente se admita que aprendizes tardios possam atingir padrões semelhantes aos dos nativos no processamento da L2, alguns pesquisadores propõem uma separação entre domínios em que o aprendiz irá atingir um desempenho native-like e domínios nos quais não será possível se atingir tal desempenho. Como explica Gillon Dowens et al. (2009), a sintaxe, particularmente, tem sido considerada como uma área do processamento da linguagem em que a idade de aquisição é um fator determinante. Sendo assim, alguns trabalhos têm focado especialmente no processamento da sintaxe, além de considerar a influência de outros fatores.

1. OS COMPONENTES DE ERP E A AQUISIÇÃO E O PROCESSAMENTO DE L2

Como se explicou na introdução, os ERPs são uma técnica que recorre à mensuração da atividade elétrica cerebral, atividade essa que varia conforme eventos específicos. No caso dos estudos da linguagem, têm sido descritos diferentes componentes de ERP associados a também diferentes processos de compreensão da linguagem. De maneira geral, pode-se definir componente como

[...] um conjunto de alterações de voltagem que são consistentes com um local gerador neural e que variam sistematicamente em amplitude entre condições, tempo, pessoas, e assim por diante. Isto é, um componente de ERP é uma fonte de variabilidade sistemática e fiável num conjunto de dados de ERP. (LUCK, 2014, p.68)¹

Neste trabalho, devido à natureza dos estudos revisados, vamos nos ater aos três principais componentes relacionados à linguagem – N400, P600 e LAN. O primeiro componente relacionado à linguagem que foi reportado e o mais amplamente estudado é o N400, que é uma onda negativa com pico por volta de 400 milissegundos (ms) após o início de uma palavra de conteúdo, sendo amplamente associada a processos semânticos/ conceptuais e lexicais. Conforme explica Kuperberg (2007), o N400 é sensível à congruência semântica de uma palavra ao contexto precedente, como foi descrito inicialmente por Kutas e Hillyard (1980 *apud* KUPERBERG, 2007), sendo que uma série de estudos posteriores mostrou que o efeito de N400 é modulado por vários fatores, tais

como previsibilidade, expectativas relacionadas a conhecimento de mundo, incongruência com o contexto discursivo global (ainda que se mantenha a congruência no nível sentencial). Além desses efeitos considerados no contexto, foram realizados estudos que mostram o efeito de N400 em relação à organização dos itens lexicais na memória semântica.

Outro componente relacionado à linguagem e descrito depois do N400 é o chamado P600, que seria uma positividade com pico em aproximadamente 600 ms após o início de palavras críticas, com localização centro-parietal. Essa positividade foi reportada inicialmente por Osterhout e Holcomb (1992 *apud* KUPERBERG, 2007), como resposta a palavras incongruentes com a estrutura sintática esperada em sentenças do tipo *garden path*, sendo associada de maneira geral a custo de processamento de anomalias sintáticas, indicando necessidade de reanálise e reintegração. Conforme a revisão feita por Bowden et al. (2013), o P600 tem sido associado a processamento controlado (consciente), integração e reanálise sintática, sendo que ainda não se esclareceu se ele é específico da linguagem ou se ele pode ser parte da grande família do P300. Mais atualmente, conforme discute Kuperberg (2007), estudos vêm mostrando o efeito de P600 como resposta a violações semânticas de vários tipos, tais como atração semântico-temática, relações semânticas associativas, animacidade, entre outros, sugerindo que o P600 pode refletir não somente mecanismos combinatoriais estritamente sintáticos, mas também semântico-temáticos.

Além do P600, outro componente associado a processos sintáticos e morfossintáticos é o componente LAN (do inglês, *left anterior negativity*), que é uma negatividade, com pico entre 300 e 500 ms, com distribuição tendendo para a esquerda, ainda que possa se encontrar uma distribuição anterior (cf. revisão de BOWDEN et al., 2013), sendo ligada também a violações de estrutura sintática e de restrições morfossintáticas. Conforme apontam Gillon Dowens et al. (2010), baseando-se na revisão de vários trabalhos, esse componente tem sido associado com a detecção de divergência entre traços morfossintáticos, dificuldade de integração dessas características na estrutura sintática e aumento nas demandas para a memória de trabalho implicadas nesses processos. Em contraste com o componente P600, que estaria mais associado a processos de reanálise de natureza mais controlada, a LAN é associada a processamento gramatical implícito e automático.

A descrição desses componentes e a comparação de seus substratos em estudos com nativos têm sido cruciais para compreender o processamento de L2 por aprendizes tardios. De maneira geral, os estudos apontam mudanças qualitativas nos padrões de ERP em diferentes momentos de aquisição e em diferentes níveis de proficiência que podem indicar mudanças também no tipo de processamento realizado pelos bilíngues, comparativamente aos padrões de monolíngues.

Conforme explica McLaughlin et al. (2010), a tarefa de um aprendiz de L2 é enorme, tendo em vista a necessidade de aprender o léxico e as restrições de boa formação que atuam em vários níveis linguísticos. Durante o processo de compreensão, o aprendiz pode separar o input em aspectos relacionados ao significado e aspectos relacionados à forma, “gramaticalizando” determinados aspectos da língua em processo de aquisição. Para os autores, o processo de gramaticalização seria a instanciação de conhecimento baseado em regras no sistema de processamento da linguagem do aprendiz em tempo real. De acordo

com McLaughlin et al. (2010), os ERPs são uma importante ferramenta, já que podem diferenciar processamento lexical e sintático e são sensíveis a mudanças desenvolvimentais. Ainda que os autores admitam que a dicotomia – efeito de N400-semântico e efeito de P600/LAN-estrutural – seja discutível, eles assumem que essa diferenciação é confiável nas condições em que desenvolveram seus experimentos, permitindo especular sobre as estratégias de processamento utilizadas pelos aprendizes.

Tendo em vista a diferenciação entre esses componentes, McLaughlin et al. (2010) apresenta uma série de estudos, conduzidos principalmente em seu laboratório, com o objetivo de determinar quando e como os aprendizes novatos incorporaram o conhecimento de L2 no sistema de processamento on-line da linguagem, considerando os fatores que podem interferir nesse processo, tais como as similaridades entre L1-L2 e as pistas fonológicas para contrastes gramaticais.

Os primeiros estudos relatados por McLaughlin et al. (2010), a saber, Tanner e Osterhout (2010) e Tanner, Osterhout e Herschensohn (2009)², objetivaram observar a forma como aprendizes do alemão, nativos do inglês, processam violações de concordância de sujeito-verbo, traço também presente no inglês, sendo que em ambas as línguas traços de pessoa e número do NP sujeito são realizados no verbo como morfologia flexional. Os participantes foram divididos em três grupos: nativos, aprendizes do 3º ano e aprendizes no 1º ano de um curso universitário de alemão. Os nativos e os aprendizes do 3º ano apresentaram uma resposta com P600 às violações, enquanto os aprendizes do 1º ano tiveram uma resposta bifásica – N400-P600. Porém, a média global do grupo do 1º ano encobriu as diferenças individuais das respostas, sendo que uma análise posterior mostrou uma correlação negativa entre tamanhos de efeito de P600 e N400 e, posteriormente, os aprendizes desse grupo foram separados em dois grupos com padrões de respostas diferenciadas – um grupo com efeito grande de P600 e um com N400. Foi feita ainda uma análise considerando horas de instrução e pontuação obtida na tarefa de julgamento de aceitabilidade conduzida ao longo da coleta dos ERPs. Encontrou-se uma correlação positiva entre os resultados na tarefa de julgamento e o efeito de P600. De maneira geral, os autores concluem que, ao menos para o grupo que apresentou efeito de N400, o conhecimento de L1 e as rotinas de processamento não se transferiram automaticamente para a L2. Além disso, pode-se dizer que esse grupo apresentou, considerando os resultados obtidos na tarefa de aceitabilidade, estratégias de processamento menos efetivas que o grupo que mostrou efeito de P600.

O trabalho que dá sequência ao anterior pretende, por meio de um estudo longitudinal (OSTERHOUT; FRENCK-MESTRE; MCLAUGHLIN; TANNER; HERSCHENSOHN, 2010³) observar as diferenças nos padrões de respostas de aprendizes novatos, considerando aspectos comuns à L1 e à L2 e aspectos dissimilares. No caso, o par linguístico são o inglês e o francês, que marcam explicitamente a concordância sujeito-verbo. Porém, o francês, diferentemente do inglês, possui marca manifesta de concordância de número entre o determinante e o nome, o que é uma nova regra para os aprendizes. A coleta de dados foi feita em três sessões – aproximadamente após 4 semanas, 16 semanas e 26 semanas de instrução do francês. Os resultados apresentaram um padrão de respostas para os nativos conforme o esperado – ambos os tipos de violação de

concordância eliciaram um P600. Para a regra similar entre as duas línguas, os aprendizes apresentaram na sessão 1 um efeito de N400; na sessão 2, como no experimento anterior, se delinearão dois grupos, um subgrupo mostrando um efeito de N400 e outro, um efeito de P600; na sessão 3, os aprendizes apresentaram efeito de P600. Para a regra específica da L2, os aprendizes não apresentaram diferenças significativas entre estímulos bem e mal formados e não mudaram ao longo das sessões. Os resultados desse experimento sugerem que o papel da similaridade entre as duas línguas precisa ser considerado, já que os aprendizes mostraram sensibilidade às violações de concordância mesmo com poucas semanas de instrução, ainda que não seja de forma native-like.

Em outros experimentos relatados por McLaughlin et al. (2010), é dada sequência a questões levantadas por esses experimentos. De maneira geral, as conclusões dos autores enfatizam o padrão descontínuo de respostas dos aprendizes às anomalias morfossintáticas, já que inicialmente tem-se como resposta um efeito de N400 e, posteriormente, de P600, o que indica que os aprendizes progridem em diferentes estágios na aprendizagem da gramática de L2. Observa-se que a língua nativa tem um papel no nível de gramaticalização da morfossintaxe em L2, ainda que não pareça haver transferência completa de recursos de processamento da gramática de L1. Propõe-se ainda ao final que há mecanismos de aprendizagem indutivos. Essa proposta foi apresentada, considerando-se a discussão sobre a forma como os aprendizes armazenam os itens com flexão – se como um todo não analisado, o efeito de N400 seria explicado pela probabilidade de ocorrência dos itens, o que poderia se apoiar em modelos neurocognitivos que propõem que em estágios iniciais, o processamento gramatical se apoia em memória lexical mais do que em mecanismos baseados em regras. Foi conduzido outro experimento em que constatou que os aprendizes, mesmo nos estágios iniciais, decompõem afixos flexionais de pseudopalavras. Propõe-se então que

Em estágios iniciais, os aprendizes podem explorar dependências estatísticas no input conforme eles descobrem gradualmente as estruturas subjacentes inerentes ao sistema da L2 que estão aprendendo. A mudança gradual de respostas com N400 para P600 às violações gramaticais pode então refletir a indução de regras generalizadas a partir de regularidades específicas no input. (McLaughlin et al., 2010, p.142)⁴

Diferentemente da revisão apresentada por McLaughlin et al. (2010), que focou em experimentos com aprendizes novatos conduzidos principalmente pelos próprios autores, o trabalho de revisão de Steinhauer et al. (2009) faz uma revisão ampla de estudos com ERP, discutindo a dinâmica temporal do processo de aquisição de morfossintaxe em L2. Os autores discutem como os primeiros estudos com ERP que comparavam nativos e aprendizes no processamento sintático realmente confirmavam a hipótese de que aprendizes tardios não apresentam os mesmos padrões de ativação cerebral dos nativos na computação de estruturas sintáticas. Basicamente esses estudos mostravam que: (i) em relação ao processamento semântico, tanto nativos como aprendizes – independente da idade de aquisição – apresentavam um efeito de N400 frente a sentenças semanticamente anômalas, ainda que os aprendizes tardios apresentassem um pico de latência atrasado; (ii) em relação ao processamento sintático, foram observadas diferenças nas respostas com LAN e com P600. Para

os aprendizes precoces, houve uma negatividade semelhante à de nativos (lateralizada à esquerda), o que não ocorreu com aprendizes tardios, que apresentaram uma negatividade distribuída bilateralmente. Em relação ao P600, os aprendizes precoces apresentaram padrão idêntico ao de nativos; já os aprendizes que adquiriram a L2 entre 11 e 13 apresentaram a positividade mais “atrasada”, em relação aos nativos; e aqueles que adquiriram a L2 após essa idade, não apresentaram P600.

Como afirmam os autores, com as evidências desses estudos iniciais com ERP, poderíamos encerrar a discussão, corroborando a hipótese do período crítico na aquisição de L2. Porém, até esse momento, os estudos não controlavam um fator confundidor: a proficiência. Inicialmente, os autores apresentaram um estudo com uma língua artificial (FRIEDERICI et al., 2002⁵) que apontou o efeito de proficiência no processamento sintático, seguido de um trabalho dos próprios autores (STEINHAEUER et al., 2006⁶) que pesquisou aprendizes de inglês, franceses e chineses, apontando que os padrões de ERP estão associados à proficiência, sendo que falantes de L2 com alta proficiência podem apresentar os mesmos padrões de ativação cerebral no processamento de violação de categoria de palavra. Basicamente, os nativos apresentaram um padrão bifásico frente à violação, constituído de uma LAN seguida de um P600; o mesmo padrão foi observado para os aprendizes com alta proficiência. Já os aprendizes de baixa proficiência não apresentaram a LAN, mas somente um P600. Considerando que a LAN está associada a processos automáticos de violação da gramática e o P600, um processo posterior de reanálise, tais resultados sugerem que aprendizes com baixa proficiência não estão aptos a processar automaticamente (como um nativo) esse tipo de violação dentro da janela temporal de 500ms.

Assim, novamente os autores mostram a potencialidade de estudos com ERP em comparar o processamento de nativos e aprendizes e diferenciar, aprendizes de baixa e alta proficiência. Em conjunto com estudos posteriores, o trabalho de Steinhauer et al. (2006) afirmou a possibilidade de os aprendizes tardios atingirem padrão *native-like*, constituído de uma resposta bifásica de LAN e P600, além de salientar que a ausência de LAN não é um padrão de todos os aprendizes tardios, mas somente daqueles com menos proficiência. Além dessas questões, outros trabalhos citados na revisão de Steinhauer et al. (2009) apontaram: (i) que os efeitos analisados não se restringem à L2, já que mesmo na L1, níveis mais altos de proficiência levam a uma forte lateralização esquerda da LAN, além de uma maior amplitude de P600; (ii) o padrão de ERP para os aprendizes pode diferir dependendo da estrutura analisada, já que algumas estruturas parecem ser mais facilmente aprendidas que outras, o que também pode estar relacionado a efeitos de transferência de L1.

Steinhauer et al. (2009) também revisa estudos longitudinais, apontando suas potencialidades no que tange à compreensão do processo de aquisição de L2, já que tais estudos: (i) evitam a alta variabilidade individual encontrada em grupos de aprendizes de L2, comparativamente a falantes nativos, em relação a medidas de comportamento ou de atividade neural; (ii) trazem possibilidades de compreensão de alterações neurocognitivas no curso da aprendizagem da língua. O trabalho de McLaughlin et al. (2004)⁷ apontou que, num nível baixo de proficiência, violações morfossintáticas eliciam N400 mais do que LAN ou P600; mas o aumento da proficiência resulta em mudanças qualitativas nos ERPs como,

por exemplo, a constatação de que num certo nível de aprendizagem começam a surgir respostas com P600. De modo geral, Steinhauer et al. (2009) conclui que os estudos longitudinais com ERP apontam para uma mudança qualitativa e sistemática nos padrões de resposta.

Ambas as revisões apresentadas (STEINHAUER et al., 2009; MCLAUGHLIN et al., 2010) apontam para as potencialidades dos estudos com ERP para elucidar questões relativas ao processo de aquisição e ao processamento de L2, concluindo que há mudanças qualitativas e sistemáticas nos padrões de ERP dos aprendizes. Steinhauer et al. (2009) propõe inclusive, ao final da revisão, estágios de aprendizagem da morfossintaxe em L2 que exibem determinados padrões de ERPs, baseado na literatura revisada e considera que as evidências empíricas apresentadas ao longo de sua revisão não sustentam a distinção rigorosa entre estruturas que o aprendiz pode aprender versus estruturas que não pode aprender.

2. PROCESSAMENTO DA SINTAXE EM L2

Considerando os resultados apresentados pelos dois trabalhos de revisão revistos na seção anterior, passamos agora a apresentar a revisão de trabalhos que focaram no processamento da sintaxe de línguas naturais por aprendizes tardios. Foram analisados quatro estudos com ERP, disponíveis no Portal de Periódicos da Capes, publicados a partir de 2009, envolvendo diferentes pares de línguas (a saber, inglês-espanhol, chinês-espanhol, alemão-francês). De maneira geral, os estudos aqui revisados afirmam a possibilidade de aprendizes tardios de L2 atingirem padrões de ERP semelhantes ao de nativos no processamento da sintaxe de L2⁸, o que vai depender de vários fatores, tais como: proficiência, distância entre as línguas, exposição à língua em sala de aula e em experiências de imersão, recursos cognitivos gerais (por exemplo, memória de trabalho), entre outros.

O papel da proficiência tem sido bastante discutido, como mostrado pela revisão feita por Steinhauer et al. (2009). Porém, a proficiência não pode ser vista de maneira isolada de outros fatores, tal como a semelhança entre as duas línguas do falante. Nesse sentido, os estudos de Gillon Dowens et al. (2009, 2011) buscam lançar luz sobre a influência da semelhança entre as línguas, sendo que no estudo de 2009, os participantes eram bilíngues do par inglês-espanhol e no estudo de 2011, do par chinês-espanhol. No primeiro estudo, os aprendizes tiveram padrões semelhantes ao do grupo de nativos – uma negatividade precoce seguida de um P600 – como resposta às violações de concordância de gênero e número dentro de um mesmo sintagma (no caso, a concordância de determinante e nome). Porém, diferente dos nativos que mantiveram o mesmo padrão de respostas a ambos os tipos de violação, os aprendizes mostraram diferenças significativas de amplitude e latência entre as violações de gênero e de número, sendo que para a concordância de número, também existente na língua nativa dos bilíngues, os efeitos foram mais fortes, o que pode indicar a importância e os efeitos duradouros da transferência de L1 mesmo em níveis mais avançados de proficiência.

O estudo de Gillon Dowens (2011), dando continuidade ao anterior, busca observar se esse padrão de respostas vai estar presente no caso de aprendizes cuja língua nativa é bastante distante da L2. O mandarim, no caso a L1 dos participantes, é uma língua isolante, não computando as características morfossintáticas de gênero e número, que são computadas no espanhol. Nesse estudo, os aprendizes apresentaram P600 em resposta a violações de concordância de gênero e de número, mas não apresentaram a negatividade, diferentemente dos nativos e dos aprendizes nativos do inglês; também não apresentaram diferenças nas respostas às violações de número e gênero, diferentemente dos aprendizes, nativos do inglês. Conforme os autores, pode-se interpretar tal resultado considerando-se os papéis da proficiência e da possibilidade de transferência do conhecimento e das rotinas de processamento da L1 para a L2. Assim, os aprendizes chineses, tendo adquirido alta proficiência na L2, computam os traços de concordância de número e de gênero no espanhol. Porém, para os falantes de inglês, a possibilidade de transferência do traço de concordância de número facilitaria o processamento. Sobre a ausência de LAN para os chineses, considera-se que o processamento mais precoce e automático, indicado pela presença de LAN, ainda não está disponível para esses aprendizes, mesmo em níveis mais altos de proficiência, o que pode estar relacionado à forma de exposição à língua vivenciada por esse grupo, que não teve experiências de imersão, diferentemente do grupo nativo do inglês. Sobre o papel da forma de exposição à língua e a presença de LAN, iremos discutir mais adiante.

Ainda em relação ao papel da similaridade entre as línguas, o artigo de Foucart e Frenck-Mestre (2011) foca no processamento do gênero gramatical em francês como L2 por nativos do alemão. Os autores manipularam, em três experimentos, as similaridades e diferenças entre as duas línguas no que tange ao gênero e às construções em que foram violadas as regras de concordância. Os resultados do primeiro experimento, que manipulou concordância de gênero entre artigo definido e nome, indicam a semelhança entre as respostas dos aprendizes e dos nativos, apesar da distância entre as línguas. Já os outros dois experimentos, em que se manipulou a concordância nome-adjetivo, os nativos exibiram um efeito de P600, não encontrado no grupo de aprendizes com alta proficiência. Os autores atribuem as respostas dos aprendizes a duas possíveis causas: (i) ou há maior dificuldade com a concordância adjetival (como tem sido apontado por outros estudos); (ii) ou a diferença na concordância de gênero entre o alemão e o francês para sintagmas no plural pode explicar esse padrão. De maneira geral, esse estudo ressalta o papel da similaridade entre as línguas para que o aprendiz possa atingir um nível de processamento semelhante ao do nativo, inclusive os autores afirmam que os resultados dos experimentos 2 e 3 dão suporte à ideia de que processamento semelhante ao nativo somente vai ocorrer na extensão em que L1 proveja uma base para a transferência. Porém, discutem que aprendizes com alta proficiência e exposição podem atingir processamento *native-like*.

Considerando tal questão: como explicar então o padrão apresentado pelos chineses no processamento de violações de concordância em espanhol, conforme os resultados de Gillon Dowens (2011)? Aponta-se então um aspecto que precisa ser mais bem compreendido em termos dos estudos de processamento de L2 por meio da extração de ERPs. Seria importante que diferentes pares de línguas e também diferentes estruturas sejam analisadas para

possibilitar afirmações mais precisas a respeito do papel da similaridade entre as línguas e as possibilidades de transferência.

Outro ponto que precisa ser ainda mais bem investigado é o papel do tipo de exposição à língua vivenciada pelos estudantes. No estudo com os chineses aprendizes de espanhol, de Gillon Dowens (2011), sugere-se que a ausência de LAN pode ser devida ao tipo de exposição à língua, já que os aprendizes chineses não tiveram experiências de imersão. Tal questão foi abordada, ainda que não diretamente respondida, no estudo de Bowden et al. (2013), cujo objetivo foi observar se e quando, num curso universitário típico de língua estrangeira, os aprendizes apresentam padrões de ERP *native-like* no processamento da morfossintaxe da L2.

Nesse estudo – que busca avançar em relação à maioria dos estudos, que abordam experiências de imersão mais prolongadas (no caso, imigrantes, conforme ressaltam os autores), a situação de aprendizagem de L2 vivida por estudantes universitários é contemplada, sendo que os aprendizes são divididos em dois grupos: (i) com menos proficiência e sem experiência de estudar num país onde é falada a L2; (ii) com mais proficiência e com experiência de um a dois semestres de imersão num país hispanofalante. Os autores, buscando mostrar padrões *native-like* mais gerais e comparar processamento semântico e processamento sintático, realizaram um experimento com julgamento de aceitabilidade com sentenças com violação semântica (Ex.: *Tengo muchas millas que correr esta semana/ actriz**) e com violação de ordem de palavra: (Ex.: *Tengo que correr muchas millas esta semana/ Tengo que millas muchas correr esta semana*). Os resultados do experimento indicaram que as respostas às violações semânticas são similares nos três grupos, os quais apresentaram um efeito de N400, ainda que no grupo de aprendizes com proficiência mais baixa a distribuição tenha sido diferente. Foi encontrado também um efeito de P600 como resposta às violações semânticas, o que tem sido encontrado em estudos com L1 e L2, como reporta os autores, e foi interpretado por eles como relacionado à reanálise do input de forma mais geral, não somente sintática, o que também pode estar associado a expectativas em conflito com o que é encontrado. No caso dos resultados apresentados, tal efeito foi encontrado para os aprendizes de nível mais avançado e não para os de baixa proficiência. Os autores consideram que uma possibilidade seja o fato de que os aprendizes com baixa proficiência ainda não construam expectativas da mesma forma que os de alta proficiência, já que suas habilidades não seriam suficientes para isso. Eles ressaltam a importância de outros estudos para esclarecer esse tipo de resposta com P600.

Em relação especificamente ao processamento sintático, os autores encontraram efeitos de LAN no grupo de nativos e de aprendizes de alta proficiência na janela de tempo de 300-425 ms, com efeitos estatisticamente indistinguíveis, o que sugere que nessa janela de tempo, as violações de ordem de palavras são submetidas a processamentos idênticos por nativos e aprendizes. A presença de LAN para aos autores significa que esses aprendizes, ainda que sejam alunos de cursos universitários típicos, podem atingir padrões de processamento *native-like*, com construção automática das estruturas. No caso dos aprendizes com baixa proficiência, não foi encontrado efeito de LAN, mas sim uma positividade centro-parietal associada na literatura sobre L2 a aprendizes que receberam somente instrução explícita, da forma como ocorre em sala de

aula. Esse efeito é interpretado em estudos citados por Bowden et al. (2013) como um possível P3a, que é um componente dirigido por mecanismos de atenção – algo realmente necessário em sala de aula onde o ensino dirige a atenção explicitamente para formas da língua. Tais resultados reforçam a necessidade de estudos que esclareçam os efeitos dos tipos de exposição à língua.

Ainda em relação ao processamento sintático, Bowden et al. (2013), além da LAN, relataram ter encontrado um efeito de P600 e uma negatividade anterior tardia, para o grupo de nativos. Para o grupo de aprendizes com alta proficiência, foram reportados efeitos de LAN e de P600; e para os de baixa proficiência, somente uma positividade anterior e uma positividade continuada fraca. De maneira geral, os resultados apontam que os padrões de resposta no processamento das violações pelos aprendizes de alta proficiência são bastante similares aos dos nativos; já os de baixa proficiência exibem respostas mais diferenciadas. Os autores concluem apontando que a proficiência e seus correlatos podem ser associados a processamento *native-like*, a saber, LAN, P600 e negatividade anterior tardia⁹. Ressalta-se ainda o fato de que, em estudos anteriores, a LAN tem sido encontrada em aprendizes com experiências de imersão.

Além dos aspectos acima mencionados – proficiência, distância entre as línguas e tipo de exposição, os trabalhos de Gillon Dowens et al. (2009, 2011) discutem também o papel de recursos cognitivos, como a memória de trabalho. Nos experimentos conduzidos pelos autores, eles analisaram o processamento de violações de concordância (1) dentro de um sintagma (determinante-nome) e (2) o de violações de concordância entre itens que estavam em sintagmas diferentes (nome e adjetivo modificador pós-verbal). Os participantes apresentaram padrões de respostas diferenciados em relação às duas posições da violação: na primeira, apresentaram uma negatividade precoce seguida de P600; já na segunda, apresentaram somente P600. Segundo os autores, essa diferença pode indicar demandas de memória de trabalho diferenciadas em ambas as posições, já que supostamente a concordância entre nome e adjetivo em sintagmas diferentes é mais custosa, pois requer que se mantenham na memória os traços de concordância. Nesse sentido, a ausência de LAN na segunda posição pode estar relacionada aos custos de processamento em L2 de concordância além da fronteira do sintagma. Conforme os autores discutem, tais questões precisam ser mais bem pesquisadas e cruzadas, por exemplo, com os traços presentes e não presentes na língua nativa do aprendiz.

CONSIDERAÇÕES FINAIS

Os estudos com aprendizes de L2, tendo tomado o referencial dos padrões de ERP de estudos com L1, têm apontado a possibilidade de processamento *native-like* para aprendizes de L2, até mesmo em situações de aprendizagem de língua estrangeira, como, por exemplo, no estudo de Bowden et al. (2013). Porém, ressalta-se a complexidade do processo de aquisição e processamento de L2, já que vários fatores terão papel no nível de proficiência e processamento atingido pelos aprendizes – como mostrado acima, além da proficiência, a similaridade entre as línguas, o tipo de exposição, entre outros fatores, devem ser controlados nos estudos.

Ainda há inúmeras questões a serem investigadas como, por exemplo, os efeitos de LAN, que não parecem ser tão homogêneos e claros entre os estudos. Gillon Dowens et al. (2009), por exemplo, afirma que o padrão bifásico LAN-P600 é bem documentado para nativos, sendo que em seu estudo com aprendizes de espanhol, nativos do inglês, reportou o efeito de LAN para violações de concordância entre nome e determinante. Já no estudo de Foucart e Frenck-Mestre (2011), que focou em violações de concordância entre determinante e nome, não foi reportado efeito de LAN para nativos do francês nem para os bilíngues do par alemão-francês. Parece realmente que esse padrão bifásico LAN-P600 não pode ser considerado como indicador de processamento *native-like* sem a devida comparação com um grupo controle de nativos, conforme explica McLaughlin et al. (2010, p.143). Segundo esses autores, é preciso ser cuidadoso ao associar o efeito de LAN ao ponto máximo a que um aprendiz deve chegar em termos de processamento automático, como o fazem Steinhauer et al. (2009).

Foucart e Frenck-Mestre (2011), inclusive, apontam que os dados de seu estudo não dão suporte ao modelo trifásico proposto por Friederici e colaboradores e aplicado ao processamento de segunda língua (ROSSI et al., 2006 *apud* FOUCART; FRENCK-MESTRE, 2011), já que seus participantes, nativos e aprendizes, não apresentaram efeito de LAN como resposta a violações de concordância, diferentemente do proposto no modelo de processamento sintático de Friederici e colaboradores. Nesse modelo, propõe-se um estágio inicial autônomo de construção da estrutura – refletido por uma ELAN¹⁰; uma segunda fase, em que ocorre o processamento morfossintático – que seria refletido na LAN; e uma terceira fase, em que ocorrem os processos de reanálise e reparo, que seriam refletidos no efeito de P600¹¹.

A respeito das teorias discutidas pelos autores, no geral, nenhum deles parece concordar com a perspectiva de que os mecanismos subjacentes ao processamento de L2 são exatamente os mesmos da L1 ou com a perspectiva de que são fundamentalmente diferentes. De maneira geral, o que se apontam são pontos semelhantes e pontos diferentes.

Bowden et al. (2013), que manipularam violações sintáticas e também semânticas, afirmam que seus dados corroboram a ideia de que, ao menos para a sintaxe, os substratos de processamento de L1 e de L2 são diferenciados no início e vão se modificando com o aumento da proficiência, afirmando a consonância com as propostas de Clahsen e Felser (2006a, 2006b *apud* Bowden et al., 2013) e Ullman (2001, 2005, 2012 *apud* Bowden et al., 2013), que afirmam que o processamento lexical se apóia nos mesmos mecanismos que a L1, enquanto os aspectos governados por regras vão depender de mecanismos diferentes dos da L1 em estágios iniciais, o que vai se modificar com o aumento da proficiência, quando se espera que o processamento compartilhe os mesmos substratos do processamento de L1.

A explicação das semelhanças e diferenças do processamento da sintaxe por aprendizes, comparativamente ao processamento de nativos, baseia-se em várias propostas da área de estudos em L2:

(1) Gillon Dowens (2009, 2011) considera que seus dados dão suporte à Hipótese *Full Access – Full Transfer*, já que os aprendizes processaram não somente traços presentes em sua L1, mas também novos traços específicos da L2, ainda que se apresentaram algumas diferenças de efeitos em estruturas

presentes versus estruturas não presentes na L1. A Hipótese *Full Access – Full Transfer* (SCHWARTZ; SPROUSE, 1996 *apud* GILLON DOWENS, 2011) consideram a importância dos processos de transferência da L1 na aquisição da L2, mas também consideram que traços não presentes na L1 podem ser adquiridos na L2;

(ii) Bowden et al. (2013) reforça a distinção feita por Ullman (2001, 2005 *apud* BOWDEN et al., 2013) de memória declarativa e memória procedural, sendo que os aprendizes, inicialmente, se apoiam na memória declarativa, como pôde ser visto, conforme a proposta dos autores, nos resultados que apontaram um efeito do tipo P3a relacionado a conhecimento explícito em resposta a violações de ordem de palavras; entre outros. Ullman, conforme sintetiza Bowden et al. (2013, p.2493), liga os processos lexicais/ semânticos ao sistema de memória declarativa; no entanto, quando a proficiência dos aprendizes aumenta, eles deixam de se apoiar nesse tipo de memória e passam a se apoiar em mecanismos que subjazem ao processamento de L1 e estão ligados à memória procedural.

Tendo em vista os resultados dos estudos aqui apresentados, ressalta-se a potencialidade dos estudos de ERP para elucidar aspectos relativos à aquisição e ao processamento de L2, além de evidenciar a importância de estudos empíricos que controlem os fatores apontados aqui, como distância entre as línguas, tipo de exposição, recursos cognitivos, etc., para que possamos avançar nos estudos de L2, além de contribuir também com o campo dos estudos com ERP. De modo geral, os autores alertam para a alta variabilidade entre os sujeitos, a necessidade de estudos longitudinais, a importância de controle de *baseline* para não se confundirem os resultados com artefatos gerados pelos materiais dos experimentos, entre outros.

Patterns of electric potencial of the brain on the processing of syntax in a second language

ABSTRACT

This work presents an exploratory review of studies dealing with the processing of syntax in a second language (L2) using the extraction of event-related potentials (ERPs). The L2 field of studies has witnessed in recent years an intense debate over the neurocognitive basis underlying L2, especially in the case of late acquisition, questioning whether the neural substrates underlying L2 are the same as in the first language. Given the diversity of proposals, ERPs are an important tool for allowing access to online brain electric activity, allowing even, with the description of the components related to the language, to distinguish specific types of linguistic processing undertaken by learners. Altogether, the present review demonstrates that learners with high proficiency can reach L2 syntax processing patterns that are similar to ones of a native. However, several factors must be considered, such as the distance between the two languages of the bilingual individual, the type of exposure to the language to which they had access, and other factors related to cognitive resources in general. There are still many issues to be investigated such as, for example, the effects of LAN that do not appear to be so clear and homogeneous, as well as other studies.

KEYWORDS: L2 processing. Event-related potentials. Syntax.

NOTAS

¹ “[...] a set of voltage changes that are consistent with a neural generator site and that systematically vary in amplitude across conditions, time, individuals, and so forth. That is, an ERP component is a source of systematic and reliable variability in an ERP data set” (LUCK, 2014, p.68).

² Ambos os estudos foram citados por McLaughlin et al. (2010) e seguem abaixo referenciados conforme os dados do artigo lido: TANNER, D.; OSTERHOUT, L. *Morphosyntactic development in second language learners*. Manuscript in preparation. 2010; TANNER, D.; OSTERHOUT, L.; HERSCHENSOHN, J. Snapshots of grammaticalization: Differential electrophysiological responses to grammatical anomalies with increasing L2 exposure. In: CHANDLEE, J.; FRANCHINI, M.; LORD, S.; G-M. RHEINER (Eds.), *Proceedings of the 33rd Boston University conference on language development*. Somerville, MA: Cascadilla Press, 2009. p. 528–539.

³ O estudo foi citado por McLaughlin et al. (2010) e segue abaixo referenciado como no original: OSTERHOUT, L.; FRENCK-MESTRE, C.; MCLAUGHLIN, J.; TANNER, D.; Herschensohn, J.. *Morphosyntactic processing in the early stages of second language acquisition: Evidence from event-related potentials*. Manuscript in preparation. 2010.

⁴ “In the early stages, learners may exploit statistical dependencies in the input as they gradually uncover the underlying structures inherent in the L2 system they are learning. The gradual shift from N400 to P600 responses to grammatical violations may then reflect the induction of a generalized rule from specific regularities in the input.” (McLaughlin et al., 2010, p.142)

⁵ Esse é citado em Steinhauer et al. (2009) e segue abaixo referenciado conforme esse estudo: FRIEDERICI, A.D.; STEINHAUER, K; PFEIFER, E. Brain signatures of artificial language processing: evidence challenging the critical period hypothesis. *Proceedings of the National Academy of Sciences* 99, 2002. p. 529–34.

⁶ Referenciado como: STEINHAUER, K.; WHITE, E.; CORNELL, S.; GENESEE, F.; WHITE, L. The neural dynamics of second language acquisition: evidence from Event- Related Potentials. *Journal of Cognitive Neuroscience*, supplement, 99, 2006.

⁷ Referenciado como: MCLAUGHLIN, J.; OSTERHOUT, L.; KIM, A. Neural correlates of second-language word learning: minimal instruction produces rapid change. *Nature Neuroscience* 7, 2004. p. 703–704.

⁸ Importante salientar que afirmar que os padrões de atividade cerebral dos aprendizes são comparáveis aos de nativos não corresponde a afirmar que a proficiência desses bilíngues é semelhante à de nativos, conforme adverte Bowden et al. (2013, p.2508) em relação a seus resultados: “We should emphasize that attaining native-like brain processing evidently does not necessarily entail native-like proficiency. Rather, in this study and many previous studies of L2, native-like ERP patterns of syntax(and semantics)have been observed in L2 learners without native-like performance.”

⁹ Somente o grupo de nativos apresentou, além dos efeitos de LAN e P600, uma negatividade anterior tardia na janela de tempo de 900-1.200 ms. Conforme explica Bowden et al. (2013, p. 2493), essas negatividades prolongadas podem representar uma continuação de LAN (ou processos similares à LAN) ou, de forma

alternativa, pode refletir algum aspecto não relativo à construção automática, mas sim relativo a demandas de memória de trabalho.

¹⁰ De modo geral, na literatura sobre ERPs, alguns pesquisadores vão considerar dois tipos de LANs – ELAN, que seria uma negatividade precoce (*early left anterior negativity*) e a LAN propriamente dita. Conforme explica Resende (2015), baseada em ampla revisão da literatura, ELANs teriam um pico entre com pico entre 100 e 200 ms, enquanto a LAN teria uma latência mais tardia, entre 100 e 200 ms, sendo que, enquanto a primeira refletiria processamentos do tipo automático, tal como o processamento da estrutura de um sintagma; a LAN refletiria dificuldades no processamento morfossintático, como no processamento da concordância. Porém, há trabalhos que vão considerar somente a LAN de maneira mais geral, explicando esse componente como relacionado a processos automáticos governados por regras da construção da estrutura. Para mais informações, ver, por exemplo, um dos artigos aqui analisados – o de Bowden et al. (2013).

¹¹ “As a final note, Friederici and collaborators (Rossi et al., 2006) have recently suggested that the threephase model proposed to represent universal syntactic processing in monolinguals (Friederici, 2002) could serve as a theoretical framework for bilinguals. This model proposes an initial stage of autonomous phrase structure construction (reflected by an ELAN), a second phase where morphosyntactic processing occurs (reflected by a LAN) and a third phase of reanalysis and repair (reflected by the P600).” (Foucart; Frenck-Mestre, 2011, p.397).

REFERÊNCIAS

BOWDEN , H. W.; STEINHAUER, K.; SANZ, C.; ULLMAN, M. T. Native-like brain processing of syntax can be attained by university foreign language learners. **Neuropsychologia**, n. 51, p. 2492–2511, 2013.

FOUCART, A.; FRENCK-MESTRE, C. Grammatical gender processing in L2: Electrophysiological evidence of the effect of L1–L2 syntactic similarity. **Bilingualism: Language and Cognition**, n. 14, p. 379-399, 2011.

GILLON DOWENS, M.; VERGARA, M.; BARBER, H. A.; CARREIRAS, M. Morphosyntactic processing in late second-language learners. **Journal of Cognitive Neuroscience**, v. 22, n.8, p. 1870–1887, 2009.

GILLON DOWENS, M. et al. Gender and number processing in Chinese learners of Spanish – Evidence from Event Related Potentials. **Neuropsychologia**, n. 49, p. 1651–1659, 2011.

KUPERBERG, G. R. Neural mechanisms of language comprehension: Challenges to syntax. **Brain Research** (Special Issue), n. 1146, p. 23-49, 2007. Disponível em: http://www.nmr.mgh.harvard.edu/kuperberglab/publications/papers/Kuperberg_BrainRes_2007.pdf

LUCK, S. J. **An Introduction to Event-Related Potential Technique**. 2 ed. Cambridge: MIT, 2014.

MCLAUGHLIN, J.; TANNER, D.; PITKANEN, I.; FRENCK-MESTRE, C.; INOUE, K.; VALENTINE, G. OSTERHOUT, L. Brain potentials reveal discrete stages of L2 grammatical learning. **Language Learning**, v. 60, n.1, p. 123–150, 2010.

RESENDE, N. C. A. de. **Processamento e Representação do Gênero Gramatical do Português**: um mecanismo associativo. 2015. 272 p. Tese (doutorado) - Universidade Federal de Santa Catarina, Centro de Comunicação e Expressão, Programa de Pós- Graduação em Linguística, Florianópolis – SC.

STEINHAEUER, K.; WHITE, E. J.; DRURY, J. E. Temporal dynamics of late second language acquisition: Evidence from event-related brain potentials. **Second Language Research**, n. 25, p. 13–41, 2009. Disponível em: http://www.mcgill.ca/neurocoglab/files/neurocoglab/steinhauer-k_2009_second-lang-res.pdf

Recebido: 22 jul. 2015

Aprovado: 09 nov. 2018

DOI: 10.3895/rl.v20n31.3061

Como citar: SILVA, Giselli Mara da. Padrões de potenciais elétricos do cérebro no processamento da sintaxe em segunda língua. *R. Letras*, Curitiba, v. 20, n. 31 p. 119-135, jul/dez. 2018. Disponível em: <<https://periodicos.utfpr.edu.br/rl>>. Acesso em: XXX.

Direito autoral: Este artigo está licenciado sob os termos da Licença Creative Commons-Atribuição 4.0 Internacional.

