

UNIVERSIDADE FEDERAL DO RIO DE JANEIRO
FACULDADE DE LETRAS
PROGRAMA DE PÓS GRADUAÇÃO EM LINGUÍSTICA

**COMPOSIÇÃO DE SINTAGMAS PREPOSICIONADOS E AS RELAÇÕES
SEMÂNTICAS NO PB: UM ESTUDO DE PROCESSAMENTO COM EEG-ERP**

Mayda Rangel Gomes Peres

Rio de Janeiro
Abril de 2025
Dissertação de mestrado

PERES, Mayda Rangel Gomes. COMPOSIÇÃO DE SINTAGMAS PREPOSICIONADOS E AS RELAÇÕES SEMÂNTICAS NO PB: UM ESTUDO DE PROCESSAMENTO COM EEG-ERP. Universidade Federal do Rio de Janeiro, 2025. Dissertação de mestrado em Linguística.

BANCA EXAMINADORA

Presidente Professora Doutora Marije Soto
Universidade Federal do Rio de Janeiro (UFRJ)

Professora Doutora Daniela Cid de Garcia
Universidade Federal do Rio de Janeiro (UFRJ)

Professora Doutora Mahayana Cristina Godoy
Universidade Federal do Rio Grande do Norte (UFRN)

Defesa: 24/04/2025

**COMPOSIÇÃO DE SINTAGMAS PREPOSICIONADOS E AS RELAÇÕES
SEMÂNTICAS NO PB: UM ESTUDO DE PROCESSAMENTO COM EEG-ERP**

Por

MAYDA RANGEL GOMES PERES

Aluna do curso de mestrado
pelo Programa de Pós-Graduação em Linguística

Defesa de dissertação de mestrado em
Linguística, apresentada à Coordenação de
cursos de Pós-Graduação em Linguística da
Universidade Federal do Rio de Janeiro

Orientadora: **Marije Soto (UFRJ)**

Faculdade de Letras da UFRJ

1º semestre de 2025

PERES, Mayda Rangel Gomes. Composição de sintagmas preposicionados e as relações semânticas no PB: um estudo de processamento com EEG-ERP. Dissertação de Mestrado em Linguística, Faculdade de Letras, Universidade Federal do Rio de Janeiro, Rio de Janeiro, 2025.

Palavras-chave: EEG, Relações Temáticas, Coerção, Composicionalidade, ERP

AGRADECIMENTOS

É um pouco curioso escrever um agradecimento de dissertação pelo fato de que eu passei 2 anos pensando, pesquisando e revisitando um mesmo fenômeno, para ter certeza de que, no fim das contas, o maior fenômeno observado foi eu mesma. Me tornar quem eu me tornei e conquistar o que conquistei não foi um trabalho exclusivamente meu, na verdade, *é* uma construção conjunta, uma união e mistura de muitas pessoas que passaram e permanecem em mim.

Então, por esse motivo, eu me permito simplesmente agradecer. Por tudo e para todos.

Mãe e pai, vocês são meus maiores apoiadores. Vocês são as pessoas que aceitam minhas loucuras e desafios e me apoiam da melhor maneira que vocês conseguem. Por causa de vocês, eu sou capaz de fazer qualquer coisa que eu sonho, com a confiança de que tudo vai dar certo, mas também com a segurança de que se tudo der errado, eu tenho um colo pra voltar. E Irmão, obrigada por sempre acreditar em mim. Você me dá confiança para me sentir capaz de conquistar o mundo.

Professora Marije, obrigada por ter sido um ponto de apoio durante todo esse processo. Cada vez que eu falei sobre o mestrado, seu nome foi citado como maior referência de orientadora, de pesquisadora e de pessoa atenciosa, querida e amiga. Obrigada por pegar na minha mão e mostrar o que é o mundo da pesquisa, mas principalmente, por não me deixar desistir. Se eu falo em tirar a sorte grande, certamente falo sobre ter você como minha orientadora.

Duda Sodré, obrigada por ser a melhor amiga do mundo todo. Obrigada por ter comprado essa loucura de idas-vindas do Rio de Janeiro e se dispor a viajar sempre que foi possível pra viver cada momento comigo. Obrigada por ter me segurado em tantos momentos, por ter aguentado cada foto, áudio e texto chorando e corrigido minhas referências. As coisas são mais leves e incríveis com você, sempre.

Alexandra, sua amizade é uma das coisas que esse mestrado me trouxe de mais legal! Eu poderia escrever sobre como nossa amizade foi aleatória e que acabou por, sem querer, a gente se identificar tanto. Mas neste momento, só quero falar sobre como foi importante sua presença durante esses 2 anos. Te agradeço por cada conversa e reflexão e passeios no Rio de Janeiro só falando sobre a vida, por dividir sentimentos conflituosos e delirantes sobre uma vivência tão similar, mas também por sempre encontrarmos juntas soluções/motivações para continuar.

Aos meus amigos do mestrado, Júlia e Vitor, agradeço por serem meu grupinho favorito e por tornar tudo mais leve e engraçado. Aos meus colegas de Laboratório, Diane, Wellington, Léo, Stê, Pedro, Ana Letícia e Bernardo, agradeço por todo carinho, ajuda e pelo grande acolhimento, essa pesquisa não teria acontecido se não fosse pela parceria de vocês. Aos meus grandes amigos da vida (em especial Duda Almeida), que me apoiam, me fazem rir e me dão certeza de que a vida é melhor com companhia.

Minha família, minha vovó Naná, meu vovô Werneck, minha vovó Dulce, obrigada por serem meus fiéis protetores, sei que vocês todos os dias oraram por mim e pela minha vida. E agora vocês podem falar que tem uma neta mestra.

Gostaria de agradecer a todos do PPGLin que fizeram parte do meu processo, principalmente, agradeço a Gean e todos os professores que me fizeram crescer como linguista. Também, aos membros da banca, professora Daniela Cid e Mahayana Godoy, além do professor Thiago Motta Sampaio e da professora Anieli Improta França, que, com muita abertura, sem nem me conhecer, aceitou conversar e me direcionou a esse todo-universo.

Termino esse agradecimento citando uma grande inspiração de discursos de formatura, Troy Bolton, que disse que, no fim, é sobre encontrar pessoas e amigos que vamos manter para o resto da vida e isso significa que realmente estamos todos juntos nessa. Por isso, obrigada por todos vocês serem pesquisadores na observação, formação e constante evolução desse “fenômeno” que é mais conhecido como eu.

RESUMO

Nessa dissertação, observamos os sintagmas nominais + sintagmas preposicionados no Português Brasileiro, isto é, “armário de madeira” e “serra de madeira”. Mas “armário de madeira” tem um significado atrelado, que é um armário e que é feito do material madeira. Enquanto “serra de madeira” possui uma outra interpretação, nesse caso, é uma serra que é feita para cortar madeira. Ou seja, embora as combinações apresentem estruturas aparentemente idênticas, a semântica, e até a sintaxe encoberta, veiculam significados e modificam suas construções com a utilização de diferentes mecanismos. Neste trabalho, contrastamos três condições: material (como “armário de madeira”, com o sentido de “feito de”), função (como “serra de madeira”, com o sentido de “feito para”) e itens não-combinatórios de não-palavra (como “livro de nsplk”). O objetivo deste trabalho foi observar os efeitos de combinatoriedade entre itens combinatórios (palavras reais) e não-combinatórios (não-palavras), buscando encontrar ondas negativas precoces na janela de 200ms para itens combinatórios, com base em Pylkkanen et al., 2021 e Neufeld et al., 2016. Também, observar contraste entre função e material nessa mesma janela temporal, com ondas mais negativas para função, devido a sua complexidade de integração. Além disso, na janela do N400, esperávamos que itens função eliciariam ondas mais negativas que itens de material e não-palavra, devido ao processo de coerção, que está diretamente relacionado a eliciação de N400 e processamentos mais custosos, além de efeitos de integração semântica. Para normatizar os estímulos, executamos um Experimento Normativo, dividido em dois testes: Julgamento Semântico e Escala de Likert para familiaridade. Assim, além de normatizar os estímulos, esse experimento permitiu também observar tendências de facilidade de interpretação para itens de material, com maior acurácia nas respostas do julgamento e mais familiaridade na escala de Likert, e atribuímos esse resultado ao fato de material inferir uma relação mais direta e transparente na combinação. Também aplicamos um Experimento com a metodologia do EEG, e encontramos resultados favoráveis à hipótese de que itens combinatórios, em contraste às não-palavras, modulam uma onda negativa eliciada por volta de 200ms, o componente de N250, na apresentação da terceira palavra. Além disso, também observamos um efeito de N400, em que uma onda negativa foi eliciada para combinações de material/função em contraponto a não-palavra. Atribuímos esse resultado aos efeitos de integração semântica para ambos, e especulamos que o fato de não haver diferença entre as ondas eliciadas por material e função, é causado possivelmente por processos diferentes. Para função, é associado a mecanismos de coerção e cargas de processamento custosas; enquanto para material, é possível que tenha ocorrido recuperação da memória semântica. Encontramos

ainda, um efeito de P600 para os estímulos de não-palavra, que atribuímos a um mecanismo de reanálise e tentativa de integração. Por fim, ainda aplicamos um Experimento de Leitura Automonitorada, e conseguimos replicar os resultados de Peres, Soto (2024), ou seja, os resultados mostraram que material possui tempos de resposta mais rápidos que função, e atribuímos esse resultado à transparência dos itens de material, captados possivelmente em função de efeitos de pós-processamento e da tarefa.

Palavras-chave: EEG, Relações Temáticas, Coerção, Composicionalidade, ERP

ABSTRACT

In this study, we investigate noun phrases combined with prepositional phrases in Brazilian Portuguese, such as *armário de madeira* (“wooden cabinet”) and *serra de madeira* (“wood saw”). However, *armário de madeira* conveys a specific meaning: a cabinet that is made of wood. In contrast, *serra de madeira* carries a different interpretation, referring to a saw that is designed for cutting wood. That is, although these combinations exhibit seemingly identical structures, their semantics, and even the underlying syntax, convey distinct meanings and modify their constructions through different mechanisms. Thus, we contrast three conditions: material (e.g., *armário de madeira*, meaning “made of”), function (e.g., *serra de madeira*, meaning “made for”), and non-combinatory non-word items (e.g., *livro de nsipk*). Our objective was to observe the combinatorial effects between combinatory items (real words) and non-combinatory items (non-words), aiming to identify early negative waves within the 200ms window for combinatory items, based on Pylkkanen et al. (2021) and Neufeld et al. (2016). Additionally, we sought to contrast function and material within this same temporal window, expecting more negative waves for function due to its greater integration complexity. Furthermore, within the N400 window, we anticipated that function items would elicit more negative waves than material and non-word items, given the coercion process, which is directly related to N400 elicitation and higher processing costs, as well as semantic integration effects. To normalize the stimuli, we conducted a Normative Experiment involving semantic judgment and a Likert scale for familiarity. In addition to this, this experiment also allowed us to observe interpretation tendencies, showing that material items were easier to interpret, with higher accuracy in judgment responses and greater familiarity on the Likert scale. We attribute this result to the fact that material implies a more direct and transparent combinatory relationship. We also conducted an EEG experiment and found results supporting the hypothesis that combinatory items, in contrast to non-words, modulate a negative wave elicited around 200ms, the N250 component, upon the presentation of the third word. Additionally, we observed an N400 effect, where a negative wave was elicited for material/function combinations as opposed to non-words. We attribute this result to semantic integration effects for both conditions and speculate that the absence of a difference between the waves elicited by material and function items is possibly due to distinct underlying processes. For function, it is associated with coercion mechanisms and higher processing costs, whereas for material, it is likely related to semantic memory retrieval. Additionally, we observed a P600 effect for non-word stimuli, which we attribute to a reanalysis mechanism and an attempt at integration. Finally, we conducted a Self-Paced Reading Experiment and

successfully replicated the results of Peres & Soto (2024). That is, the results showed that material items elicited faster response times than function items. We attribute this finding to the transparency of material items, likely captured due to post-processing effects and task-related factors.

Keywords: EEG, Thematic Relations, Coercion, Composition, ERP

O presente trabalho foi realizado com apoio da Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Ensino Superior – Brasil (CAPES).

SUMÁRIO

1. Introdução.....	20
2. Revisão linguística: é sintaxe, semântica ou os dois?.....	25
2.1. Um caso de estrutura e representação dos PPs no ponto de vista Gerativo.....	26
2.2. É adjunto ou é complemento? Reflexões sobre a seleção de constituintes dos NP + PP ([NP [PP]]).....	27
2.3. A semântica e a Estrutura de Qualia de Pustejovsky.....	31
2.4. Um possível caso de Coerção Semântica.....	41
2.5. Como tudo se conecta?.....	45
3. Revisão de Processamento: composicionalidade, relações semânticas e coerção. 46	46
3.1. O que é EEG/ERP?.....	47
3.2. Composicionalidade e relações temáticas.....	47
3.3. Um retorno à coerção.....	58
3.4. P600: uma breve explicação.....	63
3.5. Resumo geral.....	64
4. Experimentos Psicolinguísticos.....	65
4.1. Breve resumo do Experimento 1 (Cloze e Leitura Automonitorada).....	66
4.2. Experimento 2: Teste Normativo.....	67
4.2.1. Metodologia.....	68
4.2.2. Participantes.....	70
4.2.3. Procedimentos de coleta e Design Experimental.....	71
4.2.4. Análise de dados e resultados.....	73
4.2.4.1. Julgamento semântico.....	73
4.2.4.2. Julgamento de familiaridade.....	76
4.2.5. Resultados pós-normatização.....	79
5. Experimento EEG.....	86
5.1. Design experimental e materiais.....	86
5.2. Metodologia.....	87
5.3. Participantes.....	88
5.4. Procedimentos.....	89
5.5. Coleta e análise de dados.....	90
5.6. Hipóteses e previsões.....	91
5.7. Resultados para o núcleo nominal (1ª palavra).....	92
5.7.1. Resultados do intervalo 300ms a 400ms (ref. à 1ª palavra).....	92
5.7.2. Resumo de resultados de análise de amplitude sobre a 1ª palavra.....	93
5.8. Resultados para a preposição (2ª palavra).....	93
5.8.1. Resultados do intervalo -50ms a 100ms (ref. à 2ª palavra):.....	94
5.8.2. Resultados do intervalo 184ms a 256ms (ref. à 2ª palavra).....	94
5.8.3. Resultados do intervalo 300ms a 400ms (ref. à 2ª palavra).....	94
5.8.4. Resultados do intervalo 400ms a 500ms (ref. à 2ª palavra).....	94
5.8.5. Resumo de resultados de análise de amplitude referente à 2ª palavra.....	95
5.9. Resultados da palavra alvo (núcleo nominal do PP) (3ª palavra).....	95
5.9.1. Resultados do intervalo -50ms a 100ms (ref. à 3ª palavra).....	95
5.9.2. Resultados do intervalo 184ms a 256ms (ref. à 3ª palavra).....	95
5.9.3. Resultados do intervalo 300ms a 400ms (ref. à 3ª palavra).....	98

5.9.4. Resultados do intervalo 500ms a 600ms (ref. à 3ª palavra).....	101
5.9.5. Resumo de resultados de análise de amplitude referente à 3ª palavra.....	104
5.10. Discussão.....	105
6. Experimento Leitura Automonitorada.....	115
6.1. Metodologia.....	115
6.2. Hipóteses e previsões.....	117
6.3. Participantes.....	117
6.4. Procedimentos de coleta.....	117
6.5. Análise de dados e resultados.....	118
6.5.1. Acurácia.....	118
6.5.2. Tempos de leitura.....	120
7. Considerações Finais.....	122
8. Referências.....	124

LISTA DE FIGURAS

- Figura A. Estrutura de Qualia
- Figura B. Estrutura de Qualia do Item (x)
- Figura C. Esquematização de Container para Pustejovsky (1990)
- Figura D. Processo de *type-shifting*
- Figura E. Teste de Julgamento Semântico, do teste normativo
- Figura F. Teste de Familiaridade (Escala de Likert), do teste normativo
- Figura G. Critérios para escolha dos itens experimentais para Experimento EEG (normalizados)
- Figura H. Apresentação do Estímulo no E-Prime
- Figura I. A figura da esquerda apresenta o Sistema internacional 10-20 de posicionamento de eletrodos com 32 canais na touca actiCap (BrainProducts). A figura da direita apresenta a lógica e métrica utilizada para divisão dos eletrodos do sistema 10-20 pelo escalpo.
- Figura J. ERP da época referente ao início de apresentação da 3a palavra (o NP) para o canal F3, mostrando ERPs relativos às três condições do fator tipo relação (azul=FUN, verde=MAT, cinza=NPA)
- Figura K. ERP da época referente ao início de apresentação da 3a palavra (o NP) para o canal P4, mostrando ERPs relativos às três condições do fator tipo relação (azul=FUN, verde=MAT, cinza=NPA)
- Figura L. ERP da época referente ao início de apresentação da 3a palavra (o NP) para o canal CP2, mostrando ERPs relativos às três condições do fator tipo relação (azul=FUN, verde=MAT, cinza=NPA)
- Figura M. ERP comparativo do canal P8 (figura acima) com o canal F3 (figura abaixo) da terceira palavra
- Figura N. Comparativo entre ERP da Frase Inteira do Canal C4 deste trabalho (imagem acima) e ERP retirado do trabalho de Kim et al (2012)

Figura O Sequência da Leitura Automonitorada

LISTA DE TABELAS

- Tabela A Referencial teórico sobre processamento
- Tabela B Item Experimental, do teste normativo
- Tabela C Recorte de alguns itens experimentais para exemplificação, do teste normativo
- Tabela D Distribuição da seleção de interpretação nos estímulos do EEG (normalizados)
- Tabela E Médias e medianas dos itens experimentais escolhidos para o EEG (normalizados)
- Tabela F Desenho experimental dos estímulos EEG
- Tabela G Resultado da análise post-hoc, comparando entre pares de condições, mostrando apenas o canal P7 que acusou valor $p < 0,05$ na comparação aninhada com modelo nulo.
- Tabela H Resultado das comparações aninhadas entre o modelo $\text{meanamp} \sim \text{tipo_rel} + (1 \mid \text{sujeito})$ e o modelo nulo por canal. São mostrados apenas aquelas comparações que acusaram valor $p < 0,05$ do intervalo 184ms a 256ms (ref. à 3ª palavra)
- Tabela I Resultado da análise post-hoc, comparando entre pares de condições, mostrando apenas os canais que acusaram valor $p < 0,05$ na comparação aninhada com modelo nulo do intervalo 184ms a 256ms (ref. à 3ª palavra).
- Tabela J Resultado das comparações aninhadas entre o modelo $\text{meanamp} \sim \text{tipo_rel} + (1 \mid \text{sujeito})$ e o modelo nulo por canal. São mostrados apenas aquelas comparações que acusaram valor $p < 0,05$ no intervalo 300ms a 400ms (ref. à 3ª palavra)
- Tabela K Resultado da análise post-hoc, comparando entre pares de condições, mostrando apenas os canais que acusaram valor $p < 0,05$ na comparação aninhada com modelo nulo no intervalo 300ms a 400ms (ref. à 3ª palavra)
- Tabela L Resultado das comparações aninhadas entre o modelo $\text{meanamp} \sim \text{tipo_rel} + (1 \mid \text{sujeito})$ e o modelo nulo por canal. São mostrados

apenas aquelas comparações que acusaram valor $p < 0,05$ do intervalo 500ms a 600ms (ref. à 3ª palavra)

Tabela M Resultado da análise post-hoc, comparando entre pares de condições, mostrando apenas os canais que acusaram valor $p < 0,05$ na comparação aninhada com modelo nulo no intervalo 500ms a 600ms (ref. à 3ª palavra).

Tabela N Sequência de estímulos da Lista A e Lista B, da Leitura Automonitorada

LISTA DE GRÁFICOS

- Gráfico A Porcentagem da Seleção de Interpretação de Todos os Itens, do teste normativo
- Gráfico B Porcentagem de escolha total na escala de Likert, do teste normativo
- Gráfico C Distribuição da mediana de todos os itens por condição, do teste normativo
- Gráfico D Porcentagem de seleção de interpretação de itens experimentais para EEG (normalizados)
- Gráfico E Distribuição da Mediana por item e por condição (normalizados)
- Gráfico F Distribuição da média por item e por condição (normalizados)
- Gráfico G Acurácia por condição, na Leitura Automonitorada
- Gráfico H Tempo de Leitura (RT) por condição, na Leitura Automonitorada

1. Introdução

Sempre que produzimos linguagem, reunimos e combinamos palavras: um processo natural que nos permite criar novas e infinitas frases. Na verdade, mais que juntar palavras, nós criamos sentidos e conceitos, interpretamos e relacionamos ideias.

Um primeiro exemplo desse processo natural são as combinações de substantivos e seus modificadores, que podem ser ilustradas, por exemplo, pelo caso de substantivos e adjetivos (ex, "casa verde") ou até dois substantivos (ex, "casa de madeira"). Mas é certo que, ao juntarmos palavras, a interpretação dessas construções frequentemente exige que os falantes infiram relações temáticas e semânticas que não estão explicitamente evidentes na estrutura, mas que são resultado de associações conceituais indicadas primariamente pela semântica inerente às palavras. Dessa forma, contrastes de significado podem surgir com base no conhecimento das propriedades constituintes do item (como material ou cor) e do tipo de relação semântica que evocam (como "feito para"). Um exemplo disso é a diferença entre "armário de metal", que significa um armário que é feito do material metal, e "armário de troféu", que não significa um móvel feito de troféus, mas sim um armário onde troféus são armazenados (Flick et al., 2021).

Uma numerosa quantidade de estudos com Magnetoencefalografia (MEG) mostraram que uma ativação neurofisiológica intensificada, relacionada a processos combinatórios, pode ser observada aproximadamente entre 200-250 ms após a iniciação do núcleo frasal dentro de seu contexto combinatório. Essa ativação ocorre no lobo temporal anterior esquerdo (lATL) e está relacionada à composição semântica (para uma revisão, ver Pylkkanen *et al.*, 2019). Em paralelo, diferentes relações temáticas (como no exemplo, *trophy cabinet*; "armário de troféu") modulam a ativação cerca de 100 ms após o início do núcleo frasal, mas no lobo temporal posterior esquerdo (lPTL). Esses achados permitem dissociar, em nível neurológico, esses tipos distintos de combinações conceituais.

Embora um crescente número de estudos já tenha mapeado processos combinatórios em inglês (Pylkkanen et al., 2019; Westerlund et al., 2015; Flick et al., 2021; Fló et al., 2020; Zhang et al., 2015), há um conhecimento limitado sobre como esses processos ocorrem em outras línguas, como o português, que podem apresentar padrões combinatórios produtivos distintos. Uma diferença clara é a ordem entre núcleo e modificador, que varia entre as línguas (por exemplo, "*white car*" em inglês vs. "carro branco" no PB), potencialmente

influenciando a expectativa combinatória. No entanto, um estudo com Eletroencefalografia (EEG) em espanhol realizado pelo grupo de Fló et al. (2020) identificou uma sensibilidade semelhante a estímulos combinatórios. Um achado em uma janela temporal similar à encontrada por Pylkkanen et al. (2019), que identificaram ativação combinatória 250 ms após a apresentação do adjetivo em pares similares em inglês. Apesar disso, os autores demonstraram que o desenho experimental (dado ao grau de previsibilidade dos estímulos combinatórios) afeta as respostas neurofisiológicas, evidenciado por um efeito pré-combinatório.

No entanto, no Português Brasileiro (PB) é muito frequente a modificação por sintagma preposicionado (PP), o que contrasta com o Inglês, no qual interpretações do tipo temáticas (com modificador) tendem a apresentar uma estrutura adjetivos-nome (por exemplo, "*metal cabinet*"). Já no PB, esse tipo de relação é realizado por PPs (como em "armário de metal"). Então, por conta da função da preposição no PP, a interpretação da combinação envolve uma interação direta entre a sintaxe e a semântica, porque a preposição influencia o significado atrelado ao substantivo que está sendo modificado (por exemplo, "toalha de crochê", "toalha feita de crochê", vs. "agulha de crochê", "agulha para fazer crochê"). Ou seja, a preposição possivelmente contribui para a relação semântica entre o modificador e o substantivo, por exemplo, "feito de crochê" vs. "feito para crochê".

Previamente, as relações temáticas no PB foram estudadas por meio de paradigmas de priming e metodologias de Potenciais Relacionados a Eventos (ERP), comparando pares temáticos (por exemplo, "capacete-MOTO") com pares associativos (ou taxonômicos) (por exemplo, "carro-MOTO"), além de comparar o efeito da direcionalidade em pares temáticos (por exemplo, "CASCA-banana" vs. "BANANA-casca") (Gomes, 2010; Soto, 2014). Ambos os estudos encontraram ativações no processamento evidenciando efeito de priming temático, com tempos de resposta mais rápidos e amplitudes menores do componente N400, resposta neurofisiológica associada ao processamento semântico-lexical. No entanto, esses estudos não controlaram o tipo de relação temática nem apresentaram palavras em um contexto sintático gramaticalmente natural, como um sintagma nominal + o sintagma preposicionado.

Neste trabalho, semelhante aos estudos de Gomes (2010) e Soto (2014), nos apoiamos na Estrutura de Qualia de Pustejovsky (1993; 1998; 2001; 2005; 2016; 2017) que é um caminho para compreender como as propriedades semânticas dos itens lexicais são organizadas. De acordo com essa teoria, as estruturas de Qualia são mecanismos para a identificação e diferenciação de propriedades que compõem o significado dos itens lexicais. A teoria de Qualia propõe quatro níveis interpretativos, mas, no nosso fenômeno, trataremos de dois: a relação constitutiva, que codifica informações relacionadas aos materiais que formam

um objeto e as partes que os constituem (por exemplo, prato de porcelana, ou seja, um prato que é feito do material porcelana); e a relação télica, que carrega informações sobre a função e o propósito do item. Podemos pensar no télico como: o propósito que um agente tem em realizar uma ação, uma função interna ou funcionalidade para atividades específicas (por exemplo, gaveta de porcelana, ou seja, uma gaveta que possui a função de armazenar objetos de porcelana).

No entanto, ao falar das relações télicas existe uma outra camada de complexidade. Isso porque o sentido dessas relações envolve uma interpretação implícita, que é marcada pela supressão de algum elemento. É o caso do exemplo “agulha de crochê”, que não é só “de crochê”, mas sim “feita para costurar crochê”. Uma explicação possível sobre como processamos esse tipo de relação oculta é o processo de Coerção. Existem propostas de vários tipos de coerção (Audring; Booij, 2016), mas nesse caso, poderia se aplicar um processo coercitivo que envolve uma mudança de um item estático - ou entidade (ex. crochê), que não corresponde a relação argumental necessária para completar o sentido para um evento (ex. para costurar crochê). A mudança do item para o eventivo satisfaz a estrutura argumental necessária e, assim, valida o processo de coerção - *ou type-shifting*. É possível que esse processo exija um custo de processamento adicional e é o que discutiremos ao longo dessa dissertação.

Com as propostas teóricas definidas, fica evidente que pretendemos investigar o processamento de combinações substantivo-preposição-substantivo em sintagmas nominais + preposicionados. E escolhemos contrastar dois tipos de relação: material (MAT) e função (FUN). A relação de material é expressa em um vínculo "feito de", relacionando diretamente o substantivo ao material de que é composto, por exemplo, "armário de madeira" (armário feito de madeira). Ou seja, a preposição "de" pode expressar uma ampla variedade de significados em uma composição, mas parece que, nesse contexto, seu significado mais semanticamente transparente está associado ao aspecto do qualia constitutivo (i.e. material). Enquanto isso, a relação de qualia télica (i.e. função) é expressada por uma relação de "feito para", aparentemente exigindo que o falante recupere implicitamente um evento (verbal) que expressa semanticamente a funcionalidade, por exemplo, "rótulo de vinho", como um rótulo feito para rotular vinho. Em termos de custo de processamento, podemos imaginar que relações do tipo funcional exijam mais carga cognitiva do que relações do tipo material, uma vez que requerem uma etapa interpretativa adicional, dado o efeito de coerção, e são também menos previsíveis (por serem mais diversas).

É exatamente o que foi relatado nos estudos iniciais do mestrado (Peres; Soto, 2024), no qual 91 participantes responderam a duas tarefas: um teste de leitura automonitorada e um

teste de Cloze acompanhado por escala de Likert de aceitabilidade para começar a mapear essa diferença na relação de sentido. Nossos resultados indicaram tempos de leitura mais longos para relações funcionais (FUN), possivelmente devido a carga da computação semântica implícita para estabelecer sentido. Além disso, as respostas do teste de Cloze (em que o participante deveria responder com “toalha de _____) e o julgamento de probabilidade (em que o participante deveria responder de 1 a 5 seu grau de probabilidade de pensar na combinação sugerida por nós) mostraram uma preferência com mais palavras que carregavam um sentido télico. A preferência por relações funcionais que surgiu da tarefa de cloze e do julgamento de probabilidade é possível atribuir ao caso da robustez semântica e sintática inerente às relações funcionais, já evidenciado na literatura (Pustejovsky, 1993; 1998; 2001; 2005; 2016; 2017). No caso das relações de material, o teste de Cloze apresentou mais uniformidade e convergência nas respostas, o que pode estar relacionado a um possível conjunto mais restrito de opções (de materiais) e, também, a uma maior previsibilidade, o que também pode ter impactado em tempos de leitura reduzidos.

Para dar continuidade à nossa investigação, ampliamos o escopo do estudo para além desse 1º estudo, trazendo mais robustez na análise do fenômeno de interesse. Nosso objetivo foi entender, de maneira mais precisa, se há algum tipo de relação de composicionalidade e diferenças significativas entre as relações FUN e MAT. Por isso, antes de prosseguir para o experimento com o EEG, aplicamos metodologias psicolinguísticas, incluindo um teste de Likert de aceitabilidade, com objetivo de controlar previsibilidade/frequência das frases, e um teste de julgamento semântico, com a intenção de entender se a interpretação do estímulo realmente se encaixava na categoria FUN ou MAT. Por fim, normatizar os estímulos e refinamento dos itens experimentais para o resultado com maior acurácia, controle e uniformidade possível. Com isso, fomos capazes de normatizar os estímulos, ao mesmo tempo que geramos grandes *insights* sobre como funciona, em algum grau, o pós-processamento das relações semânticas.

Contudo, sabíamos da necessidade de aprofundar nossas perguntas e buscar novas respostas, por isso, investigamos esse fenômeno a partir da ótica do processamento cognitivo. Para isso, realizamos um experimento utilizando o EEG, uma metodologia que nos permitiu observar com alta precisão temporal os mecanismos neurais envolvidos no processamento composicional e semântico. Dessa forma, captamos de maneira mais robusta e detalhada, os componentes neurofisiológicos de interesse. Com isso, nossos objetivos são investigar os efeitos de combinatoriedade, além das relações temáticas e os efeitos de coerção após a apresentação da terceira palavra. O foco é principalmente encontrar contrastes entre as condições MAT/FUN e NPA, bem como a comparação entre MAT e FUN. Para isso,

observaremos componentes de N250, N400 e P600, nos fundamentando em Neufeld et al. (2016), Flick et al. (2021) e diversos outros estudos relevantes.

Além disso, conduzimos novamente um teste de leitura automonitorada, com o objetivo de nos dar mais luz para o pós-processamento do fenômeno, que, ao decorrer do trabalho, se mostrou como um fator quase crucial de evidências para diferenças entre condições (c.f. Experimento 3: Leitura Automonitorada). A complementaridade de métodos varia no que diz respeito ao momento do processamento que são capazes de flagrar (EEG: processos mais precoces e online, leitura automonitorada: processos online, porém mais tardios, como a reanálise, e julgamento: processos mais estratégicos e conscientes). Desse modo, conseguimos dissociar a contribuição de processos cognitivos nos efeitos observados.

Agora que já delineamos o escopo do trabalho, as metodologias e os objetivos, podemos aprofundar cada um desses aspectos com mais profundidade. No Capítulo 2, realizamos uma revisão linguística extensa, abordando a Estrutura NP + PP na perspectiva gerativa, além da teoria de estrutura de Qualia de Pustejovsky, o fenômeno da Coerção e as relações temáticas, estabelecendo uma base teórica necessária para a análise a seguir.

No Capítulo 3, damos continuidade à nossa análise com uma revisão sobre Processamento, apresentando uma série de estudos neurolinguísticos sobre o processamento de fenômenos relacionados à composicionalidade (utilizando tanto o MEG, como EEG), às relações semânticas e temáticas, à preposição, e aos componentes neurofisiológicos que se relacionam com o fenômeno.

Após os capítulos de aprofundamento, apresentamos a descrição completa dos experimentos linguísticos. No capítulo 4, que se divide em três seções: o Experimento 1: teste de Cloze e Leitura Automonitorada, Experimento 2: Teste Normativo e Experimento 3: Leitura Automonitorada, abordamos os experimentos psicolinguísticos. Já no capítulo 5, descrevemos o experimento neurofisiológico com EEG/ERP. Ambos os capítulos trarão a justificativa e o objetivo do teste, a apresentação dos materiais experimentais, os participantes, o desenho experimental e os procedimentos de coleta, as hipóteses e previsões, os resultados e, por fim, a discussão.

A conclusão do trabalho será apresentada no capítulo 6, onde falaremos as conclusões finais, apontando as lacunas que ainda permaneceram em aberto e caminhos futuros de investigação. Os dados, scripts e outras tabelas estarão disponíveis na plataforma Open Science Framework, no link: https://osf.io/5z98f/?view_only=6ba1bc1df5bd4ddea55ed71295b5eec7.

2. Revisão linguística: é sintaxe, semântica ou os dois?

Neste capítulo, trataremos das composições de sintagmas nominais (NPs) com sintagmas preposicionados (PPs), que juntos formam uma combinação do tipo [NP [PP]], como em “taça de vidro”. Por isso, para compreender relações entre os nomes (ex. taça e vidro), é importante entender o funcionamento sintático e semântico da combinação. Partindo do pressuposto que há composicionalidade, optamos inicialmente por explorar a dimensão sintática do fenômeno dentro da teoria gerativa, porque buscamos uma caracterização formal desse aspecto. Ainda, complementamos a base teórica com uma visão formal do processamento semântico e da semântica lexical (Pylkkanen et al, 2007, 2008, 2009, 2010, entre outros; Pustejovsky, 1993; 1998; 2001; 2005; 2016; 2017).

2.1. Um caso de estrutura e representação dos PPs no ponto de vista Gerativo

Durante muito tempo, a preposição foi centro de um intenso debate sobre sua natureza. Devido a sua complexidade e versatilidade, ela constantemente passeia entre as características de duas possíveis categorias: a lexical ou funcional. Esse debate não é fácil de resolver, justamente porque a preposição não se comporta de uma maneira constante, ora carregada de sentido, ora simplesmente delimitada a uma função sintática.

Primeiro iremos discorrer sobre o que são as categorias lexicais e funcionais, para enfim explicar o porquê da preposição apresentar ambas as características.

Em essência, as categorias lexicais trazem informações sobre eventos, coisas, atributos, localizações e trajetórias, como no caso dos verbos, nomes, adjetivos, advérbios e, finalmente, as preposições (Martins, 2014, p. 7). Enquanto isso, os itens funcionais estabelecem relações sobre tempo, aspecto, modo, definitude e concordância, ou seja, eles essencialmente trabalham em prol da sintaxe, estabelecendo relação e ligação entre os termos constituintes (Martins, 2014, p. 7).

Nesse aspecto, as preposições funcionam nos dois aspectos (lexicais e funcionais), em que elas podem carregar informações lexicais e semânticas, mas também podem ser relacionais e nocionais (Miotto, 2009; Martins, 2014; Berg, 1998). Sobre isso, as preposições

apresentam uma contribuição semântica de segunda ordem (Berg, 1998), o que significa que elas não são totalmente sem significado próprio e pleno (relacionais), mas atuam conjuntamente ao contexto que elas estão inseridas ou quando há uma necessidade de interpretação do complemento que ela se associa (nocionais).

Berg (1998, p. 115), descreve algumas preposições com a possibilidade de apresentarem múltiplos significados, como o caso das preposições “a, com, de, em, para, por, sobre”. Ela utiliza um teste sintático em que, resumidamente, ela toma como exemplo a preposição “a”, que na concepção da gramática normativa possui um sentido de direção. Mas isso se torna questionável quando a preposição é associada a um verbo como “voltar”, em “voltei a Ouro Preto”. Nesse caso, aparentemente, o que dá o sentido associado ao “movimento” é o próprio verbo, que descreve a ação de retorno/direção. Isso é confirmado na mudança do verbo “voltar” para “pagar”, como em “pagar a Ouro Preto”, que a preposição “a” perderia esse sentido de direção.

A preposição “de” se comporta de maneira similar à proposição “a”. Em alguns casos, não é a preposição que estabelece uma relação COM os elementos; ela simplesmente intermedeia uma relação semântica entre constituintes. Ou seja, a relação semântica ocorre entre como em “gostar de sorvete”, onde há uma relação entre o verbo “gostar” e o objeto (tema de gostar), na qual a preposição não contribui diretamente para essa relação.

Mas a preposição “de” também tem uma forte tendência a estabelecer uma relação semântica e é essa característica que permite que se preencha tanto com o sentido associado à composição da frase, como com o sentido da palavra com a qual ela se liga. Assim, apesar de ser bem diversa, há relações que são mais diretas e transparentes sintático-semanticamente que outras, como veremos na próxima seção sobre a teoria de Qualia, que versa sobre as relações semânticas entre itens lexicais.

Em geral, a preposição “de” é uma preposição coringa, que assume diversos sentidos possíveis, estabelecendo um elo sintático e/ou semântico forte com os elementos que conecta, como os estudados nesta dissertação (atributo e funcionalidade), e também diversos outros, como genitivo, localização, classificação etc (Neves et al., 2000; Gomes et al., 2020). Assim, há casos, como o de genitivo/posse etc, em que ele atua mais forte na sintaxe e casos que não. Ou seja, é possível que possamos generalizar que quando há relação de predicator (verbal ou deverbal) e complemento nominal, “de” não tem carga semântica forte; enquanto no caso de adjunto, a história se inverte, e iremos discutir na próxima seção sobre seleção de complemento.

2.2. É adjunto ou é complemento? Reflexões sobre a seleção de constituintes dos NP + PP ([NP [PP]]).

A classificação de uma preposição se estende a vários tópicos e, em todos, existe uma discussão exaustiva sobre onde a preposição se encaixa, mas para esse trabalho escolhemos nos atentar principalmente para o contínuo lexical vs. funcional e para a relação de atribuição semântica e temática na seleção de constituintes.

Agora, vamos aprofundar a discussão sobre a seleção de constituintes das preposições. Para isso, caracterizamos brevemente os aspectos sintáticos dentro de uma perspectiva teórica formalista gerativa. Primeiro de tudo, é importante falar que a preposição sempre estará acompanhada de outro constituinte, por isso encabeça núcleos de sintagma. Um sintagma é basicamente uma unidade estrutural que se organiza em função de um núcleo lexical ou funcional. Esse núcleo possui um papel, e como Miotto (2009, p. 29) explica, tudo o que acontece no sintagma é determinado pelo núcleo que o rege. No caso, o núcleo é responsável por definir a formação do sintagma, se vai conter um complemento ou especificador e, também, por isso, ele governa a relação existente entre esses constituintes (Miotto, 2009).

O sintagma preposicionado (doravante o PP de *prepositional phrase*) é formado por uma preposição ligada a seu constituinte, como em “de vidro”. O interessante sobre o PP é que quando selecionado por um NP, ele pode atuar como um complemento ou como um adjunto. E isso faz com que a classificação da preposição transite entre lexical ou funcional, pois estaria ligada ao fato da proposição atuar puramente sintaticamente ou se ela atribui sentido para o seu constituinte ou não.

Há uma distinção bem definida entre os conceitos de argumento e adjunto (Miotto et al, 2009, p. 33-37). O argumento é considerado um componente essencial na estrutura de um item lexical, ou seja, ele faz parte da grade temática de um item lexical, assim como o nome, verbo, adjetivo ou preposição também fazem. Essa relação do argumento com a grade temática se dá pela sua função de preencher posições específicas dentro da estrutura sintagmática, seja como interno ou externo ao núcleo (ex. [NP medo [Argumento[PP de [NP elevador]]]]). Por outro lado, embora o adjunto esteja relacionado ao item lexical, ele não é parte integrante da grade temática e atua como um modificador que acrescenta informações, mas não altera a estrutura central do sintagma (ex. [NP homem [Adjunto[PP de [NP negócios]]]])

Miotto et al (2009), explica que numa sentença em que há um PP adjungido a um sintagma (seja verbal, nominal ou adjetival), é a preposição que dará o papel temático, por

exemplo em “cratera da lua”, já que o próprio núcleo lexical da categoria nominal não consegue atribuir papel, por não ter um argumento obrigatório. No entanto, se for substituído por “conquista da lua”, o constituinte que atribui papel temático é “conquista”, que, por si só, já seleciona um argumento interno, tomando como complemento “lua”. Então, nesse caso, mesmo que a preposição seja um elemento obrigatório sintático, o papel temático é atribuído pelo nome. Assim, o que valida essas construções é que “conquista” é um nome deverbal e lua é o que é conquistado; enquanto isso, “cratera” é um nome concreto e não pode ter um argumento, fazendo com que “da lua” atue como um adjunto (Mioto et al, 2009).

Então, as preposições funcionam em um sistema de seleção de constituintes, ou seja, enquanto as consideradas funcionais são c-selecionadas por seus núcleos, como complemento verbal, complemento de adjetivo, substantivo e advérbio; em contrapartida, as lexicais são c-selecionadas e s-selecionadas¹ como adjuntos, assim a preposição consegue atribuir uma relação de sentido (Mioto et al, 2013, p. 82).

Gomes et al. (2020) explica que principalmente a preposição “de” atua como um núcleo de diversas construções sintagmáticas, dependendo de qual sintagma ela se associa, por exemplo, caso do verbal, que pode indicar especificação e circunstanciação; ou o caso do nominal, que pode indicar diversos sentidos como de posse, pertença, matéria, especificação, classificação etc.

No caso das frases como “serra de madeira” e “gaveta de madeira”, há duas possibilidades interpretativas: se assumirmos que quem atribui papel temático é o nome (deverbal) [NP serra [PP de madeira]] e o “de madeira” funciona como um complemento do nome, então temos que a relação da preposição é simplesmente sintática e não há uma carga semântica por si só. Enquanto, se assumirmos que o PP é quem atribui papel temático em [NP gaveta [PP Adj de madeira]], então podemos assumir que a carga semântica está na preposição, que é responsável pela noção de sentido estabelecida entre os constituintes.

Parece, então, que precisamos empregar duas análises distintas para cada caso. Isso porque, na segunda opção, de acordo com Mioto (2009, p. 159), em geral, nomes concretos não possuem argumento. Sendo assim, seria correto considerar que NPs como “mesa”, se enquadram nessa classificação e, por isso, o PP de madeira seria classificado como adjunto do NP em “mesa de madeira”. Isso também se relaciona com a ideia de que a preposição está carregada de uma interpretação semântica, o que faria que, quando ligada ao sintagma nominal, estabeleça a relação necessária, no caso, de matéria (Neves, 2000, p. 665).

¹ c-selecionam: seleção de categoria (ex. verbo pode selecionar DP ou CP a depender da sua natureza); s-selecionam: seleção semântica, ex. o verbo comprar, seleciona um argumento externo tipo agente, provavelmente animado, e um argumento interno do tipo tema, etc (Mioto, Silva, Lopes, 2013).

No entanto, a primeira opção também se torna possível, porque há um outro caminho quando tratamos de um nome deverbal, que o núcleo nominal que irá atribuir papel temático, é o caso de "conquista de lua", em que o próprio nome "conquista", ou "fábrica", "serra", etc já carregam em si uma associação com um verbo. Essa discussão se estende para possíveis explicações sobre como as propriedades de seleção de nomes como "conquista", "destruição", "fábrica", etc. surgem. Teorias formais podem se distinguir na maneira em que considerem a formação do léxico e o papel do sintaxe no mesmo. Numa visão lexicalista, haveria uma entrada lexical ambígua com raiz "conquist-" , podendo ser expresso em forma verbal (conquistar) ou nominal (conquista) a depender do que pede o nódulo sintático da sua inserção. Ou seja, as palavras têm as mesmas propriedades semânticas e uma grade temática semelhante, mas formas sintáticas distintas; já de acordo com uma visão não lexicalista (como a da morfologia distribuída, por exemplo), a derivação de conquista a partir de conquistar acontece toda vez que produzimos ou compreendemos que o que tem no léxico é uma raiz "conquist-", e essa raiz naturalmente vai trazer as mesmas características seletivas. Sendo a maior diferença entre essas visões que para a lexicalista essa ambiguidade é restrita a esse tipo de item, e que para a não lexicalista, toda raiz só tem sua categoria definida a partir da derivação. Assim, é a derivação, e os núcleos envolvidos nessa derivação, que vão determinando as propriedades sintáticas (Garcia, 2013, p. 37).

Nesse caso, assim como no exemplo, "serra de madeira", o PP viria como um complemento nominal e não um adjunto, assim a preposição funcionaria como uma ligação sintática, sem atribuição de sentido ao contexto ou atribuição de papel temático. Já que na interpretação de "serra para SERRAR madeira", há uma estrutura temática (e de transitividade) implícita, como em "quem serra, serra algo".

Diferente do que acontece com "copo", que não é um nome deverbal, e, por isso, não apresenta uma estrutura temática subjacente (do tipo "quem copa, copa alguém"). Ainda, nesse caso, para além da preposição, que irá atribuir e inferir um sentido, seria possível supor que a estrutura do qual de copo determine o tipo de relação semântica estabelecida com "vidro", dado as propriedades constitutivas semânticas de "copo" (é feito de algo que pode ser vidro) (uma hipótese que defenderemos na próxima seção sobre Estrutura de Qualia).

Como reflexão final, consideramos que a preposição funciona em uma interação sintática e semântica com os constituintes da frase. Por isso, adotamos a visão de que a preposição pode, sim, exercer uma função sintática de núcleo do sintagma, enquanto seleciona complementos, mas também exerce uma relação semântica com seu adjunto, principalmente quando relacionada a um outro constituinte, em que assume diferentes sentidos e diferentes interpretações em determinadas construções.

Com isso, é possível constatar que, nos nossos estímulos, o sentido de material, como “feito de”, se assemelha ao que foi falado em “cratera da lua”, ou seja, envolve nomes concretos e não-deverbiais (ex. estátua, bala, sacola) que não exigem complementos, e, por isso, sua composição é feita com adjuntos (ex. estátua de areia, bala de café, sacola de papel), de modo bastante uniforme, com uma sintaxe e semântica transparente e previsível. Por outro lado, para o sentido de função, como em “feito para”, é possível que ele se divida em duas categorias: os “concretos e não-deverbiais”, que, assim como o anterior, não selecionam complemento e sim, se ligam a adjuntos (ex. tábua de carne), e os “deverbiais”, que possivelmente selecionam complementos devido à sua composição (conforme foi discutido sobre teorias lexicalistas e não-lexicalistas).

Mas o que torna isso ainda mais complexo, principalmente no campo do sentido de função, é que, mesmo os nomes concretos e não-deverbiais possuem, de alguma maneira, uma “sensação” que aparenta inferir uma ação/evento e, com isso, necessitar de um complemento. Por exemplo, podemos imaginar que, para a interpretação de “tábua de carne”, precisamos mentalizar o evento de “tábua [para cortar] carne”.

No caso, essa “sensação” é o que vamos chamar de Estrutura de Qualia (Pustejovsky, 1993; 1998; 2001; 2005; 2016; 2017), que evoca um aspecto relacionado à semântica intrínseca ao item lexical e sua composição. Com essa estrutura bem definida é possível preencher as lacunas que a seleção (ou não) de complementos não explica e tornar mais palpável as diferenças entre cada categoria (i.e. material e função) e seus sentidos.

2.3. A semântica, a Estrutura de Qualia de Pustejovsky e as Relações Temáticas

Agora que já abordamos o ponto de vista sintático do fenômeno, discutiremos, também, uma perspectiva semântica das frases mínimas formadas por N + PP. Por isso, nesta seção, vamos destrinchar algumas teorias que abordam as relações semânticas e como elas atuam na construção de sentido desses sintagmas, por exemplo, no caso de “toalha de crochê” ou “agulha de crochê”, que, mesmo que apresentem uma estrutura similar, carregam interpretações distintas.

A teoria de Qualia de Pustejovsky (1993; 1998; 2001; 2005; 2016; 2017) sugere que os itens nominais possuem uma representação formal das suas propriedades semânticas. É certo que a teoria também seria capaz de dar conta de outras categorias de itens lexicais, como

verbos e adjetivos, mas restringimos o escopo dessa discussão para nomes, devido ao fenômeno sob estudo.

O sistema de Qualia funciona de forma muito parecida com a estrutura argumental de um verbo, porque os Qualia determinam uma estrutura de relações internas que estabelecem o sentido/semântica dos substantivos, assim como uma lista de argumentos determinam o sentido de um verbo (Pustejovsky, 1998, p. 426). Pustejovsky (2016) explica que “a estrutura de qualia tem a intenção de fornecer uma representação sistemática e linguisticamente fundamentada de aspectos do significado das palavras que geralmente não são modelados na teoria linguística” (Pustejovsky, 2016, p. 39, tradução nossa), ou seja, formalizar essa estrutura permite que um objeto seja entendido de forma mais internalizada e integrada com sua estrutura e sentido.

É importante ressaltar que as características de Qualia respeitam dois fatores: o de que toda categoria lexical expressa uma estrutura de qualia, que traz uniformidade na representação semântica composicional; e que nem todo item lexical precisa carregar um valor para cada papel de qualia, o que significa que ele é adaptável de maneira individual a uma classe semântica particular (Pustejovsky, 1998, p. 77).

Pustejovsky (1998), em seu livro “*The Generative Lexicon*”, define quatro níveis interpretativos para uma estrutura semântica de um item lexical, são esses: (i) constitutivo, que trata da relação do objeto e seus constituintes, como: material, peso, partes e elementos que o compõem; (ii) formal, que distingue o objeto em um sentido mais amplo, como: orientação, tamanho, forma, dimensão, cor, posição; (iii) télico, que é o propósito ou função do objeto, como: o propósito que um agente tem em performar uma ação, uma função interna ou funcionalidade para atividades específicas; e, por fim, (iv) agentivo, que envolve a origem de um objeto, como: criador, artefato, naturalidade, cadeia natural (Pustejovsky, 1998, p. 86; Pustejovsky, 1998, p. 426).

Essas características permitem, por exemplo, que um item lexical seja decomposto em mínimos detalhes, isso porque há uma representação mais explícita das múltiplas dimensões e papéis semânticos - aqui chamados de qualia, que em interatividade, formam o significado total. Por isso, um item, como “carro”, pode ser dividido entre suas propriedades de característica - que é o formal (“o que X é”, por exemplo, carro é um veículo), e funcionais - que é télico (“função de X”, por exemplo, carro de passeio). Esses papéis atuam em uma combinação com outros dois fatores, o constitutivo (“do que X é feito”, por exemplo, carro de alumínio) e o agentivo (“como X tornou a ser”, por exemplo, montagem de carro), sendo que cada um oferece uma perspectiva diferente, mas em conjunto atuam de maneira complementar sobre o item (Pustejovsky, 2017, p. 7; 2016, p. 19-20).

Assim, a estrutura de Qualia pode ser esquematizada em um item lexical α da seguinte maneira (Ver figura A):

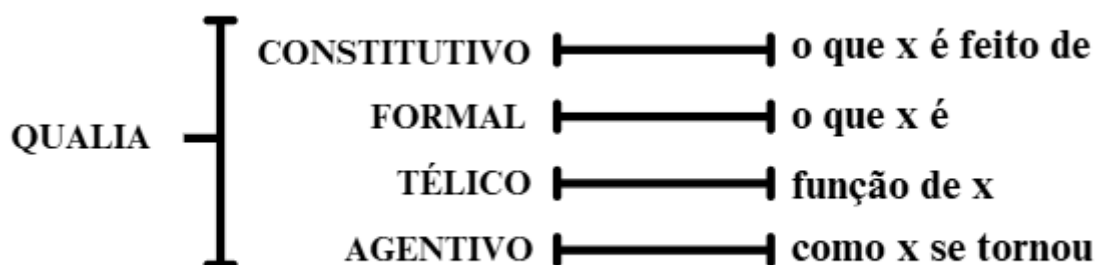


Figura A: Estrutura de Qualia. Fonte: Pustejovsky, 2017, p. 7. Tradução nossa.

Então, com o objetivo de estudar a influência das relações semânticas no processamento da estrutura de nome + PP, escolhemos contrastar dois tipos de relação: a constitutiva, que expressa um sentido de “feito de”; e a télica, que expressa uma relação de “função de”.

O quale constitutivo segue uma interpretação que aparenta ser mais direta do que a do quale télico, uma vez que seu sentido está diretamente ligado ao que é intrínseco a ela: a propriedade que a constitui. A palavra “snowball”, por exemplo, expressa um conceito que contém duas variáveis do mesmo objeto. Isto é, um “*snowball*” é constituído de neve (snow) (quale constitutivo) e possui a forma de uma bola (quale formal), assim, ambos os papéis referem-se a variáveis individuais de um mesmo tipo de dimensão semântica. Esse paralelo pode ser estendido às construções NP + PP, como em “bola de neve”, onde “bola” remete à seu quale formal e “neve” retoma o quale constitutivo, indicando a substância que a compõe (Pustejovsky, 2017, p. 7).

No caso, o quale constitutivo remonta o esquema Aristotélico de que, por exemplo, o mármore está em uma relação constitutiva com a estátua que ele faz parte. Então, com isso, é possível que substantivos como “móvel” e “gaveta” possuam um valor constitutivo em relação à madeira, uma vez que são majoritariamente compostos por esse material.

Isso se torna evidente ao analisarmos compostos nominais em estruturas mínimas, onde o quale constitutivo é geralmente introduzido na composição por um substantivo ou um outro constituinte, no nosso caso, um PP. É possível atribuir sua facilidade de interpretação e sua transparência podem ser atribuídas à estabilidade dessa relação justamente porque objetos sempre costumam ser feitos de algum material. No caso, então, “couro”, em “bolsa de couro”, expressa o valor de quale constitutivo para o núcleo “bolsa”, em que uma bolsa de couro é

FEITA DE couro e essa fórmula (isto é, “o que X é feito de”) se repete para todos os itens dessa categoria (Pustejovsky & Jezek, 2016, p. 23-24).

Por outro lado, o qualis télico infere a função ou propósito de um item, o que indica a existência de uma ação implícita relacionada ao objeto. No caso, isso pode estar ligado de maneira mais clara, quando tratamos dos nomes polissêmicos associados ao tipo de ação. Tomemos como exemplo “cerveja”. A ideia central é que, em uma frase como “ele terminou a cerveja”, o evento de beber está implicitamente incluído, mesmo que não apareça explicitamente na construção (ex. ele terminou (de beber) a cerveja). Embora existam outras possibilidades de ações télicas menos convencionais, como “a beer to get drunk” ou “a beer to make a toast”, ainda o evento oculto continua presente ou permite uma interpretação de sentido implícita, como no caso de “ficar bêbado”, onde se entende que é necessário beber a cerveja para chegar nesse estado (Pustejovsky, 1998, p. 100; Pustejovsky, Jezek, 2016)

Por isso, comparado ao qualis constitutivo, o télico possui múltiplas interpretações e sua relação é pouco estável, já que sua atividade/verbo incorporado muda para cada situação inferida. Assim, mesmo que ela possua um sentido geral, que é “com a função de”, ela necessariamente se adapta ao contexto de ação que ela infere, assim, ela assume uma estrutura com múltiplas variáveis e diversidade de verbos (isto é, “o que X é feito para Y (ação/verbo) algo).

A diferença semântica entre os qualis télico e constitutivo fica ainda mais clara quando falamos sobre os tipos, que Pustejovsky (2005, p. 1) categoriza em três níveis: o tipo natural, o tipo artificial e o tipo complexo. Os naturais são os que possuem um conceito de natureza do objeto, ou seja, o que se refere aos qualis formal e constitutiva, enquanto os de tipo artificial, são os conceitos que interagem com o seu propósito ou funcionalidade, assim como os télicos e agentivos.

Mas um ponto relevante a se considerar é que os tipos artificiais se comportam de forma diferente dos naturais. Enquanto os naturais se referem somente às partes que compõem um item, o artificial carrega mais informações e mais complexidade, porque se refere ao seu uso e propósito, além de todas as relações com o seu entorno (i.e. a relação entre o evento e seus participantes). Ou seja, não envolve apenas o próprio papel do item em relação à ação que ele é tema, mas também a relação de evento e agente (Pustejovsky, 2005, p. 1). Com essa explicação, fica evidente que a relação télica veicula uma carga semântica mais profunda. Vamos tomar como exemplo a palavra “sanduíche”, que em sua esquematização (ver Figura B), contém informações sobre sua “atividade de comer”, que representa seu valor télico direto, mas além disso, ele entra em interação com toda a estrutura de tipo (sua categoria de

evento, entidade, propriedade), ou seja, o que está descrito como “eat(P,w,x)” é um processo (P), entre um indivíduo (w) e o objeto físico (x).

$$\left[\begin{array}{l} \text{sandwich}(x) \\ \text{CONST} = \{\text{bread}, \dots\} \\ \text{FORMAL} = \text{physform}(x) \\ \text{TELIC} = \text{eat}(P, w, x) \\ \text{AGENTIVE} = \text{make_activity}(z, x) \end{array} \right]$$

Figura B: Estrutura de Qualia do Item (x). Fonte: Pustejovsky, 2005.

O sistema de Qualia se aplica também a estruturas mais complexas, no que se refere a composicionalidade. No fim das contas, é exatamente isso que estamos tratando neste trabalho, então voltamos à pergunta: é possível que haja uma expressão de sentido advinda da combinação NP + PP, como por exemplo, em “janela de madeira” e “serra de madeira”?

Johnston et al. (1999) fazem uma contribuição interessante para a aplicação da teoria de qualia em línguas que apresentam diferentes processos combinatórios produtivos nas combinações nominais em frases mínimas. Por exemplo, compostos nominais são muito frequentes em línguas como inglês (e holandês e alemão, por exemplo), mas não em línguas românicas, como italiano e português. No seu artigo, Johnston et al. (1999) contrastam composições nominais em Inglês e Italiano (por exemplo, “wine glass” e “bicchiere da vino”, respectivamente), explicando como a estrutura de Qualia pode veicular uma clara (ou não) relação semântica no contexto de frases nominais. Junto dessa explicação, iremos fazer paralelos com o nosso fenômeno no Português Brasileiro.

Para começar, os autores explicam que possivelmente há um envolvimento entre a composição de construções com compostos nominais e as estruturas predicativas e de Qualia, principalmente na ordem no núcleo e modificador. O autor considera que a estrutura de Qualia funciona como uma “cola” para conectar a interpretação semântica do substantivo modificador e do substantivo núcleo nessa composição.

Assim, vamos fazer um paralelo entre Inglês, Italiano e PB para exemplificar. No caso de composições de frases mínimas em inglês, em uma composição nome-nome, o primeiro é o modificador e o último o núcleo. No entanto, tanto para o Italiano, como para o PB, isso funciona de maneira diferente, pois há uma mediação da preposição que, em vez de uma construção direta - de justaposição de nomes, há um sintagma preposicionado pós-modificador que constrói esse composto nominal complexo. Por exemplo, no Inglês, “glass door” seu núcleo está no final e o modificador na primeira palavra, enquanto no

Italiano, “porta a vetri” e no PB, “porta de vidro”, o núcleo está no início e o modificador se encontra no final e, ainda, mediado por uma preposição.

No entanto, essa não é a única diferença. Vamos considerar principalmente os Qualia constitutivos e télicos, pois são o foco deste trabalho.

Sobre o qual télico, atribuímos o objeto à sua função. Por exemplo, em “bread knife”, “faca de pão” e “coltello da pane”, o modificador veicula a informação da função que o núcleo realiza sobre o objeto, mas não de forma direta. O “pão” (modificador) especifica que é o objeto sobre o qual a faca (núcleo), no caso a ferramenta, é usada para cortar (sua função).

Há ainda uma outra possibilidade de interpretação de função é a de *container*, como nas combinações “garrafa de leite”. Anick, Pustejovsky (1990) e Pustejovsky et al (1993) postulam que um objeto de recipiente permite uma associação entre o que são e o que guardam. Ou seja, desse modo, a subcategoria de container é sistematizada de forma que a sua interpretação télica assume a ideia de “guardar” (ver Figura C).

Além disso, a interpretação não precisa ser literal. No caso de “tape” (i.e. fita de gravação), exemplo utilizado pelos autores, alguns sentidos estão associados à sua função como um “recipiente de informação”, como ler, escrever, copiar. Ou seja, não é literalmente um recipiente, mas sua associação na combinação entre os itens e sua interpretação (ex. fita e informação), infere o sentido para uma relação télica, ou seja, um lugar que se guarda informação (Anick, Pustejovsky, 1990, p. 4).

$$\left[\begin{array}{l} \text{container}(x,y) \\ \text{CONST} = P(y) \\ \text{FORMAL} = Q(x) \\ \text{TELIC} = \text{hold}(S,x,y) \end{array} \right]$$

Figura C: Esquematização de Container para Pustejovsky et al. (1993, p. 335)

No contraste entre Inglês, PB e Italiano, os exemplos, “wine glass”, “taça de vinho” ou “bicchiere da vino”, acontece de forma que “vinho” (modificador) especifica a substância (líquido/objeto) para qual a taça (núcleo) é usada para conter (sua função). Nesse caso, tanto para o PB como para o Italiano, essa relação acontece mediada pela preposição “de” e “da/di”, respectivamente (Johnston et al, 1999, p. 78).

Podemos inferir que no PB, a preposição "de" é uma espécie de “coringa” que expressa significados que também poderiam ser mediados por preposições semanticamente mais “transparentes” ou diretas (i.e. pouco ambíguas), como “para”. Assim, a relação télica poderia ser mediada pela preposição “para”, como em “faca para pão” ou “taça para vinho”,

até podendo inferir que ela leva uma espécie de elipse, como em *faca para [cortar] pão*), já que “para” pode funcionar como conjunção subordinativa final. Também poderíamos especular que essa substituição pelo “de” não ocorre somente com o “para”, mas também outras preposições, como “com”, por exemplo, em *taça de vinho* (*taça com vinho*), embora nesse caso a interpretação assuma um sentido ligeiramente diferente. No fim, é possível inferir que o português permite uma expressão semântica mais ampla e diversa com “de” (ou seja, um mapeamento mais diverso, em que uma única preposição, “de”, tem o potencial de muitas interpretações, sendo elas restringidas pelo contexto combinatório em que aparece).

Já quando falamos de constitutivo, há uma relação do objeto com o material que ele é formado. Por exemplo, no caso de “glass door”, “porta de vidro” e “porta a vetri”, o modificador está relacionado à constituição (i.e. do que ele é feito) do objeto descrito pelo núcleo, ou seja, “vidro” (modificador) é o material que é feito (constituente) a porta (núcleo). Nesse caso, para o Italiano e para o PB, há a mediação da preposição, mas a diferença é que no italiano essa preposição é “a”, enquanto no PB, assim como no tético, também é a “de”.

Com isso, fica bem claro que há diferenças em como cada língua produz uma estrutura para representar o qualia e que isso se expressa de maneira não equivalente, mesmo que a construção seja equivalente pragmaticamente (França et al., 2006). Isto é, no caso de composição nome-nome em inglês, a relação estabelecida via qualia não é explicitada por estrutura linguística, enquanto, no Italiano, a relação de Qualia é mediada por diferentes preposições, como “da/di” para tético e “a” para constitutivo. Isso significa que no italiano, além de a preposição mediar a introdução sintática do modificador, ainda há uma facilitação da interpretação mais direta do sentido (Johnston et al, 1999, p. 79).

No entanto, no PB, isso se dá de maneira diferente, já que, mesmo que a preposição funcione como um facilitador de que há uma iminência da introdução de um modificador que atua na construção semântica, a interpretação de sentido não é explícita e distinta para os sentidos de Qualia tético e constitutivo. Isso porque, no PB, ambos aceitam perfeitamente a mesma construção, mediada pela preposição “de”, o que causa ambiguidade no sentido atrelado a cada construção.

É possível que a ambiguidade aconteça especialmente quando há menos convencionalidade ou frequência no sentido da expressão, como é o caso do exemplo “peneira de ouro”. A depender do conhecimento de mundo do falante, uma possibilidade inicial seria pensar que essa peneira é feita de ouro, mesmo que isso não tenha uma relação tão viável com a realidade. No entanto, a interpretação mais adequada a realidade seria de que a “peneira de ouro”, é uma peneira feita para peneirar ouro, indicando uma interpretação do qualia tético

(aliás, também existe a expressão “cofre de ouro” para qual poderia valer a mesma ambiguidade).

Mas apesar da ambiguidade apontada, geralmente é a contribuição dos significados lexicais (capturados pela estrutura de qualia) de ambos os nomes que restringe o escopo semântico, evitando ambiguidade. Por exemplo, em “porta de vidro”, a dimensão constitutiva de porta, e o fato de o vidro ser um tipo de material (i.e. quale constitutivo) guia a interpretação de forma unívoca. Ademais, a experiência pragmática e linguística deixam determinadas interpretações mais robustas que outras. Assim, é possível pensar que em “serra de metal”, mesmo que serra indique um sentido télico intrínseco à sua interpretação, porque geralmente as serras são feitas para serrar, a experiência de mundo infere que serras normalmente são mais prováveis de serem feitas de metal do que usadas para cortar o metal.

Deste modo, a interpretação pragmática tende a ser guiada pelo quale constitutivo. O efeito oposto ocorre em “serra de madeira”: ainda que, em um primeiro momento, seja possível interpretar que o objeto é feito de madeira, o fato de que serras são normalmente fabricadas em materiais como metal torna mais sobressalente o sentido télico (i.e. a leitura de “feita para serrar madeira”). Assim, os qualia funcionam como um mecanismo estruturante do conhecimento de mundo, organizando o léxico mental.

É exatamente o que Estes et al (2011, p. 266) explica quando fala do exemplo de “agulha de couro” para as relações temáticas:

“ [...] LEATHER (couro) serve mais frequentemente a um papel composicional, atuando como a substância da qual outros objetos são feitos. Ao integrar LEATHER tematicamente com outro conceito, essa relação composicional frequente é ativada. No entanto, algumas expressões, como LEATHER NEEDLE (agulha de couro), implicam uma relação diferente da composição. Esse caso ilustra a natureza interativa da integração temática: embora uma NEEDLE (agulha) não possa ser feita de LEATHER (couro), LEATHER NEEDLE (agulha de couro) ainda assim é compreendida relativamente rápido, porque as categorias semânticas dos dois conceitos restringem mutuamente a apreensão de uma relação temática plausível. Assim, as características de um conceito restringem os papéis temáticos que ele tende a instanciar, gerando uma distribuição de papéis temáticos mais e menos frequentes para cada conceito com o qual temos experiência suficiente. Nosso conhecimento estatístico implícito sobre essas frequências relacionais orienta a apreensão das relações temáticas.” (Estes et al, 2011, p. 266, tradução nossa.)

Sobre as relações temáticas (relacionadas a FUN) vs. taxonômica/atributiva (relacionadas a MAT), faremos algumas considerações. Antes de explicar cada uma, é importante ressaltar que, na literatura não há um consenso exato sobre o que de fato se caracteriza como uma “relação temática”.

Mirman et al. (2017) explica que essas diferenças acontecem tanto na forma como essas relações são definidas, quanto dos contrastes testados nos mais diversos estudos. Ou seja, muitos dos trabalhos sobre esse assunto exploram variados tipos de relações

taxonômicas ou temáticas, como ação, contexto e classes de objetos, mas algumas definições se tornam problemáticas porque como não há um isolamento correto de definição de cada uma, todas se encaixam em um grande grupo. Isso implica em uma variação nos contrastes testados, consequentemente, na interpretação dos resultados.

Na perspectiva da análise semântica, Estes et al. (2003a, 2003b, 2011) explicam uma distinção fundamental entre as relações temáticas e atributivas. As relações temáticas são estabelecidas quando há uma relação temporal, espacial, causal ou funcional entre elementos quando eles performam papéis complementares no mesmo cenário ou evento (Estes et al, 2011, p. 250-251). Isso quer dizer que elas organizam conceitos com base no papel que desempenham no evento/cenário que elas compõem, por exemplo, as palavras “GARFO” e “FACA” inferem uma relação temática de funcionalidade, justamente porque eles, mesmo que desempenhem papéis distintos, são complementares ao cenário, no caso, ambos são “para comer”, mas não são iguais.

Uma outra forma de visualizar essa relação temática por meio de uma relação direta na palavra e a combinação que induz a uma perspectiva de um “*thematic thinking*” - um modo de pensar temático. Nesse sentido, ao visualizar uma palavra como “*pencil*”, é possível atribuir a uma relação de “*pen*” (*match* taxonômico) ou uma relação de “*eraser*” (*match* temático) como opções de resposta. Em geral, estímulos integrados por relação temática refletem associações, porque compartilham algum tipo de característica ou relação que os torna compatíveis (Golonka & Estes, 2009). Ou seja, as relações temáticas aumentam a similaridade percebida, no sentido de ambos “*pencil*” (i.e. lápis) e “*eraser*” (i.e. borracha) terem uma complementariedade na temática de desenhar/escrever, enquanto entre “*pencil*” (i.e. lápis) e “*pen*” (i.e. caneta), há propriedades comuns (para escrever, objetos finos, etc.), ou seja, na mesma categoria de objetos, mas também possuem diferenças (i.e. um escreve com tinta, outro com grafite), isso porque essas diferenças são relevantes para podermos distinguir uma caneta de lápis. Já no caso de lápis e borracha, as diferenças entre eles não são tão relevantes (por não serem objetos semelhantes) e também não se enquadram na mesma categoria de objeto, apesar de possuírem uma relação temática/contextual.

Nesse caso, é possível que as relações temáticas sejam vistas como um processo de inferência e de integração da combinação para a função a qual ela é atribuída. Isso porque compreender uma inferência por analogia significa também compreender a relação entre dois conceitos, assim como aplicar esse conceito a um par combinatório, em que há uma conexão forte e altamente interativa (ex. lápis para escrever; serra para cortar; agulha para tecer etc.).

Agora, sobre a comparação entre as relações temáticas e atributivas, Borghi & Caramelli (2003) adotam uma explicação mais intuitiva em seu estudo, propondo quatro tipos

de relações: as taxonômicas, que englobam a relação hierárquica de superordenação, subordinação e coordenação; as relações avaliativas, que tratam da experiência própria; as relações temáticas, que incluem diferentes tipos de conexões, com um foco especificamente nas relações funcionais; e, por fim, as atributivas, que separamos em “parte de” e “feito de”.

A relação funcional é equivalente a uma sensação de “para quê?”, ou seja, a função de um substantivo está diretamente relacionada ao propósito do seu referente na combinação, ou seja, para que serve. Por exemplo, no caso de cadeira, a sua função é “para sentar”. Esse conceito pode ser aplicado ao nosso fenômeno de maneira que, a palavra “serra” associada a “de madeira”, infere uma relação direta com “de serrar/cortar”, evidenciando a conexão entre o objeto e seu propósito/uso.

As relações atributivas, conforme Borghi & Caramelli (2003), são subdivididas em variados tipos, mas focaremos nas relações “partonômicas” e “feito de”. A relação partonômica é caracterizada por estabelecer uma relação de “parte de”, ou seja, uma parte do que o item é composto, como “pássaro e bico” ou uma parte de um conjunto maior, como em “pássaro e bando”. Relacionado ao nosso fenômeno, associamos essa relação a certos tipos de elementos constitutivos, como os que inferem uma relação de “que contém”, como no caso de ingredientes (ex. sopa de feijão) ou ainda que não constituem integralmente o objeto, mas são elementos componentes do item (ex. lençol de algodão). Já a relação “feita de”, indica o material do qual o objeto é constituído, em uma relação integral. Nesse caso, a relação é obtida é de que o objeto é como um todo formado por um determinado material (ex. banco de concreto).

Com essas relações e conceitos estabelecidos, consideramos que a estrutura de Qualia e as relações temáticas/atributivas são mais um passo que nos possibilita aprofundar nas estruturas de sintagmas nominais e usar uma ampla variedade de formas de composição e interpretação. No entanto, há conclusões mais profundas sobre a natureza semântica - ou sintática, ou até pragmática - dessas composições, é o que iremos pincelar na próxima seção sobre coerção.

2.4. Um possível caso de Coerção Semântica

Algumas frases não mostram tudo que elas expressam logo à primeira vista, por exemplo em “Maria começou o livro”, apesar de ser perfeitamente plausível e entendermos o que ela significa, há um processo por trás até chegarmos à sua interpretação semântica. Nesse caso, a interpretação se equivale a “que começou a ler/escrever o livro”. Esse exemplo é o

que Pylkkanen et al. (2008) usa para discutir o fenômeno de incompatibilidade na interface semântica-sintática. Isto é, a interpretação semântica não aparenta decorrer da simples composicionalidade das partes explicitamente expressas; de alguma forma, o evento "ler" (ou "escrever") parece mesmo assim ser mentalizado. Vimos que é possível ver fenômeno semelhante no contexto de frases mínimas, com NPs mediados por PPs, como o caso de "estilete de papelão", no qual há um processo para que a interpretação semântica seja "estilete feito para cortar papelão". Pylkkanen et al. (2008) sugere que esse processo "oculto" pode ocorrer por coerção de tipo - *type shifting* ou coerção semântica, e aqui, iremos discorrer sobre esses casos trazendo para o contexto de sintagmas nominais mediados por PPs.

Antes de aprofundarmos no que é coerção semântica, vamos entender que há duas propostas que poderiam explicar como a computação linguística contornaria a incompatibilidade na interface semântica-sintática. Pylkkanen et al. (2008, p. 717) explica que é possível que a sintaxe pudesse dar conta da resolução desse problema por meio de uma operação oculta de *silent head*. Em resumo, para ter um fenômeno que ocorre de maneira silenciosa e encoberta, mas que afeta o sentido, seria necessário a introdução de um "*silent head*", ou seja, uma cabeça de núcleo sintático que não é pronunciada. No caso do exemplo clássico, "o autor começou o livro", haveria a inclusão de um verbo antes do sintagma "o livro", que seria representado como [O autor [começou [V [o livro]]]]. Um *Silent Head* é a união precisa entre a sintaxe e a semântica para resolver o problema desse sentido oculto, em que a vantagem desta solução seria que desta forma se manteria uma composicionalidade total, sendo cada elemento semântico representado por um elemento sintático (Pylkkanen et al., 2008, p. 716).

No entanto, ao aplicar diversos testes sintáticos - como teste do duplo VP com a inserção do advérbio, teste de anáfora, ela conclui que, apesar de haver evidências em construções de verbos transitivos intensionais e na linguagem natural geral de que há elementos sintáticos ocultos fonologicamente, não foi possível concluir que o *silent head* funciona para o fenômeno de coerção (ou *type shifting*). Assim, ela conclui que a evidência de um verbo oculto fonologicamente, mas presente sintaticamente é fraca. Optamos por não entrar nos detalhes sobre estes testes sintáticos por não se aplicarem bem ao fenômeno sob estudo desta dissertação que não envolve elementos verbais explícitos (cf. Pylkkanen et al., 2008, p. 721).

Então, quando falamos de aplicar ao caso dos NPs mediados por PPs, o que mais se encaixa é uma visão semântica, que conversa diretamente com o que Pustejovsky (1998; 2001) alega ser uma possibilidade explicativa dentro de um sistema da estrutura do *Generative Lexicon* - e da estrutura de tipos (como o item é percebido enquanto evento,

entidade, qualidade), que como explicamos no capítulo de Qualia, há um envolvimento não só do item lexical, mas de toda a estrutura que o rege (objeto, agente, tema etc).

Nessa explicação, o conceito de “evento oculto/silencioso” advém de uma regra semântica que afeta o significado, mas não a sintaxe. O processo de *Type Shifting*, descrito por Pustejovsky, opera como uma conversão semântica que ajusta um argumento ao tipo de evento exigido pelo núcleo. Caso contrário, o desajuste resultaria em uma incoerência argumentativa. Isso se aplica, por exemplo, quando o núcleo que seleciona seus constituintes requer um evento, mas recebe um item de tipo-entidade, como em “começou o livro”. Nesse caso, “começou” demanda um evento, algo que pode ser experienciado, mas recebe “livro”, uma entidade física, gerando uma incompatibilidade de tipo. Para resolver essa incongruência, “livro” é reinterpretado como um evento associado ao objeto, resultando em uma leitura implícita como “ler o livro” (Pustejovsky, 1998. p. 425).

É o que Pylkkanen et al. (2008, p. 716) esquematiza (Ver figura D):

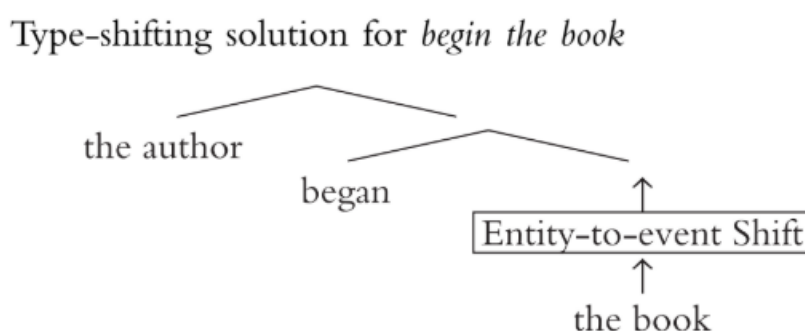


Figura D: Processo de *type-shifting*. Fonte: Pylkkanen et al. , 2008, p. 716.

No entanto, o mais interessante é que isso se relaciona diretamente com a estrutura de Qualia, no sentido de que o tipo (como evento) pode ser “ativado” ou “reinterpretado” como uma ação típica da estrutura de Qualia que ele faz parte (i.e. uma ação de funcionalidade para qualia télico). Por isso, faz sentido que a interpretação de um sintagma como “tábua de carne” ou “serra de madeira”, esteja relacionado a uma coerção semântica, que exige que haja uma mudança de “tipo” - ou *type shifting*”, saindo de uma conotação de objeto/entidade para um evento/sentido que satisfaça o tipo de argumento do núcleo (Pustejovsky, 1998. p. 425). Vamos aos exemplos:

No caso de “tábua de carne”, apesar de ser um nome concreto, que não seleciona um complemento, é possível que, por conta do item “tábua”, quando está relacionado a carne, seja inferido um qualia télico, assim, é provável que uma ação/evento como “cortar” se faz

necessária para completar a semântica da combinação, se tornando “tábua feita para cortar carne”. Já com o item “serra de madeira”, por ser deverbal, a lógica já se inicia com um sentido télico associado ao nome “serra”, que, por sua vez, seleciona um complemento “de madeira”, que se transforma em um evento do verbo “serrar”, em “serra para serrar madeira”.

Mas o caso da coerção se torna ainda mais intrigante quando fazemos um paralelo com o processamento. Há algumas evidências sobre uma carga de processamento maior para as frases que precisam de coerção. Essa evidência se mostra tanto no nível psicolinguístico (com leituras auto-monitoradas e eyetracking), como no neurolinguístico (com MEG, fMRI e, principalmente, o EEG), que será mais destrinchado no próximo capítulo com a revisão de processamento.

Pylkkanen et al. (2008, p. 724) explica que, em um experimento de leitura automonitorada desenvolvido por McElree et al. (2001), foram encontradas evidências de que sentenças que envolvem coerção de complemento (ou type shifting) (1a), demoram mais para ser lidas do que as com verbos transitivos simples (1b). Mesmo a sentença com “ler”, menos diretamente associado ao sujeito “autor”, é lida mais rapidamente do que a sentença com coerção. No entanto, somente isso não prova que o atraso ocorreu devido a mudança de tipo, já que poderia estar relacionado a alguma dificuldade interna ao verbo ou frequência.

1a. The author was starting the book in his house (coercion). (O autor estava começando o livro em sua casa)

1b. The author was writing/reading the book in his house. (O autor estava escrevendo/lendo o livro em sua casa)

Além disso, um outro experimento, em que Traxler et al. (2002) contrasta uma frase com coerção (2a), em que o verbo pede um complemento de evento, mas recebe uma entidade/objeto, e uma frase sem coerção (2b), que o verbo pede um evento e recebe um complemento que é eventivo. Como neste caso o verbo se foi o mesmo (i.e. started), qualquer efeito não pode ser explicado por expectativas distintas geradas a partir do verbo. Mesmo ambas as construções sendo muito similares, o fato de haver a necessidade de troca de tipo (saindo de entidade para evento) provoca um processamento mais longo para a frase com coerção (Pylkkanen et al., 2008, p. 724).

2a. The boy started the *puzzle*. (O menino começou o quebra-cabeça)

2b. The boy started the *fight*. (O menino começou a luta)

Há mais um experimento, executado por Frisson e McElree (2008) que contrasta o caso de duas sentenças que possuem coerção, sendo que uma possui uma interpretação altamente provável (ex. o estudante finalizou a redação, para “escrever”) e uma com múltiplas interpretações (ex. o diretor começou o roteiro, para “ler, gravar, escrever, editar, etc”). Para ambos os casos, o tempo de leitura foi similar, sugerindo que não houve diferença no processamento. Isso indicaria que a interpretação resultante da mudança de tipo (entidade para evento) não é um fator definido pela natureza da atividade implícita (Pylkkanen et al., 2008, p. 724). Ainda, inferindo que o processo de coerção não é se dá em cima da complexidade inferida pelo item, nem da necessidade de retomar a ação implícita, mas sim pela relação de fazer o *match* semântico (i.e. computar que há, associado ao item, algum evento necessário, sem mensurar complexidade ou qualidade deste).

No entanto, Pustejovsky (1998) propõe que a interpretação de sentenças está ligada à estrutura lexical de um item correspondente a estrutura de Qualia relacionada a ele, com informações sobre sua função (nesse caso, télica). Ou seja, o processo de coerção é sobre um desencontro de um encaixe tipológico (com base na necessidade do complemento), ou seja, transformando “*book*” (em “*begin the book*”), que é um objeto que possui uma inferência télica de “ler”, para um evento, como “*begin reading the book*”. Desse modo, o processo de coerção “enriquece” a composição semântica (De Almeida, Dwivedi, 2008).

Em contrapartida, Jackendoff (1997) propõe algo como a “composição enriquecida”, como explicam De Almeida, Dwivedi, 2008 e Audring, Booij, 2016, que a interpretação para “*Mary began the book*” ocorre em um processo coercitivo que considera a inserção de um operador semântico não explícito, que permite um elemento de entidade seja interpretado como evento, sem mudanças na sua estrutura. Mas o ponto chave da sua teoria é a visão mais ampla sobre os mecanismos para a coerção, no qual o evento é interpretado como “uma atividade não especificada”. Desse modo, a interpretação utiliza recursos mais “amplos” e externos para completar o significado da atividade, com base no contexto e até efeitos pragmáticos (como sustenta De Almeida, Dwivedi, 2008). Ou seja, endossando, de alguma maneira, uma visão macro e contextual de coerção.

Os experimentos com leitura automonitorada descritos mostram que há uma diferença de processamento entre frases que utilizam o recurso de coerção ou não, ainda que esse efeito seja refletido também em uma inferência de cunho pragmático para além das estruturas semânticas e sintáticas. Mas, caso seja realmente uma possibilidade explicativa para o que há de implícito em certas construções, isso funcionaria como uma ótima evidência de que há uma carga de processamento maior para a combinação que estabelece uma relação semântica de

função, justamente por ter essa operação encoberta. Já para material, isso não teria efeito, pelo menos, não relevante, já que tanto sua construção como seu sentido inferido é estável e transparente, como explicamos ao falar de adjunção e Qualia Constitutivo.

Concluindo, a hipótese da coerção como explicação do fenômeno estudado nesta dissertação é especulativa, já que ainda não há estudos com foco na estrutura em questão. Mesmo assim, é possível que haja uma correlação entre o que se entende por coerção e seu processamento com as construções de frases mínimas (SNs) mediadas por PPs. Então, apesar de ser uma porta aberta para explicações mais centradas na semântica desses itens, ainda é um caminho a ser desbravado. Por isso, se torna claro o que Pytkkanen et al. (2007, p. 1907) já visualizava:

Dado que o efeito comportamental da coerção de complemento é bem compreendido e que as operações envolvidas não são provavelmente de natureza sintática, essa construção oferece um ponto de partida ideal para uma investigação neurolinguística sobre a composição semântica (Pytkkanen et al., 2007, p. 1907, Tradução nossa).

2.5. Como as teorias se conectam ao processamento?

Em resumo, para esse trabalho, consideramos uma inclusão de certos itens na categoria de função que podem ter características de derivação e composição semântica diferentes. Isso se justifica por alguns motivos: i. a possibilidade de derivação sintática (no caso de nomes deverbais) não é um fato, é uma suposição teórica que ainda há de se verificar, então, no caso de “fábrica de vidro”, podemos assumir que ela não possui um sentido oculto (ou *mismatch* semântico) tão evidente, por sua inferência verbal no nome, mas ela ainda se encaixa na mesma estrutura de retomada do verbo, como em “fábrica feita para fabricar/produzir vidro”; ii. quando falamos de escolher um fenômeno a ser estudado, nosso recorte se ateve, principalmente ao fato de a característica do estímulo estabelecer uma relação semântica de funcionalidade. Por isso, podemos considerar que o fato de os itens apresentarem composição semântica possivelmente distinta, é um fator de menor relevância pois há uma generalização do fato de que todos da categoria função possuem uma relação de qualia télico; iii. quando falamos de processamento, precisamos escolher os melhores critérios para controlar os fenômenos e os fatores que podem afetar o processamento, por isso, houve necessidade de fazer concessões devido ao controle de repetição de alvo e características lexicais (como frequência, extensão, etc.), como veremos no capítulo da seleção de estímulos de experimento; iv. por último, ainda sobre processamento, quando comparado ao processamento dos itens de material (ex. copo de vidro), esse subtipo (deverbal) de função (FUN) ainda se insere melhor na categoria em que ele foi colocado, porque consideramos que

ele ainda assim requer um processamento a mais (comparado a MAT) e tem um papel semelhante para “de” aos outros itens na categoria FUN.

Com isso em mente, agora é possível compreender com mais clareza como se dá o processamento de combinações e como essas relações temáticas interferem e eliciam ondas neurofisiológicas. É o que veremos no próximo capítulo de Revisão de Processamento.

3. Revisão de Processamento: composicionalidade, relações semânticas e coerção

“A principal tarefa dos sistemas neuronais é construir no cérebro representações do mundo à nossa volta, de modo que estas representações possam ser manipuladas pelos nossos processos cognitivos.” (França et al, 2015, p. 361)

Neste capítulo, iremos destrinchar e observar o universo de possibilidades que permeiam o processamento linguístico humano, além de conectar a atividade cerebral capturada a conceitos linguísticos. Por isso, passaremos pelo conceito de técnica de ERP (potenciais relacionados a eventos) junto da metodologia do EEG (eletroencefalografia), além de observar alguns componentes clássicos que se relacionam ao fenômeno das composições, das relações semânticas e dos PPs, principalmente o N250 e o N400.

3.1. O que é EEG/ERP?

O EEG é uma técnica de medida neurofisiológica que registra a atividade elétrica do cérebro por meio de eletrodos alocados no couro cabeludo. Esses eletrodos captam os potenciais elétricos gerados pelos neurônios.

O método da encefalografia (EEG) é ferramenta útil para os estudos linguísticos, pois permite a análise precisa do tempo de processamento de linguagem com base na captação de respostas cerebrais, justamente porque os dados são captados em escalas de milissegundos.

Junto a isso, a técnica de Potenciais Relacionados a Eventos (ERP), de acordo com Soto (2014, p. 54) são “resultados que permitem a extração de respostas neurofisiológicas específicas, seja cognitivas, sensoriais ou motoras, a partir de um registro contínuo do EEG”. Ou seja, um recorte da atividade cerebral específica em respostas aos estímulos apresentados aos participantes, com isso, é possível identificar os componentes neurais eliciados durante o processamento daquela tarefa (Gesualdi, França, 2011).

3.2. Composicionalidade e relações temáticas

A composicionalidade é um fenômeno intrínseco à língua humana. Utilizamos essa capacidade para combinar pequenas unidades com outras e formar uma estrutura complexa,

carregada de sentido, criando conceitos e interpretações para novas combinações (Flick et al, 2021; Pyllkanen, 2019; Neufeld et al., 2016). Pyllkanen (2019, p. 1) pontua que o propósito tanto da produção, como da compreensão da linguagem está ligado à construção de significado. Isso quer dizer que, no fim das contas, entender composicionalidade é buscar compreender o funcionamento da composição de significado.

O princípio da composicionalidade, de acordo com Frege (1892), é que o significado de uma expressão é uma função dos significados das suas partes e da forma que elas são sintaticamente combinadas, estabelecendo uma interface perfeita entre sintaxe e semântica. Um aspecto intrigante desse processo é que a composição frequentemente demanda a explicitação das relações de sentido encobertas entre as palavras, exigindo, portanto, recursos semânticos (ou, em certo ponto, até pragmáticos), sintáticos e conceituais adicionais para gerar uma interpretação plena (Flick et al, 2021).

Pyllkanen (2019) propõe que a composicionalidade pode ser atribuída a três vias distintas: sintática, semântica e conceitual. A via sintática baseia-se na combinação de categorias gramaticais para formar sintagmas (ex. nome + prep + nome); a via semântica envolve a combinação de propriedades para formar representações lógicas (ex. garrafa de vidro, é um objeto que é uma garrafa e é feita de vidro); já a via conceitual requer a integração de características (perceptuais, visuais, funcionais etc) para formar representações mentais (ex. garrafa de vidro, é uma garrafa que possui um formato longo, é transparente, funda e armazena líquidos e o vidro é um material que se molda em um formato, é rígido e é sensível).

Embora teoricamente sua distinção seja clara, dissociar os mecanismos cognitivos neurais utilizados para cada uma dessas vias é muito complexo, justamente porque eles operam de maneira interdependente para estabelecer relações de combinatoriedade de maneira completa. Em um contexto experimental, essa dificuldade também se justifica porque as mudanças na estrutura sintática afetam o significado, enquanto manipular o significado (e semântica) é mais fácil sem alterações na estrutura sintática.

Uma série de estudos encontraram um mesmo resultado: há uma modulação espacial e temporal para o processo combinatório basal (Bemis & Pyllkanen, 2011; 2013; Pyllkanen et al, 2019; 2020; Westerlund & Pyllkanen, 2014; Zhang & Pyllkanen, 2015).

Bemis & Pyllkanen (2011; 2013) contrastam pequenas unidades de frases, chamadas de composições simples (i.e. *minimal phrases*, ou seja, a combinação de palavras, mas que não envolve processos sintaticamente mais complexos, como orações e sentenças), com estímulos do tipo composicional nome-nome (ex. *red boat*) e não-composicional (são esses, lista de palavras (ex. *cup boat*) e não palavras (ex. *xbl boat*)). Com esse contraste,

conseguiram captar algumas evidências importantes para o processo de composição, e, neste momento, vamos destacar três delas: i. uma ativação aos 200-250ms no Lobo Temporal Anterior Esquerdo (LATL); ii. uma ativação no Lobo Temporal Posterior Esquerdo (PTL) no mesmo intervalo temporal; e iii. um efeito aos 350ms no Córtex Pré-Frontal Ventromedial (vmPFC).

O LATL foi identificado como a principal região associada ao processamento de combinatoriedade, com um aumento de atividade registrado entre 200-250ms após o termo alvo da combinação (ex. *boat* em *red boat*). Estudos associam que essa ativação está diretamente relacionada à sensibilidade à combinação de conceitos, desde que haja uma integração semântica-conceitual, sendo, no entanto, um efeito independente da estrutura sintática. Paralelamente, na mesma janela temporal, a região PTL indica um maior envolvimento na construção de representações que são “*structure-based*”, ou seja, sugerindo que essa região está mais relacionada a efeitos combinatórios ligados à análise sintática. Quanto ao efeito no vmPFC, os autores atribuem essa ativação a um estágio tardio da composição, possivelmente atrelado à integração final de significado. No entanto, o aspecto mais relevante sobre essa área é que, diferente das outras regiões mencionadas, ela não é tipicamente vinculada ao processamento linguístico. Na realidade, o vmPFC é frequentemente associado a sistemas mais amplos de cognição social, tomada de decisão e memória episódica (Jackson et al., 2020). Isso sugere que a composição não se restringe a mecanismos puramente linguísticos, o que permite inferir que, na verdade, pode envolver também processos extra-linguísticos, como inferência pragmática, por exemplo, na composição e integração de conceitos.

No fim das contas, a ideia é de que a combinatoriedade é um processo distribuído e depende de uma interação entre diferentes áreas do cérebro e processos cognitivos para integrar significado. Essa perspectiva é reforçada quando falamos de estudos como o de Flick et al (2021), que destacam, justamente, como a composicionalidade não é um processo isolado, mas sim, pode ser entremeada por significados para conectar conceitos e complexificar as interpretações, como no caso das relações temáticas.

Utilizando o MEG, Flick et al (2021) investigaram as relações semânticas e o processo de composicionalidade, com isso, ele contrastou relações temáticas em compostos nominais (com o sentido de “*contents*”, isto é, função/conteúdo), com compostos *feature-based* (com o sentido de material) e composições adj-nome (com modificações de cor).

Flick et al (2021) argumentam que as respostas neurofisiológicas refletem a integração de relações conceituais implícitas entre as palavras, dependendo do tipo de conhecimento ativado (relacional-temático vs. taxonômico-atributivo). Nesse sentido, o processo de

composição ativa mecanismos específicos para integrar significados e formar conceitos mais complexos.

Os autores exemplificam essa distinção com “*metal cabinet*” (armário de metal) e “*trophy cabinet*” (armário de troféus). No primeiro caso, a relação atributiva é estabelecida sem mediações implícitas, isto é, pode ser parafraseada como uma predicação simples, pois a característica de “metal” é um atributo potencial, denotativo e visual de armário, resultando em um conceito misto, em que é um armário e que é feito de metal. Já no segundo caso, a combinação para “*trophy cabinet*” (armário de troféus) não pode ser parafraseada de forma simples, uma vez que não é coerente um armário que é feito de troféus. Em vez disso, a relação envolve a inserção implícita de um material semântico (como armário [que é feito para armazenar] troféus) e um vínculo relacional-sintático (como armário de [armazenar] troféus), ou seja, papéis complementares dos itens em um evento/esquema.

Então, ao contrastar esses dois tipos de relação, como “*metal cabinet*” (*armário de metal*) e “*trophy cabinet*” (armário de troféus), os autores identificaram processos neurofisiológicos “especializados” para cada tipo. No caso das modificações atributivas (*feature-based*) e das composições mínimas (i.e. adjetivo + nome), foi observada uma ativação no LATL, na janela temporal por volta de 200ms após o início do substantivo principal. Isso acontece justamente porque o LATL está envolvido em processamento combinatório geral e na integração de elementos combinatórios na integração semântica e conceitual. Enquanto isso, em uma janela temporal similar, no caso das modificações temáticas (*trophy cabinet*), os autores encontraram uma ativação mais expressiva no PTL. Isso se justifica justamente pelo fato de que o PTL é associado a processamento de estruturas argumentais complexas (como verbos e argumentos), nesse caso, corroborando com o fato de que a relação funcional/espacial nos compostos temáticos exigem uma recuperação de relações ocultas, que dependem de um conhecimento relacional-temático.

Um dos aspectos mais relevantes desse estudo é que os autores conseguiram evidências de ativação específica do PTL para relações temáticas, que sugere uma maior integração entre processos de semântica-sintaxe. Entretanto, embora o PTL demonstre uma especialização para processamento de relações temáticas, essa região também é ativada, em menor grau, em composições de características (*feature-based*), que envolvem processos diretos perceptuais. Esse resultado indica que, apesar da evidência de especializações, há ainda um grau de integração e correlação nos processos neurológicos para composição e de incorporação de sentido.

Fazendo um paralelo com nossos estudos no Português Brasileiro, a visualização da relação temática é ainda mais evidente, justamente por conta da mediação da preposição, que

explicita uma relação semi-direta, mas, ao mesmo tempo, não elimina a necessidade de desambiguação semântica. Isso reforça ainda mais a ideia de que há uma integração sintaxe-semântica. Ou seja, há a necessidade clara de uma carga semântica para inferir um sentido implícito (ex. tábua [que é feita para cortar] carne); contudo, simultaneamente, ocorre uma demanda de ativação de uma integração de um composto/estrutura sintática (no caso, o verbo) inferido implicitamente na composição para estabelecer relação entre os termos (ex. tábua de [cortar] carne). Isso evidencia como diferentes tipos de composição envolvem graus distintos de mediação semântica e sintática, ativando representações conceituais específicas para estruturar seu significado.

No entanto, estamos tratando majoritariamente dos estudos utilizando a metodologia do MEG. Mas podemos elencar várias perguntas sobre como esse fenômeno seria estudado com EEG: Possui algum tipo de evidência? Há algum tipo de componente neurofisiológico para combinação? E para as relações semânticas? Isso é o que iremos responder.

Os estudos de Neufeld et al. (2016), que replicaram os estímulos de Bemis e Pylkkanen (2013), contrastaram estímulos combinatórios (“blue car”, de tradução “carro azul”) e não-combinatórios (não palavra, como “rnsh car”; pseudopalavra, como “yerl car”; e lista de palavras, como “lamp car” de tradução “lâmpada carro”) e encontraram correlatos neurofisiológicos para a composição de frases mínimas utilizando o EEG.

Os autores investigaram o fenômeno em três janelas temporais distintas a partir do início da apresentação da 2ª palavra (i.e. o substantivo) e acharam resultados relevantes para cada uma delas, são essas: o intervalo de -50-100ms, com predominância de canais frontal-central; o intervalo de 184-256ms, com predominância centro-parietal; e por fim, o N400, com intervalo de 300-400ms, com distribuição também centro-parietal.

No primeiro intervalo, os autores buscaram identificar algum efeito de antecipação, ou seja, processos preparatórios associados à combinação sintática (Neufeld et al., 2016, p. 17-18). Nesse caso, enquanto os estímulos não-combinatórios não apresentaram nenhum efeito, os itens que apresentavam contextos combinatórios (ex. blue car) eliciaram uma onda negativa -50ms antes mesmo do substantivo ser apresentado, que os autores associaram a efeitos de inicialização de uma combinação, em que a estrutura sintática é antecipada. O que quer dizer que a composicionalidade parece ser construída já em processos anteriores à visualização do nome subsequente, a partir da projeção de uma combinação sintática ocasionada pelo processamento do adjetivo, gerando um espaço vazio que será preenchido com esse item compatível.

Seguindo para o intervalo de 184-256ms, que apresenta maior relevância para esse estudo, os achados desse estudo são particularmente interessantes. Os autores, de fato,

observaram que quando comparados a contextos não-combinatórios, uma negatividade centro-parietal foi eliciada para as condições combinatórias, após o início da apresentação do substantivo alvo (ex. “car” em “blue car”). Esse efeito corresponde à mesma janela temporal em que Bemis e Pyllkanen (2011) encontraram evidências combinatórias.

No entanto, diferente do experimento-base, os autores declaram que não é possível determinar se os efeitos refletem por mecanismos específicos de sintaxe ou semântica. Diante disso, a negatividade foi interpretada como um possível reflexo de propriedades semânticas lexicais serem vinculadas aos elementos sintáticos básicos. Nesse caso, inferindo que os efeitos no período de 184-256ms, na verdade, correspondem à “vinculação de um item lexical a uma posição estrutural vazia a qual foi pré-gerada na janela temporal anterior de -50-100ms” (Neufeld et al., 2016, p. 15). Essa interpretação sugere que os processos envolvidos na composição linguística podem ocorrer em fases diversas de processamento, em que envolve tanto a antecipação estrutural, mas também uma integração semântica posterior que será trabalhada na próxima janela temporal analisada.

Com isso determinado, trataremos da janela temporal de 300-400ms. O estudo encontrou uma negatividade aumentada nesse intervalo para as condições em contexto combinatório. Os autores sugerem que esse efeito se assemelha ao N400 típico descrito por Kutas e Federmeier (2011, p. 624), que associam o efeito ao processamento semântico, com sensibilidade a efeitos de manipulação de expectativa ou anomalias semânticas. De modo geral, quando o estímulo carrega informações inesperadas e de baixa previsibilidade, conseqüentemente mais difíceis de processar, observa-se uma maior negatividade na onda eliciada, caracterizando o N400.

Neufeld et al. (2016) argumentam que o N400 encontrado por eles parece contradizer esse efeito clássico, mas propõem outra explicação. Eles argumentam que o efeito de N400 encontrado poderia estar atrelado a dois aspectos: a integração ou a memória semântica.

Sobre “memória semântica”, os autores explicam que esse processo envolve a ativação e recuperação de representações lexicais ou conceituais da memória de longo prazo (Neufeld et al., 2016, p. 16). Nesse contexto, seria esperado que estímulos combinatórios mais previsíveis (ex. *car* depois de *blue*) eliciassem ondas menos negativas, em oposição aos outros estímulos que teriam um grau de imprevisibilidade maior (ex. *car* depois de *rns*). No entanto, os resultados encontrados foram opostos a essa expectativa. Neufeld et al. (2016) sugerem que esse efeito pode ser explicado pela maior complexidade semântica dos itens combinatórios, que exigem um processamento mais elaborado devido a sua complexidade de conexão. Por exemplo, em combinações como *blue car*, *blue pen*, *blue house*, a noção de “azul” é associada aos objetos com suas características de cor, em que são diferentes tipos de

azul e se relacionam a diferentes tipos de objeto, que são atribuídos com base na experiência/memória do falante. Nesse caso, o contexto semântico motivaria a recuperação de informações mais específicas na memória semântica e, por isso, os efeitos podem ser atribuídos ao re-acesso e refinamento dessas informações.

Apesar da possibilidade de atribuir o efeito a esse refinamento, os autores consideram que uma explicação mais produtiva é a de integração semântica. Isso quer dizer que, nas condições combinatórias analisadas, foram eliciadas ondas mais negativas (i.e. efeitos de N400) em condições que exigem maior esforço de integração. Podemos fazer uma analogia com os estudos citados em Kutas e Ferdermeier (2011), em que assim como os efeitos que ocorrem nas palavras imprevisíveis geram maior negatividade, os efeitos de esforço de integração das combinações sintático-semânticas também aliciam uma negatividade.

Além disso, em contraste com os estímulos não composicionais (lista de substantivos do tipo *lamp car* (lâmpada carro) e não-palavras), de fato, somente os estímulos que possuem composicionalidade (ex. *blue car*; de tradução “carro azul”) poderiam apresentar efeito de integração. Isso ocorre porque itens de tipo pseudopalavra e não-palavras não oferecem contexto semântico plausível para assimilação de qualquer tipo de processamento. Da mesma forma, lista de palavras não possibilitam contexto produtivo o suficiente para construir uma representação semântica coerente (por exemplo, “carro xícara” não forma uma expressão que combine um carro com atributos de xícara). Ou seja, como a composição é a única condição que permite a formação de uma relação semântica significativa, eles consideraram que a resposta ao tipo de estímulo *blue car* permite integrar e eliciar um componente equivalente ao N400.

Nesse caso, fazendo um paralelo com combinações contrastantes de material (feature-based) e funcionais (relações temáticas) testadas no estudo de Flick *et al.* (2021), é possível que o contraste entre elas permita distinguir padrões neurofisiológicos no processamento semântico. Desse modo, combinações de tipo temático, como FUN, exigem uma etapa mais indireta para estabelecer sentido e integração entre seus componentes, que pode resultar em uma carga semântica adicional para efeitos de N400 mais evidentes. Esse fenômeno poderia ser especificado não exclusivamente pela necessidade do re-acesso às representações semânticas (conexões de sentido), mas também pelo esforço maior para integração sintático-semântica (Estes et al, 2011, p. 275). Parece razoável pressupor que isso poderia ser traduzido em efeitos de onda mais negativos.

No entanto, quando falamos de combinações mais diretas, como parece ser o caso para o tipo de relação material, é possível que esse efeito seja atenuado, apesar de ainda eliciar ondas de efeito de engajamento composicional no N400. A relação entre as palavras, nesse

contexto, é estabelecida de forma mais imediata, reduzindo a carga cognitiva necessária e consequentemente, menor engajamento dos processos de integração semântica. Assim, a menor complexidade dessas relações resulta, possivelmente, em um menor esforço cognitivo de processamento.

Um outro estudo interessante sobre composicionalidade é o de Zhang et al. (2013), que investigou a existência de diferentes níveis de composicionalidade em expressões idiomáticas no Chinês e classificou-as em baixo, médio e alto grau de composicionalidade. Esses níveis foram divididos avaliando dimensões de familiaridade, literalidade, composicionalidade e contexto, buscando compreender como essas variáveis influenciam o processamento cognitivo. Especificamente o grau da composicionalidade foi determinada por uma avaliação (em teste normativo) de quanto o significado literal era relacionado com o significado idiomático; ou seja, se seria possível inferir o significado das partes literais. No caso do Chinês, Zhang et al. (2013) encontraram também que a composicionalidade modula uma negatividade registrada aproximadamente 250ms após a apresentação da palavra alvo, janela temporal também citada nos estudos anteriormente relatados de MEG. No entanto, o efeito apresentava uma direcionalidade da onda analisada ao contrário.

Para testar o grau de composicionalidade, os autores aplicaram um paradigma de priming semântico, no qual frases curtas representando o significado literal das expressões (por exemplo, “*to kick a bucket*”, literalmente “chutar um balde”) foram os *primes*, seguidos pela apresentação dos alvos, as expressões idiomáticas verdadeiras (nesse caso, “*kick the bucket*” no sentido figurado de “morrer”). Os resultados indicaram que as amplitudes e latências de pico associadas ao processamento do alvo aumentavam à medida que o nível de composicionalidade diminuía (Zhang et al., 2013, p. 103). Esse efeito foi atribuído ao grau de competição entre os significados literal e figurado dos elementos constituintes das expressões idiomáticas, que quando não relacionáveis (i.e. no caso de expressões menos composicionais), que aliciava ondas mais fortes, demandando maior esforço cognitivo por requerer a supressão da ativação da representação literal. Já no caso de expressões mais composicionais, a representação ativada pelo *prime* literal resultava na co-ativação dos mesmos elementos que compuseram a expressão seguinte. Isso quer dizer que quanto mais idiomático, menores (menos negativas) as amplitudes de um pico com direcionalidade negativa; enquanto quanto mais composicionais, maior amplitude, tendo assim a composicionalidade comprovada pelo efeito de facilitação na janela temporal ao redor de 250ms.

Esse estudo evidencia a necessidade de um controle mais rigoroso de idiomaticidade nos estímulos, com o objetivo de minimizar possíveis vieses cognitivas que poderiam mascarar o efeito puro de contraste entre as condições e composicionalidade. O PB apresenta

uma numerosa quantidade de expressões idiomáticas com estruturas de nome + preposição + nome (NP + PP), que já estão estabelecidas no conhecimento de mundo do falante. Exemplos disso são “cara de pau”, “cabeça de vento”, “coração de pedra” etc, nos quais a relação semântica entre os constituintes já está pré-estabelecida.

A complexidade desse fenômeno está no fato de que, em muitos casos, a literalidade das expressões idiomáticas possuem fortemente o sentido de “feito de”, como ocorre em combinações de MAT. Esse fator impõe a necessidade de um controle rigoroso para evitar que as expressões, principalmente as de MAT, estejam atreladas a um viés idiomático, comprometendo a validade dos resultados. Ainda, em convergência com a característica mais restrita de MAT, que observamos nos resultados do Experimento 1 (teste de Cloze) torna ainda mais necessário esse controle. Isso porque estamos considerando que as expressões de tipo de MAT são menos diversas e mais atreladas ao conhecimento de mundo, os quais geralmente são produtos concretos e já estabelecidos como utilizados para a constituição de itens, como madeira, pedra etc. Por isso, controlar esses efeitos de expressão, evitaria atingir quaisquer modulações externas à efeitos de composicionalidade.

É claro que uma análise que não podemos deixar de considerar é que o fenômeno que estamos estudando se insere em um contexto específico do Português Brasileiro, que possui particularidades estruturais que podem influenciar nos padrões de composição. No entanto, há evidências que indicam que o processo de composição permanece semelhante, independente da ordem dos constituintes e de outras especificidades. Por isso, para aprofundar essa discussão, trataremos de alguns estudos que investigam a questão de que, de fato, a ordem dos fatores não altera o produto - nesse caso, a composição ou a expectativa relacionada a ela.

Fló et al. (2020) reproduziram o estudo de Bemis e Pylkkanen (2011; 2013) contrastando itens combinatórios (i.e. “*red boat*”, como “*bote rojo*”) e não combinatórios no Espanhol (como lista de palavras e não-palavras). Eles identificaram um efeito pré-combinatório, ou seja, uma ativação que antecedeu a apresentação do adjetivo, eliciando uma onda negativa também por volta de 200ms após a apresentação do adjetivo.

Os autores tomaram como referência as investigações de Bemis e Pylkkanen (2011) e Neufeld et al. (2016) para correlacionar efeitos de expectativa e de composicionalidade. De fato, os pesquisadores encontraram um processo semelhante ao descrito nesses estudos, ocorrendo na mesma janela temporal, afirmando que a ordem dos constituintes não afeta os efeitos que se atribuem a composicionalidade. Esse achado, por si só, já é relevante, mas os autores também questionam a interpretação e atribuição desses efeitos, sugerindo que podem estar relacionados a um fenômeno de predição, em vez de um mecanismo específico de composição linguística.

Essa interpretação sugere a possibilidade de que os efeitos pré-combinatórios observados tanto em Neufeld et al. (2016), não sejam exclusivos de mecanismos de processamento sintático ou semântico, mas sim, reflexos de mecanismos mais amplos de antecipação linguística, devido ao fato do experimento ter sido baseado em um design de blocos.

Fló et al (2020) argumentam que, todos os estímulos eram formados por duas palavras, o que implica no fato de que a apresentação da primeira palavra permitia, imediatamente, aos participantes a predição certa de que uma palavra viria em sequência. No entanto, esse efeito só poderia ocorrer em itens “composicionais” (ex. *red boat*), pois era a única condição em que era possível manipular a primeira palavra em relação à segunda. Então, o processamento do primeiro termo dependia diretamente do segundo, que trouxe um efeito de construção de relação apenas na condição experimental combinatória. A partir disso, os autores sugerem que a atividade pré-composicional observada pode estar mais associada a um mecanismo geral de antecipação do que a um processo sintático específico (Fló et al., 2020, p. 11). A conclusão é que, com essas evidências, a atividade relacionada à composição, medida por EEG pode ser influenciada, pelo menos em parte, por processos de expectativa gerados pelo formato do experimento - nesse caso, *block design*.

Uma outra evidência interessante sobre a ordem dos constituintes é o estudo de Westerlund et al (2015). No entanto, nesse caso, os autores utilizam a metodologia de MEG para buscar evidências de efeitos de composição no LATL em Árabe e Inglês, encontrando evidências de processos combinatórios na mesma janela por volta de 250ms. Os autores demonstraram um efeito combinatório comparando as condições em inglês de adjetivo-nome, como “*red boat*” e não combinatórias, de uma palavra, como “*red xbql*”, com o árabe, em que possui a ordem invertida, de nome-adjetivo, como “*boat red*” e não combinatórias, de uma palavra, como “*xbql red*”. A conclusão é que, no fim das contas, ao investigar esse contraste, eles demonstraram que o LATL é sensível à composição, apesar das variações. Eles encontraram uma ativação mais anterior para o Árabe em relação ao Inglês, mas postulam que, de fato, não há interferência de efeitos para a ordem dos constituintes invertida, e nos dois casos, há modulação para composicionalidade.

De modo diferente, mas ainda explorando a variação na ordem de palavras, Bemis e Pylkkanen (2013) investigaram que efeitos semelhantes ocorrem mesmo quando a ordem padrão dos constituintes em Inglês é invertida, como no caso de estruturas do tipo “*boat red*”. No entanto, esse efeito só se verificou quando a tarefa de *picture matching* exigia uma interpretação composicional (ex. apresentava *boat red* seguido de uma imagem de uma forma de barco vermelho), mas não quando a tarefa só demandava combinar com um dos elementos

(uma imagem de só um barco ou só uma mancha vermelha). Esse achado reforça que o efeito não está restrito à disposição gramatical dos constituintes, mas sim, a mecanismos mais gerais do processamento composicional, pelo menos quanto à atividade observada no ATL.

Por fim, dado que nosso fenômeno trata de composições com NP + PP, não poderíamos negligenciar a presença da preposição, que possui um papel crucial na integração dos nomes. Embora os nossos experimentos não tenham o objetivo explícito de contrastar o elemento da preposição, e sim, do substantivo seguinte, o estudo de Molinaro *et al.* (2008) relaciona itens de classe fechada como responsáveis por eliciar ondas com amplitudes negativas entre 400-700ms após o início da sua apresentação em eletrodos anteriores esquerdos. Esse padrão de ativação está associado ao componente de variação negativa contingente (CNV), relatado por Molinaro *et al.* (2008) como uma resposta neurofisiológica que reflete o processamento de itens de classe fechada. Segundo o autor, o processamento de palavras dessa classe poderia suscitar uma ativação por indicar a projeção de uma estrutura sintática, em que se faz necessário a integração de um novo núcleo lexical.

Reforçamos que esse tipo de resposta neurofisiológica seria particularmente interessante, pois trata de uma estrutura extremamente produtiva no contexto do nosso fenômeno. No entanto, não realizamos um contraste experimental direto entre as condições para encontrar qualquer efeito nesse sentido. Ainda assim, consideramos importante destacar essa possibilidade, reconhecendo a importância teórica dos estudos, e deixamos como direcionamento para testes futuros, para investigar, de fato, a contribuição das preposições no processamento de composição.

No fim das contas, a construção de significado de uma expressão resulta de uma forte interação entre sintaxe, semântica e inferências pragmáticas (Hagoort, 2019). Aprofundaremos sobre essa interação ao falarmos sobre o processo de coerção.

3.3. Um retorno à coerção

No Capítulo 2, de Revisão Linguística, introduzimos o que é o processo de coerção e apresentamos algumas evidências de cunho experimental psicolinguístico.

Como sabemos, propõe-se que o processo de coerção ocorre quando um item lexical combina com outro item (entidade/objeto) que, à primeira vista, não corresponde semanticamente com as exigências predicaís, como no caso clássico de “*begin the book*”, em que um significado de evento implícito é inferido, como em “*begin reading the book*”. Diferentes abordagens teóricas procuram explicar o processo de coerção e interpretação

enriquecida, como type-shifting e operações semânticas (Pustejovsky, 1998, Pylkkanen et al, 2007, 2008, 2009, 2010, entre outros) e inferências pragmáticas (Jackendoff, 1997; De Almeida et al., 2004, 2008).

Na verdade, o mais interessante sobre isso é que as evidências experimentais sugerem que o processo de coerção exige um custo cognitivo a mais, refletido tanto em tempos de leitura, como em padrões de ativação neurofisiológicos. Nessa seção, aprofundaremos uma bateria de estudos neurolinguísticos, que utilizam metodologias como MEG, e principalmente o EEG, passando pelos principais resultados, com ênfase para o N400.

Pylkkanen & McElree (2007) usaram o MEG (magnetoencefalografia) para contrastar a atividade neuronal associada à coerção de complemento, não coerção e uma violação de animacidade do complemento (ex. “*The journalist started/wrote/amused the article*”). Eles observaram que a frase coercitiva não apresentou atividade em nenhuma área cerebral tipicamente engajada em processamento linguístico, mas que modulou atividade do componente AMF (*anterior midline field*, campo anterior médio), entre 300 e 500ms. O que se ressalta, no entanto, é que esse resultado levanta uma hipótese de que esses significados escondidos (e, conseqüentemente, não-composicionais) ocorrem na interface entre a compreensão da linguagem e a cognição social.

Dessa forma, especulam Pylkkanen e McElree (2007), é possível que casos de significado encoberto possam ser resolvidos por inferência sobre a intencionalidade do interlocutor, e não necessariamente somente envolveriam operações semânticas, como as de *type shifting*. Essa interpretação se pauta na correlação apontada na literatura entre o córtex Pré-frontal medial ventral (vmPFC) e a cognição social, sendo essa área associada como fonte geradora do AMF, e a ativação do componente de AMF, apontado como central em estudos com tarefas que requerem a contemplação do estado mental dos outros (ex. sobre a Teoria da Mente). Ou seja, nesse caso, é possível que alguns aspectos do processamento linguístico sejam acessados também por mecanismos voltados para a cognição social (Pylkkanen, Oliveri e Smart, 2009, p. 1331).

Em contrapartida, um experimento conduzido por Pylkkanen, Oliveri e Smart (2009) reforça uma visão menos abrangente para essa região. Para investigar a influência do vmPFC, eles contrastaram frases bem formadas (4a), frases com violação semântica (4b) e frases com violação de conhecimento de mundo (4c), a fim de entender se o vmPFC está ligado à compreensão de forma generalizada ou é ativado em casos de incompatibilidades semânticas. Nesse caso, eles encontraram uma ativação no vmPFC somente para as expressões de violação semântica, sugerindo que o cérebro diferencia esses dois processos. Assim, é possível que o vmPFC estaria envolvido na composição de significados complexos, sem

necessariamente avaliar a *plausibilidade da expressão* com base no conhecimento de mundo. Ou seja, o AMF parece estar diretamente relacionado ao processo de que quanto mais esforço cognitivo composicional, maior as amplitudes e ativação nessa região (Pylkkanen, Oliveri e Smart, 2009, p. 1315).

- 4a. the wine was being uncorked
- 4b. the wine was being unchilled
- 4c. the thirst was being uncorked

No entanto, isso não quer dizer que o processo de coerção não utilize recursos extralinguísticos (Pylkkanen, Llinás, & McElree, 2004). E uma confirmação disso são os achados de Pylkkanen et al. (Pylkkanen & McElree, 2007; Pylkkanen, Martin, McElree, & Smart, 2009; Pylkkanen, Llinás, & McElree, 2004), que mostram fortes evidências de que sentenças bem-formadas semanticamente, mas com uma difícil composição (no caso das sentenças coercitivas, como “begin the book”), também apresentaram amplitudes aumentadas de AMF, componente associado ao vmPFC.

Desse modo, embora o vmPFC não tenha sido tradicionalmente uma região central para processamento de linguagem, os resultados encontrados indicam que essa área é sensível a diferentes manipulações linguísticas (como violação semântica e coerção). De forma geral, os resultados de Pylkkanen, Oliveri e Smart (2009) mostram que o vmPFC é associado a construções semânticas complexas, ainda que essas construções não envolvam a *plausibilidade* do conhecimento de mundo. No entanto, com as outras evidências (Pylkkanen & McElree, 2007; Pylkkanen, Martin, McElree, & Smart, 2009; Pylkkanen, Llinás, & McElree, 2004), é possível que a função do vmPFC possa estar atrelada a um mecanismo mais amplo de composição e atribuição de sentido, com a integração de diferentes domínios cognitivos.

Isso nos leva a pensar o que alguns autores sugerem como a existência de inferência pragmática/contextual para resolver o caso de “coerção” (De Almeida, Dwivedi, 2008). Em seus experimentos (De Almeida, Dwivedi, 2008; De Almeida, 2004), utilizando *Eye-Tracking*, apresentaram frases coercitivas associadas a uma parcela de contexto discursivo (ex. "O menino é um grande leitor. Hoje o menino começou o livro").

De Almeida (2004) testou hipóteses sobre o papel do contexto na coerção semântica. A sua conclusão foi de que não haveria necessidade de computar um verbo oculto na interface sintático-semântica; em vez disso o contexto pragmático permitiria inferir a ação ou evento mais adequado para a construção de sentido em determinado contexto. De fato, ele encontrou

o mesmo tempo de leitura (RTs) tanto para construção contextualizadas, variando somente do verbo (5a), para: sofrem coerção (5b); que apresentam um verbo mais provável (com aquele complemento) (5c); por fim, um verbo possível, mas não o mais preferido (5d). Em seu estudo, ele conclui que não há evidências para esses efeitos de coerção, e não encontra diferença entre construções coercitivas ou não-preferidas. Assim, ele conclui que, o que se entende como um *type-shifting*, corresponde a um conjunto de processos que são, na verdade, pragmáticos e inferenciais desencadeados por posições argumentais não preenchidas estruturalmente.

5a. The secretary would always be sure to work ahead of schedule. She was asked to work on the memo. The secretary **began/typed/read** the memo long before it was due.

5b. began the memo (coerção)

5c. typed the memo (mais provável)

5d. read the memo (não preferido)

Posteriormente, em um artigo subsequente, Pickering, McElree & Traxler (2005), replicam os experimentos de De Almeida (2004) e reprovam seus resultados.

Os autores explicam que, de fato, está correto o que De Almeida (2004) encontra sobre sentenças coercitivas (i.e. “*began*”) apresentarem RTs mais lentos em relação a frases com verbos preferíveis. No entanto, seu experimento não foi corretamente interpretado, porque, na verdade, os efeitos para verbos não-preferíveis (i.e. “*read*”) se deram em um intervalo intermediário entre os RTs de coerção e preferencial (i.e. “*typed*”).

Desse modo, eles concluem que a interpretação de De Almeida et al. (2004) parece não produzir uma base empírica muito forte, já que o fato de uma condição não ser significativamente diferente de outras não implica que compartilhem os mesmos processos. Ou seja, o fato de coercitivo e não-preferencial terem respostas mais lentas que as preferenciais, não implica que isso seja fruto do mesmo efeito.

Para mostrar que os resultados de De Almeida et al. (2004) estão incorretos, Pickering, McElree & Traxler (2005) também acrescentaram contextos que explicitam a ação implícita nas frases coercitivas (como em “*The secretary would always be sure to work ahead of schedule. She was asked to work on the memo. The secretary began/typed/read the memo long before it was due*”), e encontram que, de fato, a coerção exige um processamento adicional a mais que as condições não-preferíveis, ou seja, concluem que é de fato um caso inerente ao tipo de construção.

No entanto, para nós, julgamos que seja possível que recursos extralinguísticos também sejam utilizados como mecanismos atrelados ao efeito de coerção (mas, certamente, não retiram a possibilidade de coerção). De fato, entendemos que pode haver uma visão mais abrangente (Jackendoff, 1997) que se encontra associada aos processos de ativação e type-shifting de complemento (Pustejovsky, 1998), que se mostra cognitivamente mais custoso.

Nesse caso, isso se evidencia por um efeito que acontece ao contrastar aparentes “graus” de coerção. Ou seja, frases coercivas que podem ter menos ou mais abrangência de interpretação. Kuperberg *et al.* (2010), reproduzindo os achados de Frisson & McElree (2008) (cf. seção 2.4 da Revisão Linguística), encontrou evidências neurofisiológicas de que em frases como “O estudante começou a redação” (i.e. “the student started the essay”), em que há somente uma interpretação dominante (nesse caso, escrever a redação), a palavra crítica (i.e. “essay”) não diferiu da amplitude do N400 da palavra crítica em frases como “o diretor começou o roteiro” (i.e. The director started the script”), mesmo que “the script” permitiria múltiplas interpretações (como ler, revisar, examinar o roteiro).

Desse modo, Kuperberg *et al.* (2010) sugere que a recuperação do verbo (i.e. do evento) pode ocorrer de maneira mais geral e é pouco detalhada quanto ao seu significado exato. Desse modo, envolveria a ativação de um mecanismo de evento ‘amplo’, como “começar a [fazer algo] com o livro”, em vez da recuperação e uma seleção de um evento específico inferido da combinação, como “começar a [possibilidades de verbos: ler, escrever, etc] o livro’. Então, os autores concluem que o custo de processamento não está associado à necessidade de selecionar entre interpretações possíveis específicas, mas mais atrelado a um processo mais amplo de ativação de um evento mais genericamente falando.

Kuperberg *et al.* (2010), encontraram um correlato ao resultado de Pylkkanen & McElree (2007), utilizando o EEG/ERP. Eles replicam o experimento com as mesmas condições experimentais (ex. The journalist started/wrote/amused the article.) e encontram um efeito de N400 para coerção, em que esse efeito foi modulado pelo desajuste entre verbos que selecionam eventos ou entidades. Mas, assim como o estudo anterior, ainda há uma incerteza sobre a verdadeira natureza do efeito de coerção, e por isso os autores consideram que podem ter existido outros gatilhos para o N400, já que ele é sensível a relações como: feature-based (baseado em características), animacidade, relações associativas, expectativa de mundo real, pragmática etc. (Kuperberg et al., 2010, p. 2698).

Um outro estudo a favor de custos atrelados à coerção é o de Baggio et al. (2010), que encontraram evidências de N400 para efeitos de coerção, com uma distribuição similar ao N400 clássico, embora com uma duração mais longa. Nesse caso, ainda que tenha encontrado

uma ativação para coerção, não é possível tomar um partido sobre a natureza dessa ativação, já que é muito semelhante a efeitos clássicos (Kutas & Federmeier, 2011). Ainda, Baggio *et al.* sugerem que, para eles, a coerção envolve a inferência de uma ação baseada em um conhecimento de mundo e sua integração, provavelmente via unificação ou *type-shifting*, no complemento do evento, citando a necessidade de recuperar da memória uma recuperação “enriquecida” do evento do verbo implícito. Por exemplo, em “começou o artigo”, infere-se uma ação como escrever ou ler.

Com isso, concluímos que, de fato, há muitas evidências interessantes sobre coerção e que apresenta um impacto significativo no processamento linguístico, principalmente no que diz respeito à integração de sentido e seu custo cognitivo. Essas evidências podem, de alguma maneira, nos ajudar a compreender como o nosso fenômeno, particularmente no caso de FUN, em que há possivelmente uma relação de coerção. Nesse contexto, sugerimos ocorreria a modificação de item de tipo de entidade, como em “adeja de vinho”, sendo vinho um item estático, para um evento, como de “adeja feita para [verbo: armazenar] vinho”. Essa troca pode apresentar efeitos mais pronunciados de integração semântica e também um aumento no custo de processamento, eliciando ondas mais negativas de N400.

3.4. P600: uma breve explicação

No contexto desse trabalho, em relação ao P600, a nossa hipótese é de que não haverá diferenças significativas no processamento entre FUN e MAT. Isso se deve ao fato de pressupormos de que a computação subjacente que diferencia os processamento dos dois tipos, possivelmente a coerção, acarreta custos maiores durante o processamento semântico-lexical, indexado pelo N400, ou em janelas anteriores associados à combinatoriedade. No entanto, é possível que isso se reflita, sim, entre palavras reais e não-palavras.

De fato, o P600 é associado a efeitos de dificuldade no processamento sintático, e pode refletir mecanismos de monitoramento ou reanálise (Kaan et al, 2000). Ou seja, nesse caso, considerando que as não-palavras violam expectativas lexicais e ortográficas, é possível que elas eliciem um efeito de P600 mais pronunciado em comparação com reais.

Kim et al (2012) vai comprovar essa hipótese com resultados contrastando a sentença controle (ex. “*She measured the flour so she could bake a cake*”, tradução de “ela mediu a farinha para que ela pudesse assar um bolo”), com a palavra “*cake*” sendo extremamente previsível no contexto, com outras 3 variações: uma pseudopalavra ortograficamente similar

(ex. ceke), uma pseudopalavra sem qualquer relação (ex. tont) e uma não-palavra (ex. srdt), em que não o *input* ortográfico é totalmente imprevisível, não podendo ser interpretado nem fonológica - ou lexicalmente.

Os resultados encontrados sugerem que o contraste entre palavra real e não-palavras, foi de que a última reflete em uma ativação mais positiva por volta de 600ms, caracterizando um efeito de P600. Os autores consideraram que esse efeito está atrelado a uma tentativa de reanálise estrutural, exigindo maior esforço cognitivo para integrar estímulos altamente anômalos.

Em contextos sentenciais, os estudos sugerem que esse efeito está relacionado a mecanismos antecipatórios no processamento lexical. Isso significa que a ativação lexical ocorre antes mesmo do N400, que tipicamente está relacionado ao processamento semântico lexical. Ou seja, antes dos 400ms, já seria possível reconhecer que o *input* não corresponde a uma palavra possível. Como consequência, não há competição com as outras alternativas possíveis dentro do contexto, reduzindo o engajamento, refletido em uma amplitude por volta de 400ms reduzida, seguido por um P600.

Nesse sentido, o P600 parece refletir um esforço adicional para integrar ou reinterpretar uma sequência lexical inesperada, indicando uma maior demanda cognitiva para atribuir sentido a combinações impossíveis. Esse achado reforça a ideia de que o P600 não se restringe à detecção de violação sintática, mas também atua como um mecanismo fundamental na identificação e reanálise de inconsistências ortográficas, contribuindo em diferentes níveis de resolução de dificuldades no processamento sintático.

3.5. Resumo geral

Com base em tudo que foi apresentado, a Tabela A a seguir consiste em um resumo dos mais importantes aspectos e autores que serviram diretamente como referência e base para a constituição desse trabalho e das pesquisas que virão a seguir. Ou seja, uma visão mais sintetizada dos fenômenos que analisamos ao longo desta revisão, confira os resumos:

Referência	Relacionado a	Componente	Localização	Conclusão
Neufeld, Chris et al. (2016)	Composição / Expectativa	-50-100ms	Frontal-central (negativa)	Pode indicar um processo de construção preditiva de estrutura sintática, indicando a iminência de um elemento.

Neufeld, Chris et al. (2016)	Composição	184-256ms	Centro-parietal / Centro-posterior (negativa)	Efeito similar ao de Bemis & Pyllkanen (2011). No entanto, atribuem para a composicionalidade, mas também para um efeito vinculação previamente gerado aos -50-100ms..
Pyllkanen, Liina (2019)	Composição	M250	LATL	A área é ativada aos 200-250ms, relacionada à composição semântica. Parece ser independente de estruturas sintáticas.
Pyllkanen, Liina (2019)	Composição	M250	PTL	Relacionado à composição sintática. Modula um processamento “structure-based”, ocorrendo simultaneamente ao LATL.
FLICK, Graham et al. (2021)	Composição / Relação Temática	100-300ms	LPTL	Evidência de combinação para relações temáticas no IPTL. Modulado pela necessidade de recuperar ou especificar relações temáticas entre palavras em combinações substantivo-substantivo.
MOLINAR O, Nicola et al. (2008)	Preposição	N280 - N400-700 (CNV)	-	Relatam uma evidência para a classe fechada eliciada no N400-700, parte da família CNV. Não houve resultado para o N280.
Neufeld, Chris et al. (2016)	Composição	N400	Similar ao N400 tradicional, com uma distribuição sutilmente mais anterior	O N400 pode estar relacionado à integração semântica e à memória semântica, necessária para processar o significado da palavra dentro do contexto.
Pyllkanen, Liina (2019)	Composição	M350 (N400)	vmPFC	Contribui para um estágio tardio da composição, possivelmente representando o resultado final do fluxo combinatório em uma região associada à cognição social e memória episódica.
KUPERBERG, Gina R. et al. (2010)	Coerção	N400	Fz, Cz, CP1, Pz, CP2	Evidência de maior amplitude para coerção, possivelmente mais ligada à recuperação e integração do que à necessidade de preencher um complemento ou fazer type-shifting. Kuperberg et al. (2010) demonstram, com base em evidências de N400, que a compreensão de eventos ativa representações conceituais amplas e pouco especificadas, independentemente da ambiguidade interpretativa ou do grau de “coerção”, sugerindo que o processamento inicial não envolve a seleção de um evento específico, mas sim a ativação de um esquema de evento genérico.
KUPERBERG, Gina R. et al. (2010)	Coerção	P600	Fz, Cz, CP1, Pz, CP2	Não há evidências de ativação para coerção, apenas para incongruência semântica.

KIM, Albert; Lai, Vicky. (2012)	Efeitos de engajamento	P600	Central-parietal	O P600 é sensível a efeitos de contraste entre palavras reais e não-palavras.
--	---------------------------	-------------	------------------	--

Tabela A: Referencial teórico sobre processamento. Fonte: a autora, 2025.

Com isso, finalizamos essa revisão que teve como intuito embasar os nossos experimentos, descobertas e decisões tomadas. Nos capítulos seguintes, falaremos dos Experimentos Psicolinguísticos, Experimento Neurofisiológico e mais.

4. Experimentos Psicolinguísticos

Nesta etapa, trataremos dos Experimentos Psicolinguísticos, realizados de forma remota. O primeiro, foi executado no início do mestrado e publicado como artigo em 2024, como uma etapa inicial de pesquisa, para mapear caminhos de compreensão do fenômeno. Nele, realizamos dois testes: cloze (preenchimento de lacunas) com escala Likert de frequência e leitura automonitorada.

O segundo experimento relatado foi o Normativo, em que nosso objetivo foi normatizar os estímulos para obter itens mais controlados, além de validar nosso design experimental. Para isso, realizamos dois testes: julgamento semântico e teste de familiaridade.

4.1. Breve resumo do Experimento 1 (Cloze e Leitura Automonitorada)

Quando começamos a compreender o recorte experimental necessário para avaliar o fenômeno em questão (i.e. o caso da relação semântica e combinação de NP + PP), decidimos realizar experimento dividido em duas tarefas: cloze (preenchimento de lacunas) com escala Likert de frequência e leitura automonitorada. Para isso, formulamos 40 itens experimentais, utilizando primeiramente um critério mais simples de intuição e verificando medidas mais frequentes de combinação no Sketch Engine. Com isso, contrastamos duas condições, em que se repetia a palavra alvo (i.e. fixa), por exemplo, “garrafa de leite” (FUN) vs. “pudim de leite” (MAT), divididos em listas com 20 itens de cada condição mais 40 distratores. O nosso objetivo foi observar indicativos preliminares de medida de diferença entre MAT e FUN no tempo de resposta e na aceitabilidade (ou seja, estranhamento), garantindo que estávamos no caminho correto para encontrar resultados favoráveis.

Os resultados deste experimento indicaram que a leitura automonitorada apresentou uma sutil diferença entre FUN e MAT, obtendo tempos de resposta (RT) mais rápidos para MAT. Esse achado nos impulsionou a continuar investigando esse fenômeno, já que era uma evidência preliminar de que MAT, de alguma forma, apresentava características de processamento mais direto e menos custoso. Já os resultados de cloze e da escala Likert de frequência nos forneceram dados sobre uma inclinação à preferência por FUN, de maneira que as palavras preenchidas no Cloze eram mais conectadas a interpretações funcionais. Consideramos que esse resultado tenha ocorrido devido à relação sintático-semântica mais

robusta inerentes aos itens télicos, que leva a uma preferência pós-processamento mais aparente. Além disso, as respostas mais diversas indicaram que FUN possui um leque de possibilidades de interpretação mais aberto. As respostas para MAT, no entanto, apresentaram maior convergência de respostas, demonstrando claramente que as respostas são mais restritas e, conseqüentemente, com mais probabilidade.

Com isso, conseguimos observar tendências de que os resultados já pareciam revelar, preliminarmente, algum tipo de diferença de processamento (e pós-processamento) de FUN e MAT. Além disso, como um teste primitivo, fomos capazes de entender onde estávamos cometendo erros na formulação dos estímulos experimentais, o que também motivou e deu origem ao Experimento 2 (Teste Normativo).

Para uma revisão completa desse estudo (Experimento 1), ver o artigo de Peres, Soto (2024), com acesso no link: <https://cadernos.abralin.org/index.php/cadernos/article/view/755>

4.2. Experimento 2: Teste Normativo

Mesmo com os bons *insights* que conseguimos com o Experimento de Peres, Soto (2024), foi necessário uma reformulação generalizada nos estímulos, em que fosse possível contornar, em grande parte, os problemas de controle (i.e. frequência, familiaridade, tamanho da palavra, etc) e introduzir um novo tipo de normatização, a interpretação semântica para avaliar se os estímulos estavam condizentes com a interpretação correta para cada relação. Além disso, validar o novo design experimental e os normatizar os estímulos antes de aplicá-los à avaliação neurofisiológica (EEG-ERP), que possui uma implementação muito mais custosa e trabalhosa. Com isso, se fez justificada a ideia desse experimento que será descrito agora.

Os nossos estímulos consistiram na seguinte formatação: uma palavra modificadora que indicaria um primeiro sentido (NP inicial, por exemplo, “armário” para MAT ou “serra” para FUN), depois o PP, em que a preposição sempre era a “de”, e a palavra-alvo fixa para o mesmo grupo de itens, como “armário/serra de madeira”. Ou seja, um mesmo item fixo recebeu duas combinações para variar com o item modificador (FUN/MAT). Veja a Tabela B:

MODIFICADOR	PREPOSIÇÃO	ALVO FIXO
Armário (MAT)	de	madeira
Serra (FUN)		

Como foram feitas 2 tarefas dentro de um único experimento, vamos começar primeiro falando da primeira tarefa (julgamento semântico) e depois da segunda tarefa (teste de familiaridade). Dessa forma, os objetivos para a primeira tarefa foram: i. fazer uma primeira seleção dos estímulos que estivessem relacionados com a interpretação de julgamento esperada, por exemplo, MAT condizente com a interpretação de “feito de”; ii. observar padrões e tendências de pós-processamento para as condições, observando as quantidade de acertos/erros de julgamento para MAT/FUN, em que indicaria uma preferência ou facilidade de conexão;

Já para a segunda tarefa, os objetivos foram: i.. normatizar o grau de familiaridade a fim de parear os estímulos para cada item quanto ao seu grau de familiaridade (FUN e MAT) em uma escala de Likert de 5 pontos; ii. aferir medidas próprias de estranhamento ou afeição para cada combinação, a fim de selecionar os itens que apresentassem um grau médio de familiaridade, mas principalmente, controlando entre condições para um pareamento interno de 2 pontos de diferença; iii. por fim, consequentemente, inferir valores de frequência/aceitabilidade para normatizar os estímulos. Desse modo, nosso interesse estava em medir o nível de quão rotineiro/familiar é a escuta daquela combinação, consequentemente, conseguimos uma métrica de estranhamento e de convencionalidade, e também inferimos a frequência da combinação com a palavra sugerida. Dessa forma, conseguimos mapear os itens que não indicariam um grau de estranheza muito alto, nem um grau de familiaridade muito alto (com expressões idiomáticas, por exemplo).

Para a primeira tarefa, tivemos como variáveis dependentes, a avaliação de julgamento semântico. Para a segunda tarefa, tivemos como variáveis dependentes a escala de Likert. E como variáveis independentes para ambas as tarefas, tivemos: o tipo de relação da combinação, sendo um para FUNÇÃO (ex. escova de cabelo) e outro para o MATERIAL (ex. parede de cimento).

A distribuição dos materiais nas versões experimentais foi feita através de um quadrado latino. As 8 listas experimentais foram atribuídas aos sujeitos conforme o programa randomizou para fazer o teste. Nenhuma versão específica foi atribuída a qualquer participante específico.

4.2.1. Metodologia

Para a criação e refinamento dos novos estímulos do Experimento 2, o primeiro passo foi considerar os resultados obtidos no Experimento 1, relatado integralmente em Peres, Soto (2024) e em resumo na seção anterior. Seleccionamos os melhores itens experimentais, que seguiram os seguintes critérios: consideramos com menos grau de estranheza, com base na escala de Likert. Além disso, com base nas respostas do Cloze dos participantes, escolhemos os itens que apresentaram respostas com a interpretação aparente mais condizente com o estímulo, evitando ao máximo palavras com uma interpretação ambígua (que funcionasse para ambas as interpretações). Além disso, também, utilizamos *insights* das palavras mais escolhidas e sugeridas no teste de Cloze.

Com esses critérios, que até certo ponto entraram em um campo subjetivo, descartamos diversos exemplos, como no caso de “molho de pizza” e “pastel de pizza”, que poderiam inferir ambiguidade do sentido, isto é, “é para material ou é para função?”, além de terem algum tipo de estranheza no tipo de relação semântica. Como por exemplo, pastel de pizza que não é necessariamente *feito de uma pizza*, mas sim do sabor que conhecemos como pizza (molho de tomate, orégano etc). Por isso também, se tornou justificável realizar um teste de julgamento, para não entrarmos em um viés de confirmação com base somente na intuição enquanto pesquisadores.

Com a ajuda do Experimento 1, após a triagem, 12 palavras foram reaproveitadas como alvo (ex. vidro, vinho, isopor etc.) e 16 palavras (a 1ª da combinação) foram reaproveitadas para novas combinações, sendo 11 para função e 5 para material. Grande parte dessas, na triagem seguinte, foram repareados com outras combinações que julgamos mais adequadas.

Com essas especificidades em mente, partimos para a elaboração dos novos estímulos para o Experimento 2. Consideramos que precisávamos ter mais rigor na formulação dos estímulos, tentando controlar certos aspectos que poderiam interferir tanto na relação de interpretação, como na captação de resultados neurofisiológicos, evitando efeitos não controlados nos resultados (já antecipando o experimento de EEG/ERP). Por isso, garantimos que os itens seguiram um padrão, controlando: frequência das palavras individuais e frequência da combinação, tamanho da palavra, relação de Qualia télico e constitutivo (verificando também os itens que possuem interpretação deverbal e container).

Para começar, trataremos do controle de frequência. Para aferir a frequência de cada palavra, utilizamos o corpus LexPorBR (<http://www.lexicodoportugues.com>), que é constituído de palavras escritas em blogs e jornais. Para a condição de material, encontramos

uma frequência média de 3,35 (DP: 0,94) de escala zipf para as primeiras palavras categorizadas para função e uma média de 3,61 (DV: 0,75) de escala zipf para as categorizadas como material. Além disso, as palavras alvo repetidas em ambas as condições (a terceira palavra) obtiveram uma média de 4,03 (DV: 0,53) de escala zipf.

É claro que somente a frequência da palavra separada não reflete o valor de frequência total da combinação, já que é possível que uma palavra sozinha como “moedor”, mesmo com zipf de 1,9899, e uma palavra mais frequente, como “bala”, com zipf de 4,1821, nas suas combinações (“moedor de café” e “bala de café”) se igualem. Para resolver essa questão, aplicamos justamente a tarefa de familiaridade, julgando a combinação para ter uma noção da frequência da combinação como um todo e não somente dos itens separados.

Agora, para o tamanho da palavra, resolvemos usar dois critérios: o número de letras e a separação de sílabas. A média do número de letras da primeira palavra para cada categoria foi de 6,36(DV: 1,53) para função e de 5,93(DV: 1,29) para material, já a terceira palavra (que se repete para as condições) obteve uma média de 5,66(DV: 1,44). Para a separação de sílabas, o número ficou entre 1 a 4 sílabas para todas as categorias de palavras.

Ainda na seleção dos estímulos, enfrentamos um desafio: os nomes deverbais e as combinações que dão ideia de container. Escolhemos incluir os itens que têm essas características, aceitando que eles se encaixam em uma categoria mais ampla nas suas estruturas de Qualia.

No caso dos deverbais, essa característica só apareceu em itens de relação de FUN (44 de 100), o que faz sentido devido a sua relação télica, que naturalmente infere uma necessidade de ação/evento, como o caso de “fábrica de [fabricar] chocolate” (cf. capítulo sobre estrutura de Qualia). Por isso, não descartamos e resolvemos incluir e avaliar sua interpretação neste experimento.

Quanto à categoria de container, vimos essa necessidade principalmente em relação aos télicos, como o caso de “taça de açaí”, entre os quais 18 (de 100) itens poderiam causar essa interpretação, mas que entram como uma subcategoria da estrutura de Qualia télico (cf. capítulo sobre estrutura de Qualia). No caso dos 9 (de 100) itens constitutivos que possivelmente se incluíam como container (ex. sopa de carne), consideramos que eles também entram na ideia de “parte de” que é uma das possíveis associações que as relações temáticas permitem.

4.2.2. Participantes

Recrutamos online 298 pessoas que tivessem entre 18 e 40 anos (média=24,64 anos; DP=6,21), sendo a maioria habitante do estado do Rio de Janeiro para o estudo (M=66, F=217, outro=11, não reportado=4).

4.2.3. Procedimentos de coleta e Design Experimental

O experimento foi aplicado remotamente a partir da plataforma Pibex (Zerh; Schwarz, 2018), que é uma plataforma gratuita desenvolvida para aplicação de experimentos psicolinguísticos. Todos os participantes tiveram acesso a uma tela de consentimento. A pesquisa foi aprovada pelo Comitê de Ética em Pesquisa da UFRJ, IESC, em 30 de julho de 2024, CAAE nº 80515024.0.0000.5286.

A primeira tarefa consistia em uma adaptação do estudo comportamental realizado por Flick et al. (2021). Foi aplicado um teste de teste de julgamento semântico (veja Figura E), em que os participantes foram apresentados a uma sentença com uma lacuna, por exemplo, “sorvete de chocolate” é um(a) sorvete _____ chocolate’. Ao ler essa frase, os participantes deveriam responder à pergunta “complete a sequência com a opção que reflete melhor o sentido da sua interpretação da frase” clicando em uma das seguintes alternativas: “que é SOBRE”, “que está EM(NO/NA)”, “que é feito(a) PARA”, “que CONTÉM”, “que é feito(a) DE”, atribuindo a melhor interpretação para cada estímulo na sua opinião.

Ainda na explicação, cada item foi destrinchado para melhor entendimento da tarefa. Citamos os exemplos: “No caso de frases como “bolo de cenoura”, caso escolha “que é feito(a) de”, entende-se uma interpretação de que um ingrediente desse bolo é cenoura. Caso escolha “que contém”, entende-se que a interpretação é de que dentro do bolo tem cenoura; um exemplo da escolha de “que é feito(a) para”, poderia ser no caso de “esponja de maquiagem”, levando a interpretação que é uma esponja feita para (aplicar) maquiagem; um exemplo de escolha de “que é sobre” poderia ser no caso de “livro de arte”, refletindo uma interpretação que é um livro sobre arte, ou talvez “que contém”, dizendo que dentro do livro tem arte; um exemplo de escolha de “que está em(no/na)” poderia ser no caso de “peixe de mar”, refletindo uma interpretação de que o peixe está no mar.” Por fim, ainda ressaltamos que seria possível que o participante não encontrasse a opção que considera ideal. Nesse caso, foi instruído a escolher a que mais se aproxima do que interpretou.

progress

Complete a sequência com a opção que reflete melhor o sentido da sua interpretação da frase

"estojo de caneta" é um(a) estojo _____ caneta

que é SOBRE	que está EM(NO/NA)	que é feito(a) PARA
que CONTÉM	que é feito(a) DE	

Figura E: Teste de Julgamento Semântico, do teste normativo. Fonte: De autoria própria, 2025.

Com a tarefa de julgamento, esperamos mapear que os nossos estímulos estão de acordo com a interpretação do participante para o que é a nossa interpretação esperada da combinação. Antes de iniciar, uma etapa de treinamento foi realizada a fim de garantir que o sujeito entendeu a tarefa. E seguiu até finalizar.

A segunda tarefa foi um teste de familiaridade com escala Likert de 1 a 5 (veja Figura F), em que os participantes foram apresentados a uma sentença, atribuindo um número para seu nível de familiaridade com cada estímulo.

Assim, antes de cada tarefa, o participante era instruído da seguinte maneira: “Em uma escala de 1 a 5, o quanto você costuma ouvir essa frase?”. Foi explicado cada nível do ranking, sendo 1 para a que nunca ouve, e 5 para que sempre ouve. Por exemplo, a sugestão foi "bolo de milho". Se é uma expressão que o participante nunca ouve, então aconselhamos a responder 1. Se o participante ouve, mas não com muita frequência, aconselhamos a responder 3 (que significa “às vezes”). Se o participante ouve sempre, aconselhamos a responder 5 (sempre). Opções 2 (raramente) e 4 (bastante frequência), são intermediárias. Antes de iniciar o teste, uma etapa de treinamento foi realizada a fim de garantir que o sujeito entendeu a tarefa. E seguiu até finalizar o teste.

Em uma escala de 1 a 5, o quanto você costuma ouvir essa frase?

moldura de gesso

Nunca		Às vezes		Sempre
1	2	3	4	5

Figura F: Teste de Familiaridade (Escala de Likert), do teste normativo. Fonte: De autoria própria, 2025.

Tivemos 200 estímulos de interesse, distribuídos por 8 versões experimentais, através de um quadrado latino, de maneira que um mesmo participante nunca visse mais de uma vez o mesmo estímulo. Cada versão experimental teve 25 estímulos de interesse e 25 combinações distratoras.

Na primeira tarefa, os distratores foram distribuídos propositalmente para se adequar a alguma das opções disponíveis. Achemos importante realizar esse controle, porque, dentre as condições de interesse, todas apresentavam a possibilidade de se relacionar a uma das condições esperadas (“feito para” ou “feito de”). Dessa maneira, adaptar os distratores para além de encaixar com alguma opção, também apresentar preposições diversas (com, na, em) pareceu uma boa estratégia para deixar os estímulos distratores mais equilibrados e disfarçados em relação aos estímulos de interesse (ex.: “chaveiro com abridor”, “bilhete em branco”), dificultando que o participante pudesse perceber o objetivo do estudo.

Já para a segunda tarefa, os distratores foram pensados propositalmente para se adequar a um nível muito alto de frequência e familiaridade, como as expressões idiomáticas (ex. “carro de luxo”), um nível médio de frequência (ex. “microfone de estúdio”) e um nível de combinação impossível ou muito raro (ex. “azeite de pantufa”).

4.2.4. Análise de dados e resultados

4.2.4.1. Julgamento semântico

Como dividimos a pesquisa em 2 tarefas, primeiro vamos comentar sobre a tarefa de julgamento de interpretação semântica.

Antes de iniciar a análise, fizemos uma primeira filtragem nos dados, retirando os participantes que apresentaram algum tipo de resposta muito destoante de familiaridade para os distratores-controle, que serviram como medida de atenção e engajamento no teste.

A partir disso, removemos os participantes que apresentaram escolha maior que 2 (na tarefa de Likert) para os distratores “pato com pilhas” e “azeite de pantufa”, pois são muito pouco familiares e, possivelmente, indicam uma falta de atenção.

Com os dados limpos, geramos o primeiro gráfico informativo que nos deu uma visão geral das escolhas dos participantes em relação à interpretação semântica esperada para cada condição. Veja a Gráfico A:

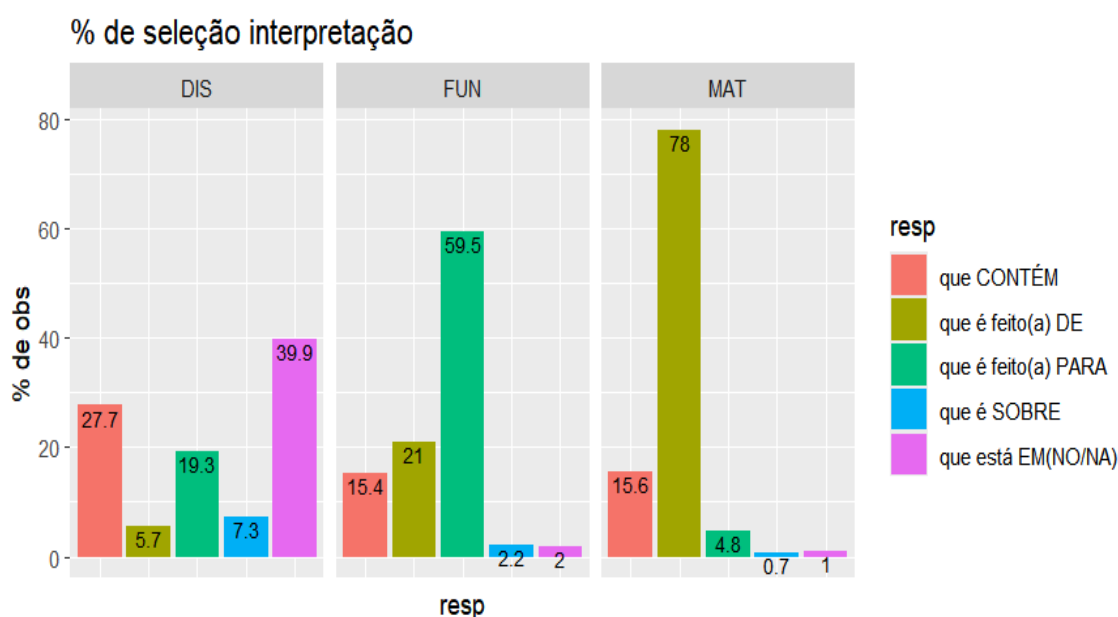


Gráfico A: Porcentagem da Seleção de Interpretação de Todos os Itens, do teste normativo. Fonte: De autoria própria, 2025.

Em geral, vimos que há uma correspondência generalizada entre a categoria semântica que os participantes consideram como a melhor interpretação e as quais nós tínhamos planejado a priori para os estímulos. Por exemplo, vemos que os estímulos planejados para a categoria MAT foram julgados como pertencentes a essa categoria em 78% dos casos. A porcentagem de seleção alvo (que é feito(a) PARA) foi 59,5%; em decréscimo de quase 20%. Apesar dessa diferença, os dados parecem evidenciar que, na maioria, os itens são semanticamente estáveis.

Com esse resultados, podemos observar algumas tendências de pós-processamento do fenômeno. Em relação a MAT, percebemos uma construção muito bem delimitada, há pouca variação na sua interpretação, mostrando que há pouca dificuldade em inferir o sentido para qual os estímulos foram designados. Ressaltamos que isso pode ser interpretado como uma

inclinação de que a preposição “de” para material é passível de uma transparência (i.e. facilidade) maior de associação de sentido, quando tratamos de um julgamento consciente.

Além disso, é possível relacionar essa facilidade de escolhas ao fato de que certos nomes, como “madeira”, “ferro”, “borracha”, são nomes que carregam em si uma semântica que infere um Qualia constitutivo, o que também causaria essa relação de associação mais direta.

Uma outra observação é que os itens que envolviam alimento, em grande maioria, foram interpretados para o sentido de “que contém”, o que faz sentido, já que apresenta uma forte relação de ser um “ingrediente” e não o material integral na constituição do objeto. Exemplos disso são: “pastel de frango”, “empada de queijo” e “molho de vinho”.

Já para FUN, a situação é um pouco mais nublada. A associação de sentido é menos óbvia e mais dispersa no resultado do julgamento pós-processamento. Nesse sentido, apesar de a maioria corresponder com a interpretação esperada, a sua variabilidade foi mais evidente: como podemos observar comparado ao MAT, que teve 78% de escolha alvo (que é feito(a) DE), para FUN, a porcentagem de seleção alvo (que é feito(a) PARA) foi 59,5%; em decréscimo de quase 20%.

No caso de FUN, é visível que, com os resultados apresentados, a sua interpretação é fortemente perpassada pela ideia de container (que está EM) e pela interpretação de constitutivo (que é feito DE), antes de ser visto como funcional. Para entender isso, primeiro é importante observar os itens nos quais isso acontece.

No caso de container, todo item que se refere a um objeto que “guarda”, “armazena” tende a ser interpretado como ‘que contém’, como é o caso de “panela de arroz”, “bandeja de carne”, “saco de leite”, etc. Isso é uma relação que já antecipamos, e possivelmente é explicada pelo conhecimento de mundo que comumente associa objetos “ocos”, “vazios” como objetos que são feitos para guardar/armazenar algo. No entanto, o interessante é Pustejovsky (Anick, Pustejovsky, 1990) já previa esse tipo de relação para a categoria dos itens télicos (i.e. funcionais), propondo que engloba também a relação de CONTAINER na mesma classificação macro que os télicos diretos (ler mais no capítulo de Qualia), talvez por ser associada à função de guardar, sendo possível de ser parafraseada como “panela de (para guardar) arroz.

Já para o caso dos itens designados como FUN que receberam uma classificação de MAT, atribuímos a isso a ideia de que é possível que *a priori* o sujeito faça uma leitura do que mais corresponda com a estrutura mais evidente - seja porque o Quale da palavra alvo leva a inferir uma semântica muito constitutiva (ex. aço) e isso causar uma ambiguidade de sentido,

como também, pela transparência e “estabilidade” da relação que a preposição “de” já infere em combinações, como percebemos nos dados apresentados anteriormente.

No exemplo de “lixa de aço”, a combinação é ambígua, porque “aço” costuma ser interpretado como um material de que objetos são constituídos e não um material que é “lixado” por uma lixa. Isso está muito atrelado a uma percepção do qual natural constitutivo de aço: isto é, a experiência com o mundo nos ensinou que o qual constitutivo (i.e. o que é) de “aço” é “um material”. Alinhado a isso, em expressões como “cofre de ouro”, “tesoura de borracha”, entre outros, a interpretação baseada na experiência com o mundo falha, justamente porque, na realidade, é - quase - impossível que um cofre seja FEITO DE ouro ou uma tesoura seja FEITA DE borracha. Nesses casos, o que prevalece é a influência mais forte do sentido de Qualia constitutivo associado à palavra (i.e. borracha e ouro são mais comumente relacionados à noção de material), mesmo que não faça sentido com a realidade. Por esse motivo, é possível inferimos também que, há, em algum aspecto, uma via de facilidade de interpretação mais estável e transparente de “de” para MAT.

4.2.4.2. Julgamento de familiaridade

Agora, vamos analisar a segunda parte do experimento, a tarefa de escala de Likert com julgamento de familiaridade para a combinação apresentada. Nessa etapa, os resultados foram interessantes e serviram como uma maneira de compreender a aceitabilidade e, conseqüentemente, a frequência para cada item. Dessa forma, conseguimos mapear os itens que não indicariam um grau de estranheza muito alto, nem um grau de familiaridade muito alto (com expressões idiomáticas, por exemplo).

Para começar a análise, vamos observar a medida de familiaridade com a porcentagem de escolha na escala de Likert (ver Gráfico B) . Isso quer dizer, que nesse gráfico, observamos como ficou distribuída a escolha total para cada condição. A tendência é para a ideia que FUN apresenta uma familiaridade mais baixa que MAT, já que sua aceitabilidade para os participantes se dá na maior parte, no 1 (i.e. nunca ouve), com 38,5%. Enquanto para MAT, há uma regularidade e uma distribuição mais pareada entre os níveis da escala, com uma tendência para mais familiar (com 31,3% para nível 5).

Isso corrobora com o que foi relatado antes. Os itens de FUN são mais complexos de serem identificados e possuem uma familiaridade (relação de aceitabilidade) mais baixa, justamente por isso, é possível que na confecção dos estímulos, tenhamos escolhidos itens que são mais distantes do dia-a-dia dos participantes. O oposto acontece com MAT, que por serem

itens de fácil relação, a confecção dos estímulos pode ter inclinado para uma maior familiaridade e proximidade com a escuta no dia-a-dia dessas combinações.

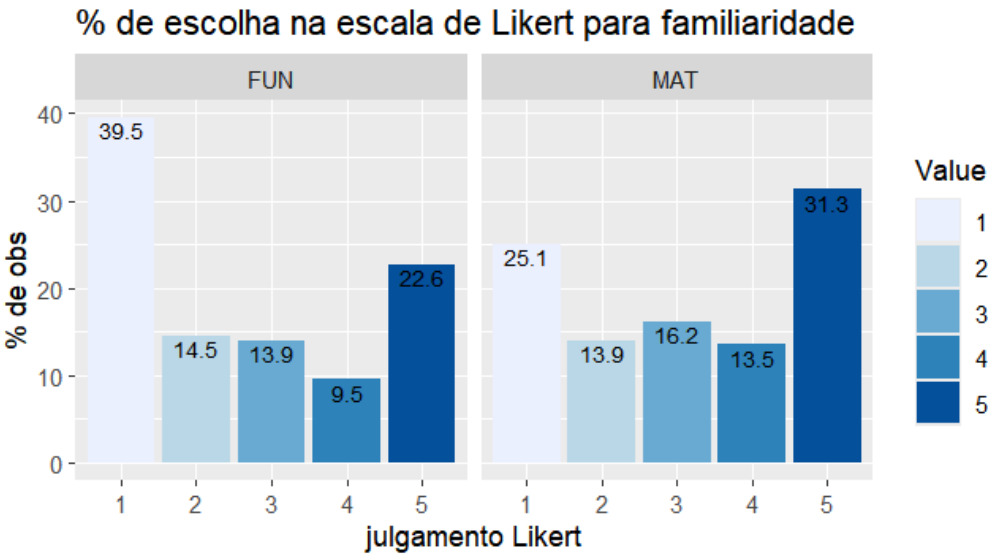


Gráfico B: Porcentagem de escolha total na escala de Likert, do teste normativo. Fonte: De autoria própria, 2025.

No entanto, esse resultado sozinho não é muito produtivo, porque seria mais valioso observar a distribuição da média e mediana por item na condição, já que o objetivo inicial é controlar o nível de familiaridade entre estímulos de um mesmo item (i.e. palavra alvo). Nesse sentido, analisamos individualmente cada item e seus julgamentos. Assim, seria possível obter um dado que realmente indicasse o grau de variabilidade dos itens escolhidos, para, enfim, fazer a filtragem. Assim, geramos uma tabela (ver Tabela C) que apresenta um resumo do resultado das médias (para maior granularidade) e medianas (para verificação macro) dos itens.

Condição	Alvo	Item	Média de Familiaridade	Mediana de Familiaridade
FUN	feijão	concha de feijão	4.657.895	5.0
FUN	feijão	tempero de feijão	4.243.243	4.0
MAT	feijão	hambúrguer de feijão	2.205.882	2.0
MAT	feijão	sopa de feijão	3.484.848	4.0

Tabela C: Recorte de alguns itens experimentais para exemplificação, do teste normativo. Fonte: De autoria própria, 2025.

Para observar melhor como as medidas por item afetam a diferença global entre condições, fizemos uma análise estatística da distribuição da mediana de todos os itens por condição, ou seja, calculamos a mediana por item, depois utilizamos a mediana como dado

para calcular a diferença de julgamento entre FUN e MAT, em que rodamos uma análise ANOVA ((mod2<-aov(median_value~Condicao, data=result) summary(mod2)). E observamos (ver Gráfico C) que os itens apresentam uma grande variabilidade de familiaridade, que gera uma diferença entre as medianas por condição, com índice maior para MAT (3) do que FUN (2), com uma proeminente diferença estatística (Mean Sq=26.690; F value=14.7; $p<0,05^{***}$) já anteriormente prevista.

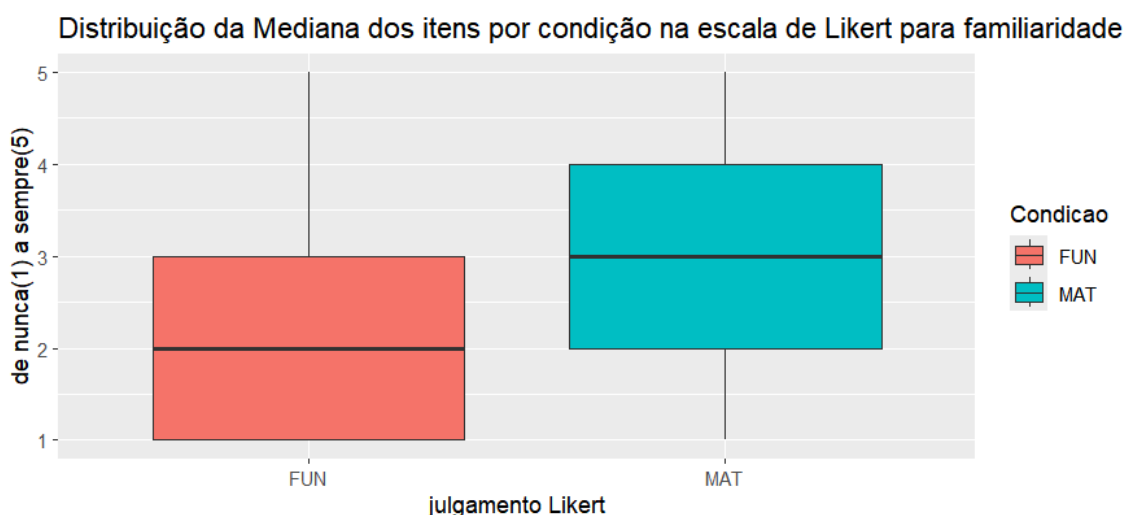


Gráfico C: Distribuição da mediana de todos os itens por condição, do teste normativo. Fonte: De autoria própria, 2025.

Com o *insight* do gráfico, ficou evidente que havia a necessidade de reanalisar e peneirar os melhores itens. Com esse objetivo, conseguimos filtrar os dados e, de forma qualitativa, selecionamos os itens com a familiaridade que mais correspondia entre os estímulos para ambas as condições, assim alcançamos um grau de paridade entre os pares experimentais e conseguimos um resultado mais uniforme. É o que iremos destrinchar na próxima seção.

4.2.5. Resultados pós-normatização

Após olhar todos os itens, com base nas observações feitas acima, finalmente refinamos o resultado para alcançar a normatização que esperávamos. Com isso, selecionamos os melhores e mais estáveis itens para o Experimento EEG.

Resolvemos excluir os itens que não correspondiam aos nossos critérios, como: correspondência semântica, frequência e tamanho de palavra, em uma nova triagem. Isso quer

dizer que, de 200 itens experimentais anteriores, foram selecionados 84 para o experimento neurofisiológico.

O primeiro critério para exclusão deveria ser o de correspondência semântica, com dados do resultado da primeira tarefa. Esse é o fator primordial para garantir que a interpretação fosse feita de maneira prevista e não houvesse distinção de sentido. Por isso, escolhemos somente os itens em que ambos os estímulos apresentaram paridade com a condição sugerida por nós (observe as colunas de condição e de resultado do teste de julgamento na Tabela D, assim como a gráfico D de porcentagem de seleção de interpretação).

É importante ressaltar que, em um teste de julgamento, é possível que nem todos os itens possuam um resultado unânime (i.e. 100% para a escolha determinada), por isso, escolhemos os itens que apresentaram 50% ou mais para o resultado desejado sem que o segundo maior porcentagem para alguma outra categoria ultrapassasse, aproximadamente, 40% (lembrando que no cenário de escolha entre 5 categorias semânticas possíveis). No entanto, precisamos retratar que 4 itens selecionados fugiram às regras, sendo esses: para FUN (i.e. que é feito(a) PARA) vinho, leite e louça; e para MAT, carne. Esses itens apresentaram um resultado acima de 50% para “que CONTÉM” (veja os itens em vermelho na Tabela D, que apresenta somente os itens escolhidos).

Alvo	FUN				MAT			
	que é feito(a) PARA		que CONTÉM		que é feito(a) DE		que CONTÉM	
	Quantidade	Frequência (%)	Quantidade	Frequência (%)	Quantidade	Frequência (%)	Quantidade	Frequência (%)
areia	28	93,3	2	6,7	40	100	0	0
argila	24	60	0	0	42	89,4	2	4,3
arroz	36	94,7	2	5,3	19	55,9	6	17,6
bambu	18	52,9	2	5,9	34	91,9	1	2,7
borracha	16	53,3	1	3,3	40	100	0	0
café	37	100	0	0	24	72,7	9	27,3
carne	30	88,2	3	8,8	18	47,4	19	50
cebola	46	97,9	0	0	17	50	17	50
cerâmica	37	92,5	0	0	40	85,1	1	2,1
champanhe	30	78,9	0	0	15	45,5	16	48,5
cimento	39	83	7	14,9	0	0	0	0
coco	39	97,5	0	0	21	70	9	30
cola	29	78,4	7	18,9	28	82,4	6	17,6

concreto	21	61,8	1	2,9	35	92,1	2	5,3
crochê	21	70	1	3,3	40	100	0	0
feijão	35	87,5	0	0	31	66	15	31,9
ferro	23	60,5	2	5,3	31	93,9	1	3
flor	21	63,6	12	36,4	29	76,3	6	15,8
frango	41	87,2	5	10,6	31	77,5	2	5
fumaça	26	76,5	3	8,8	25	53,2	15	31,9
gelo	26	68,4	9	23,7	26	78,8	5	15,2
gesso	23	69,7	0	0	31	83,8	2	5,4
grafite	42	89,4	2	4,3	26	65	13	32,5
isopor	29	85,3	0	0	25	83,3	0	0
lagosta	34	91,9	2	5,4	22	64,7	12	35,3
laranja	32	94,1	2	5,9	33	89,2	3	8,1
leite	8	26,7	21	70	24	60	15	37,5
louça	15	37,5	25	62,5	27	57,4	1	2,1
madeira	24	64,9	1	2,7	33	97,1	0	0
mármore	19	57,6	2	6,1	31	81,6	3	7,9
nylon	15	50	2	6,7	37	92,5	2	5
ouro	21	52,5	1	2,5	27	90	3	10
pano	26	78,8	1	3	33	86,8	3	7,9
papel	37	92,5	0	0	41	87,2	2	4,3
papelão	32	86,5	0	0	32	94,1	1	2,9
pedra	17	50	4	11,8	24	63,2	9	23,7
peixe	44	93,6	0	0	22	64,7	12	35,3
prata	30	81,1	1	2,7	32	94,1	1	2,9
queijo	30	90,9	0	0	29	78,4	7	18,9
vidro	39	83	1	2,1	33	97,1	0	0
vinho	6	17,6	28	82,4	23	48,9	19	40,4
vinil	28	73,7	1	2,6	30	90,9	0	0

Tabela D: Distribuição da seleção de interpretação nos estímulos do EEG (normatizados). Fonte: De autoria própria, 2025.

Com essa seleção, conseguimos obter itens muito mais homogêneos e estáveis, que confirmam que os participantes, em sua maioria, interpretam a semântica da combinação de acordo com o esperado. Veja a nova relação da porcentagem global por condição no Gráfico D, que apresenta índices estatisticamente iguais para FUN (75%) e MAT (77,5%).

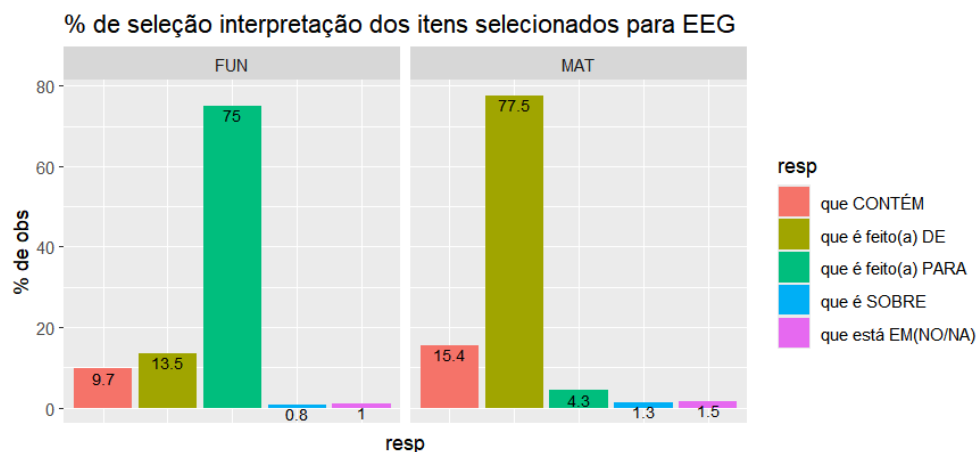


Gráfico D: Porcentagem de seleção de interpretação de itens experimentais para EEG (normalizados). Fonte: De autoria própria, 2025.

Após essa primeira filtragem, partimos para o critério baseado na segunda tarefa: a familiaridade entre condições. Para cada item (palavra alvo), apresentamos duas opções para cada condição (ex. sendo 2 de FUN e 2 de MAT, por exemplo, “estilete de bambu” e “cano de bambu” como um par e “serrote de bambu” e “fruteira de bambu” como outro par), para escolher os melhores pares com frequência mais pareada entre as condições. Com isso, foi possível observar dois aspectos: as medianas, em que tentamos manter um padrão de não mais que 2 graus de diferença entre os itens (no entanto, 4 itens fugiram a essa regra, são esses: frango, gelo, isopor e ouro) (c.f Tabela Q). E depois, as médias, que proporcionaram um pouco mais de granularidade, assim conseguimos captar diferenças sutis que permitiram uma escolha mais consciente. Por exemplo, no caso da palavra alvo bambu, mesmo que a média de familiaridade fosse mais próxima para o par “serrote de bambu” (FUN) e “cano de bambu” (MAT), as médias para a combinação com “fruteira de bambu” (MAT) ainda eram relativamente próximas, o que permitia que a gente utilizasse outros critérios para tornar mais viável. Nesse sentido, quando necessário mais um critério de exclusão, observamos a paridade entre número de letras e, também, a frequência zipf da primeira palavra (observe a cor amarela na Figura G), que poderia influenciar na escolha para deixar os itens com tamanho similar ou frequência mais aproximada.

Itens do Experimento 2

1ª palavra	Zipf	Nº de letras	2ª palavra	Item	Condição	Resultado do teste de julgamento	Resultado média do teste de Familiaridade	Resultado mediana do teste de Familiaridade
estilete	1,9899	8	bambu	estilete de bambu	FUN	que é feito(a) DE	1.255.319	1.0
serrote	2,3579	7	bambu	serrote de bambu	FUN	que é feito(a) PARA	1.400.000	1.0
cano	3,5422	4	bambu	cano de bambu	MAT	que é feito(a) DE	1.647.059	1.0
fruteira	1,9899	8	bambu	fruteira de bambu	MAT	que é feito(a) DE	1.950.000	2.0



Itens do Experimento EEG

1ª palavra	Zipf	Nº de letras	2ª palavra	Item	Condição	Resultado do teste de julgamento	Resultado médio do teste de Familiaridade	Resultado mediana do teste de Familiaridade
serrote	2,3579	7	bambu	serrote de bambu	FUN	que é feito(a) PARA	1.400.000	1.0
fruteira	1,9899	8	bambu	fruteira de bambu	MAT	que é feito(a) DE	1.950.000	2.0

Figura G: Critérios para escolha dos itens experimentais para Experimento EEG (normalizados). Fonte: De autoria própria, 2025.

Então, depois de avaliar todos esses critérios, chegamos aos itens experimentais normalizados (ver Tabela E).

Condição	Alvo	Item	Média de Familiaridade	Mediana de Familiaridade
FUN	areia	peneira de areia	2.794.118	3.0
MAT	areia	estátua de areia	2.459.459	2.0
FUN	argila	espátula de argila	1.621.622	1.0
MAT	argila	xícara de argila	2.151.515	2.0
FUN	arroz	peneira de arroz	3.264.706	3.0
MAT	arroz	vinagre de arroz	2.633.333	2.0
FUN	bambu	serrote de bambu	1.400.000	1.0
MAT	bambu	fruteira de bambu	1.950.000	2.0
FUN	borracha	cola de borracha	1.941.176	1.0
MAT	borracha	boia de borracha	2.486.486	2.0
FUN	café	moedor de café	3.675.000	4.0
MAT	café	bala de café	3.914.894	4.0
FUN	carne	tábua de carne	4.233.333	5.0
MAT	carne	ensopado de carne	3.970.588	4.5
FUN	cebola	fatiador de cebola	2.303.030	2.0

MAT	cebola	salada de cebola	2.657.895	2.5
FUN	cerâmica	selador de cerâmica	1.513.514	1.0
MAT	cerâmica	bancada de cerâmica	3.212.121	3.0
FUN	champanhe	rolha de champanhe	2.882.353	3.0
MAT	champanhe	trufa de champanhe	1.808.511	1.0
FUN	cimento	máquina de cimento	2.393.939	2.0
FUN	coco	furador de coco	2.675.676	2.0
MAT	coco	licor de coco	2.382.353	2.0
FUN	cola	pincel de cola	2.400.000	2.0
MAT	cola	escultura de cola	1.266.667	1.0
FUN	concreto	martelo de concreto	1.466.667	1.0
MAT	concreto	estrada de concreto	2.970.588	3.0
FUN	crochê	linha de crochê	3.794.118	4.0
MAT	crochê	toalha de crochê	3.297.297	3.0
FUN	feijão	tempero de feijão	4.243.243	4.0
MAT	feijão	sopa de feijão	3.484.848	4.0
FUN	ferro	solda de ferro	3.029.412	3.0
MAT	ferro	estante de ferro	2.446.809	2.0
FUN	flor	vaso de flor	3.978.723	4.0
MAT	flor	coroa de flor	3.294.118	3.0
FUN	frango	assadeira de frango	3.000.000	2.0
MAT	frango	peito de frango	4.918.919	5.0
FUN	fumaça	coifa de fumaça	1.710.526	1.0
MAT	fumaça	aroma de fumaça	2.181.818	2.0
FUN	gelo	forma de gelo	4.735.294	5.0
MAT	gelo	pista de gelo	2.723.404	2.0
FUN	gesso	esponja de gesso	1.276.596	1.0
MAT	gesso	enfeite de gesso	2.500.000	2.5
FUN	grafite	apagador de grafite	1.727.273	1.0
MAT	grafite	lápiz de grafite	2.891.892	3.0
FUN	isopor	solvente de isopor	1.631.579	1.0
MAT	isopor	tampa de isopor	3.852.941	4.0
FUN	lagosta	garfo de lagosta	1.625.000	1.0
MAT	lagosta	caldo de lagosta	1.866.667	1.0
FUN	laranja	coador de laranja	2.400.000	2.0
MAT	laranja	geleia de laranja	3.400.000	4.0
FUN	leite	garrafa de leite	3.176.471	3.0
MAT	leite	vitamina de leite	2.459.459	2.0
FUN	louça	gaveta de louça	2.405.405	2.0
MAT	louça	prato de louça	2.727.273	2.0
FUN	madeira	serra de madeira	3.125.000	3.0
MAT	madeira	janela de madeira	3.200.000	3.5
FUN	mármore	cera de mármore	1.361.702	1.0
MAT	mármore	painel de mármore	2.588.235	2.5
FUN	nylon	agulha de nylon	2.294.118	2.0
MAT	nylon	jaqueta de nylon	2.216.216	2.0

FUN	ouro	peneira de ouro	1.594.595	1.0
MAT	ouro	colar de ouro	4.205.882	5.0
FUN	pano	gancho de pano	1.404.255	1.0
MAT	pano	estojo de pano	2.500.000	2.0
FUN	papel	tesoura de papel	3.756.757	5.0
MAT	papel	sacola de papel	4.030.303	4.0
FUN	papelão	estilete de papelão	1.875.000	1.0
MAT	papelão	móvel de papelão	1.500.000	1.0
FUN	pedra	marreta de pedra	1.666.667	1.0
MAT	pedra	trilha de pedra	2.470.588	2.0
FUN	peixe	arpão de peixe	2.333.333	2.0
MAT	peixe	bolinho de peixe	2.894.737	3.0
FUN	prata	polidor de prata	2.575.000	2.0
MAT	prata	troféu de prata	2.933.333	3.0
FUN	queijo	ralador de queijo	4.021.277	4.0
MAT	queijo	molho de queijo	4.000.000	4.5
FUN	vidro	cortador de vidro	2.545.455	2.0
MAT	vidro	lente de vidro	3.078.947	3.5
FUN	vinho	barril de vinho	3.263.158	3.0
MAT	vinho	coquetel de vinho	2.666.667	2.0
FUN	vinil	vitrola de vinil	2.500.000	2.0
MAT	vinil	bota de vinil	1.553.191	1.0

Tabela E: Médias e medianas dos itens experimentais escolhidos para o EEG (normalizados). Fonte: De autoria própria, 2025.

Com os estímulos definidos, conseguimos realizar uma nova bateria de análises estatísticas para a familiaridade. Fizemos uma análise ANOVA para comparar a mediana em função da variável de condição (MAT ou FUN). Assim, conseguimos verificar se a mediana dos valores por item varia de maneira significativa entre as duas condições. O resultado que encontramos mostra que não há significância estatística para que as condições apresentem diferença entre si (mean Sq=3,468; F value=2,433; p=0,123). Veja a Gráfico E:

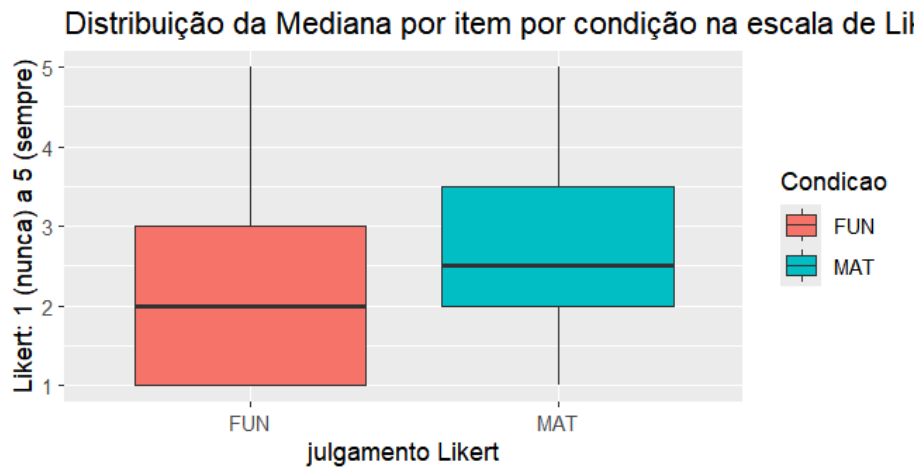


Gráfico E: Distribuição da Mediana por item e por condição (normalizados). Fonte: De autoria própria, 2025.

Para complementar essa análise, realizamos um teste em que comparamos a média por item, relação que foi crucial para desenvolvermos nossos estímulos experimentais. Da mesma maneira, aplicamos uma teste ANOVA, que não apresentou diferença estatística entre condições (mean Sq=1,4118; F value=1,868; p=0.175).

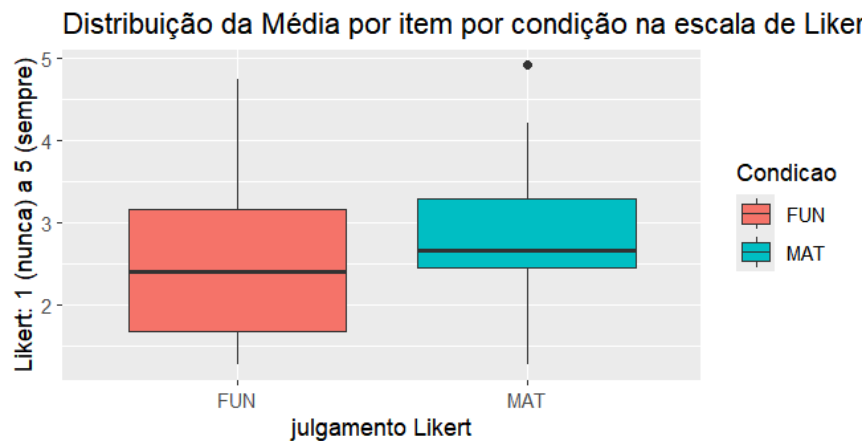


Gráfico F: Distribuição da média por item e por condição (normalizados). Fonte: De autoria própria, 2025.

Por último, realizamos um teste que trata a mediana como um dado ordinal, que significa que o modelo considera a mediana como uma estrutura hierárquica e não um valor contínuo, com isso, há uma distribuição das categorias de modo ordenado. Neste teste, comparamos um modelo nulo (que a condição não influencia a mediana) com um modelo em que inclui condição como um fator. O resultado não correspondeu ao esperado, mas encontramos uma sutil diferença estatística (AIC=300,42; LogLik=-141,21; LRStat=3,8801; df=1; p=0,04886*), que indica que há uma diferença entre condições na mediana.

Com os dados analisados e condições normatizadas, alcançamos o objetivo da primeira tarefa, pois conseguimos com sucesso selecionar um grupo de estímulos com a interpretação semântica ajustada. Ainda recolhemos informações valiosas sobre a tendência do julgamento metacognitivo dos participantes, que possuem uma facilidade de conexão de sentido para MAT.

Para a segunda tarefa, embora não tenhamos conseguido controlar com qualidade o grau de estranheza entre as condições (escolhendo as que apresentavam uma interpretação não muito comum, nem muito rara), conseguimos controlar a familiaridade entre condições e encontramos um resultado estatístico melhor controlado (do que no início), embora não perfeitamente, nos estímulos selecionados.

Com isso, seguimos para a aplicação do Experimento do EEG-ERP, que será relatado no capítulo 5.

5. Experimento EEG

Nesta etapa, trataremos do Experimento com EEG/ERP. Nosso objetivo foi compreender como os processos cognitivos estão associados ao fenômeno, ou seja, captar respostas neurofisiológicas relacionadas aos processos combinatórios, por volta de 250ms, além de integração semântica e coerção, por volta de 400ms, além de outras evidências mais tardias.

5.1. Design experimental e materiais

Para o experimento do EEG, a variável independente é o tipo de relação semântica, com 3 condições: material (MAT), função (FUN) e não-palavra (NPA). As variáveis dependentes coletadas são a acurácia, tempo de resposta e as amplitudes médias dos sinais de ERPs gravados durante a leitura do estímulo durante uma tarefa de pareamento de frase-imagem - *picture matching*.

Para as figuras, controlamos as seguintes características: todas foram apresentadas com o mesmo tamanho (400x400px), com fundo branco e utilizando características da combinação (para resposta compatível) ou um objeto aleatório (para resposta incompatível).

Para elaborar os estímulos de MAT e FUN, pegamos os itens selecionados no teste normativo (Experimento 2) que realizamos, apresentado no capítulo anterior.

Mas além disso, para o EEG, acrescentamos estímulos de não-palavra (NPA). Fizemos essa escolha porque consideramos seguir o mesmo protocolo de estímulos dos estudos de Pylkkanen et al. (2019) e Fló et al. (2020). Vale ressaltar que, mesmo que Neufeld et al. tenha usado pseudopalavras, ele não atribuiu nenhum tipo de resultado que se ressaltasse sobre esses estímulos nos intervalos de interesse, fortalecendo nossa decisão de permanecer com NPA. Assim, para a construção dos itens de NPA, utilizamos o programa Lexique (<http://www.lexique.org/shiny/unipseudo/>) que gera automaticamente pseudopalavras de várias línguas do mundo. Escolhemos línguas que não possuem o mesmo sistema de construção de palavras e utilizamos como um recurso para gerar as não-palavra no PB, sempre com 5-6 letras. As NPAs entraram no lugar das palavras-alvo (as fixas, como “bambu”, “madeira” etc) e foram escolhidas de maneira randômica em geradores de palavras, seguindo uma média de número de letras 5,40(DP: 0,98). Os distratores foram repetidos do experimento 2 anterior. Assim, os estímulos ficaram dispostos da seguinte maneira, veja a Tabela F:

FUN	peneira de arroz
NPA	bomba de asgji
MAT	fruteira de bambu
DIS	guitarra com corda

Tabela F: Desenho experimental dos estímulos EEG. Fonte: De autoria própria, 2025.

Os 168 estímulos foram randomizados diretamente no Excel, assim nenhuma condição apareceu mais do que 2 vezes consecutivas. Foram elaboradas 2 listas (sendo a Lista A, dividida em A, A1, A2 e A3, e a lista B, dividida em B, B1, B2 e B3) com as mesmas palavras dispostas de maneiras intercaladas, em que A e A1 se equivale a B2 e B3, assim como A2 e A3 se equivale a B e B1, desse modo, os participantes que começaram vendo a primeira parte da lista A, obrigatoriamente veriam diferente dos participantes que começaram vendo a primeira parte estímulos da lista B.

5.2. Metodologia

O experimento foi confeccionado no software E-Prime versão 3.0.3 e as respostas foram captadas com o aparelho Chronos, onde apenas o primeiro e o terceiro botão estavam disponíveis para o participante clicar na resposta mais adequada, com o LED vermelho indicando "não" (i.e. a imagem que não correspondesse a frase) e o LED azul indicando "correto" (i.e. a imagem que correspondesse a frase), com o objetivo de incentivar o participante a se manter engajado e com atenção ao experimento ao longo de todo o processo.

O experimento foi composto por uma fase de treino e 4 blocos experimentais. Durante o experimento todo, tiveram momentos de pausas: um após o treino, e entre cada bloco, que totalizou 4 pausas ao todo. O participante poderia descansar pelo tempo que desejasse e, quando estivesse pronto, apertava um botão para continuar.

Os participantes receberam instruções de como realizar a tarefa e executaram um treinamento com 5 itens simulando os itens experimentais. Após o início do experimento, cada *trial* se deu da seguinte maneira: o participante visualizava uma cruz de fixação por 500 milissegundos, e em seguida uma tela sem informação com duração randomizada entre 600 e 900 milissegundos. A randomização da duração dessa tela servia para quebrar possível habituação na apresentação dos estímulos. O estímulo vinha a seguir, sempre com duração de 350 milissegundos. Após a apresentação de cada palavra, o participante ainda via mais uma tela de intervalo, com duração de 250 milissegundos. Depois de finalizar o estímulo, aprecia

uma tela com a imagem com duração de 5000 milissegundos, no qual ele foi instruído a apertar um dos botões do Chronos indicando se a imagem correspondia a frase que ele acabou de ler ou não. Assim que ele apertasse o botão, que poderia ocorrer antes dos 5000 milissegundos, ele passava para o próximo *trial* e assim por diante. Toda a tarefa durava cerca de 18 minutos.

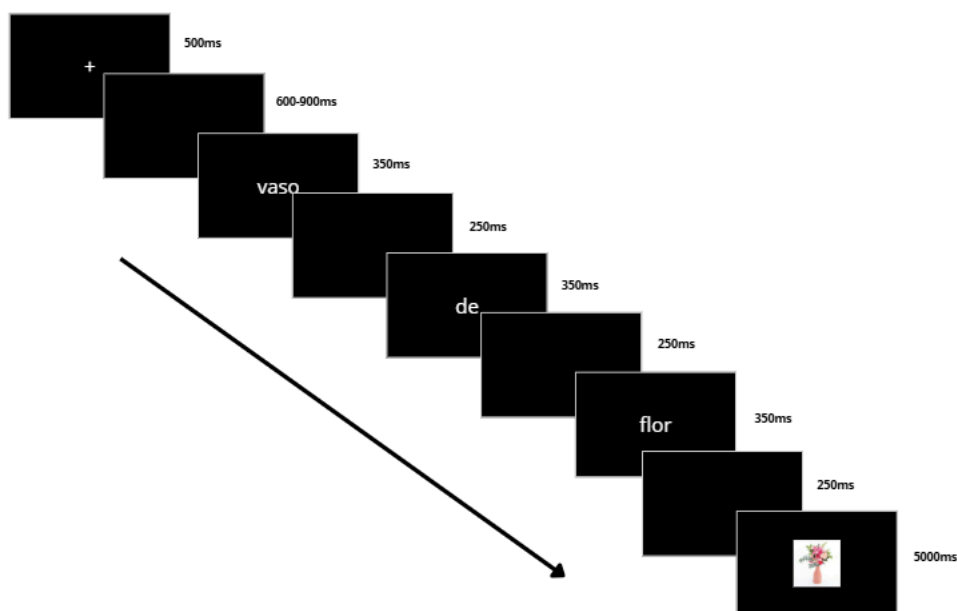


Figura H: Apresentação do Estímulo no E-Prime. Fonte: De autoria própria, 2025.

5.3. Participantes

Recrutamos em diversos meios (Faculdade de Letras da UFRJ; Internet; outras universidades), 39 pessoas que tivessem entre 18 e 35 anos (média=22,3 anos), predominantemente do estado do Rio de Janeiro, para o estudo (M=27, H=12). Após análise da amostra, 13 participantes foram retirados por excesso de artefatos na gravação dos sinais, restando 26 respostas finais.

5.4. Procedimentos

O experimento ocorreu no Laboratório de Acesso Sintático (ACESIN), na sala D-103 da Faculdade de Letras da UFRJ. O experimento foi feito sob iluminação natural, em sua

maioria. A aplicação do experimento ocorreu da seguinte maneira: logo ao entrar, os participantes assinaram o Termo de Consentimento Livre e Esclarecido (TCLE), aprovado previamente pelo CEP. A pesquisa foi aprovada pelo Comitê de Ética em Pesquisa da UFRJ, IESC, em 12 de dezembro de 2024, CAAE nº 82638324.9.0000.5286.

Após isso, os participantes foram colocados em uma cadeira confortável a 90cm de distância da tela de computador de 19 polegadas, com acesso ao aparelho Chronos da Brain Products. A circunferência da cabeça foi medida para determinar qual touca utilizar (54, 56 ou 58 cm, da ActiCAP) e as regiões da testa e mastoide foram sanitizadas com um *pad* de álcool descartável, a fim de eliminar a oleosidade natural da pele. A touca foi colocada de modo a manter a abertura para o eletrodo Cz sempre alinhado com o centro da cabeça.

A atividade neurofisiológica foi gravada utilizando 32 eletrodos ativos, seguindo o sistema internacional 10-20 (Figura X). Um gel condutor de eletrodos específico para eletroencefalografia foi injetado em cada um dos eletrodos para melhorar a condutividade elétrica. Todos os eletrodos estavam conectados a um amplificador actiCHamp (de Brain Products, GmbH). A impedância foi mantida como a menor possível, variando entre 0 e 50 kOhms. Os participantes foram instruídos a se manterem parados em uma posição confortável e evitar piscar os olhos, mexer os músculos do rosto, engolir e se mexer o máximo possível. A preparação para o início do experimento durou cerca de 30 minutos.

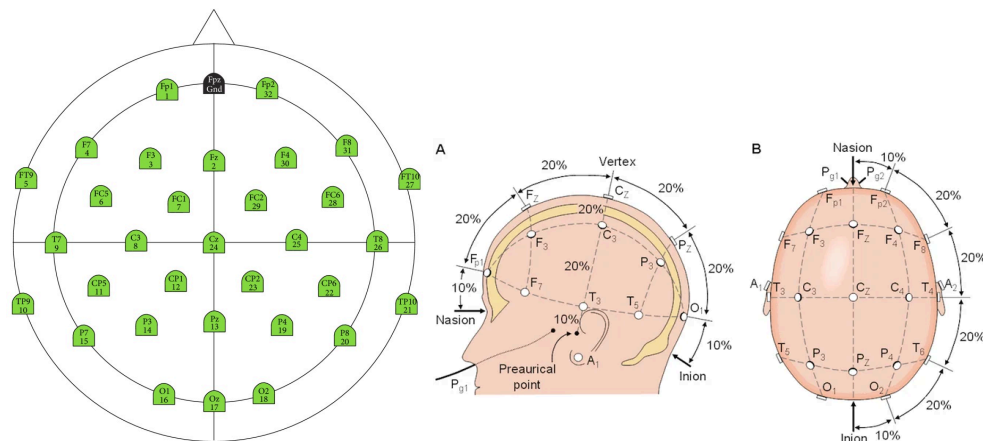


Figura I: A figura da esquerda apresenta o Sistema internacional 10-20 de posicionamento de eletrodos com 32 canais na touca actiCap (BrainProducts). Fonte: Bastos, Adamatti e Billa, 2016:3. A figura da direita apresenta a lógica e métrica utilizada para divisão dos eletrodos do sistema 10-20 pelo escalpo. Fonte: <<https://info.tmsi.com/blog/the-10-20-system-for-eeg>>, visitado em 23/12/2024.

5.5. Coleta e análise de dados

Para a tarefa, a acurácia foi gravada pelo aparelho Chronus, que se encontrava conectado ao computador onde o software E-prime 3.0.3 apresentava os estímulos. Com essa tarefa, conseguimos observar a atenção do participante no experimento, além do grau de dificuldade atrelado a cada condição. Obtivemos um resultado de acurácia de 92,4% para FUN, 97,2% para MAT e 85,4% para NPA. No entanto, consideramos que esses dados são menos rigorosos para atribuir quaisquer indicativos e tendências, devido ao fato de que o contexto (coleta do EEG) pode afetar o foco do participante na tarefa. Por isso, deixamos para avaliar, em uma análise mais profunda, os dados comportamentais obtidos no Experimento 3: Leitura Automonitorada.

Para o experimento, os dados de eletroencefalografia foram gravados com um amplificador ActiCHamp, fabricado pela Brain Products (GmbH), que todos os eletrodos se encontravam conectados. Esse amplificador digitaliza os sinais EEG e captura os triggers que são disparados pelo programa de apresentação de estímulos (E-prime), no início de apresentação de cada palavra do estímulo (ex. T1: peneira; T2: de; T3: areia). Durante a gravação, os mastoides (FT10 e FT9) foram definidos, online, como referência e a taxa de amostragem foi de 500 Hz. A impedância dos eletrodos foi mantida abaixo de 50 k Ω . Os sinais emitidos pelo EEG foram registrados pelo programa PyCorder.

Após a rotação do experimento, as gravações foram tratadas no programa Brain Analyzer 2.2. Nesse tratamento, adicionamos os marcadores de categoria de palavra para que cada segmento ficasse rotulado por posição (palavra 1, 2 ou 3) e condição e verificamos que não houve necessidade de substituição de canais. Em seguida, os canais passaram por um tratamento de filtragem com passa baixo de 30 Hz, ordem 2, e notch filter a 60 Hz, que corresponde à frequência elétrica do Rio de Janeiro. A transformação por *baseline correction* teve início a -200 milissegundos e fim a 0 milissegundos, para cada segmento correspondente a cada palavra do item experimental. Uma inspeção semi-automática foi realizada para a rejeição de artefatos entre 200 milissegundos antes do evento e 200 milissegundos depois.

A variável dependente analisada foi a amplitude média². As amplitudes médias foram extraídas no BrainVision Analyzer a partir das seguintes janelas temporais: sendo -50-100ms, 184-256ms, 300-400ms, baseado em Neufeld et al. (2016) e 400-500ms e 500-600ms, para investigar efeitos mais tardios. O resultado obtido é composto por valores da amplitude média por sujeito e por canal de eletrodo (em microvolts). A organização dos dados e análise estatística foram feitas no software RStudio (2021,09,1+372, RStudio Team, 2021). Nenhum

² Também fizemos a análise das latências para os mesmos segmentos e janelas temporais. No entanto, escolhemos não reportar nesse experimento por considerar as análises de amplitude média mais produtivas. Todas os scripts, tabelas e dados estão disponíveis no repositório OSF, no link: https://osf.io/5z98f/?view_only=6ba1bc1df5bd4ddea55ed71295b5eec7

outlier foi removido, mas 12 participantes foram excluídos devido a excesso de artefatos. Nenhum dos 27 participantes apresentou baixa acurácia. Para cada conjunto de amplitudes médias em uma janela temporal, foi aplicado um modelo linear misto com o efeito fixo de relação semântica (em três níveis: FUN, MAT, NPA), usando o pacote lme4, incluindo o participante como fator aleatório. A comparação aninhada com ANOVA foi realizada para avaliar a significância dos modelos em relação ao modelo nulo. Todos esses resultados podem ser encontrados no repositório OSF do trabalho, pelo link: https://osf.io/5z98f/?view_only=6ba1bc1df5bd4ddea55ed71295b5eec7.

5.6. Hipóteses e previsões

As nossas hipóteses são que processos combinatórios ocorrem de forma precoce antecedendo processos de integração semântica, e isso reflete em: (i) em relação à composicionalidade, esperamos encontrar uma onda eliciada por volta de 200ms na terceira palavra para MAT e FUN com amplitudes maiores (i.e. mais negativas) em relação à NPA, devido ao resultados de processos de combinação; além disso, esperamos que, nessa mesma janela, FUN elicie amplitudes com ondas mais negativas em comparação aos estímulos de MAT e NPA, devido aos processos cognitivos mais complexos e custosos; (ii) o tipo relação FUN exige maior carga de processamento para estabelecer a relação semântica e engaja um processo de coerção. Nossa expectativa é captar o componente N400, com uma onda mais negativa para FUN em comparação a MAT e NPA, refletindo esse processo. Sendo NPA uma forma fonológica impossível em PB, esperamos que não haja engajamento semântico, levando a amplitudes de N400 mais baixas (i.e. menos negativas).

Há ainda algumas hipóteses secundárias que podem apresentar resultados: (a) em confluência com Neufeld et al. (2016), poderíamos captar sinais combinatórios precoces entre -50-100ms referente ao início da 3ª palavra, o que indicaria a possível iminência de uma estrutura sintática; (b) Com base em estudos prévios (Kuperberg *et al.*, 2010), não esperamos encontrar efeitos de P600 para elementos coercitivos. Ao mesmo tempo, relacionado à combinatoriedade e ao processamento semântico que pode ocorrer em contexto de sentenças, não descartamos a possibilidade de, ainda, haver algum tipo de processo de reanálise na janela de 500-600ms, com a eliciação do P600 para NPA (Kim; Lai, 2012).

5.7. Resultados para o núcleo nominal (1ª palavra)

Para a primeira palavra, não sendo objeto alvo das hipóteses, apresentamos apenas as análises referentes às amplitudes médias medidas no intervalo 300 a 400ms por julgarmos serem informativos quanto ao controle dos estímulos. Uma Figura que apresenta o resultado de todos os canais juntos pode ser encontrada no repositório OSF, pelo link já reportado no início da seção.

5.7.1. Resultados do intervalo 300ms a 400ms (ref. à 1ª palavra)

Somente o canal posterior P7 apresentou um efeito significativo para o fator tipo de relação ($X^2(2)=7,295$, $p<0,05^*$) (ver Tabela G).

Em P7, esse efeito se expressa em amplitudes mais negativas para a condição FUN, com média de $0,2648\mu V$ (sd: 3,234), comparado a MAT, com média de $1,478\mu V$ (sd: 2,725) (post hoc: FUN – MAT: Est.: -1,317, SE: 0,4848, df: 54,08, t: -2,717, $p<0,05^*$).

Além disso, não houve diferenças significativas entre a amplitude média de NPA, $1,024\mu V$ (sd: 2,791) e outras condições (post hoc: FUN – NPA: Est.: -0,8197, SE: 0,4848, df: 54,08, t: -1,691, $p>0,1$; MAT – NPA: Est.: 0,498, SE: 0,4848, df: 54,08, t: 1,027, $p>0,1$).

canal	npar	AIC	BIC	logLik	Deviance	Chisq	Df	Pr_Chisq
P7	4	364.2617	376.0452	-177.1308	354.2617	7.2948798	2	0.0261*

Tabela X: Resultado das comparações aninhadas entre o modelo $\text{meanamp} \sim \text{tipo_rel} + (1 | \text{subj})$ e o modelo nulo.

canal	contrast	estimate	SE	df	t.ratio	p.value
P7	FUN - MAT	-1.3173702	0.4848276	54.08	-2.717193	0.0236
P7	FUN - NPA	-0.8196732	0.4848276	54.08	-1.690649	0.2180
P7	MAT - NPA	0.4976970	0.4848276	54.08	1.026544	0.5635

Tabela G: Resultado da análise post-hoc, comparando entre pares de condições, mostrando apenas o canal P7 que acusou valor $p<0,05$ na comparação aninhada com modelo nulo.

5.7.2. Resumo de resultados de análise de amplitude sobre a 1ª palavra

O efeito para o tipo de relação sobre as amplitudes neste intervalo não era esperado, de fato, atinge pouca força e distribuição. Mesmo assim pode indicar que há diferenças sutis nas características lexicais (como frequência, que apresentou uma sutil diferença na seleção dos estímulos) da primeira palavra que não foram totalmente controladas entre condições.

5.8. Resultados para a preposição (2ª palavra)

. Para a 2ª palavra (a preposição “de”, núcleo do PP) apresentamos as análises referentes às amplitudes médias medidas nos intervalos -50 a 100ms, 184 a 265ms, 300 a 400ms e 400 a 500ms. Uma Figura que apresenta todos os canais juntos pode ser encontrada no repositório OSF, pelo link já reportado no início da seção.

5.8.1. Resultados do intervalo -50ms a 100ms (ref. à 2ª palavra):

Nesse intervalo, para amplitude média, nenhum canal mostrou efeito significativo para o fator tipo de relação.

5.8.2. Resultados do intervalo 184ms a 256ms (ref. à 2ª palavra)

Nesse intervalo, nenhum canal mostrou efeito significativo para o fator tipo de relação.

5.8.3. Resultados do intervalo 300ms a 400ms (ref. à 2ª palavra)

Nesse intervalo, nenhum canal mostrou efeito significativo para o fator tipo de relação.

5.8.4. Resultados do intervalo 400ms a 500ms (ref. à 2ª palavra)

Apenas o canal frontal F8 mostra um efeito significativo para o fator tipo de relação ($X^2(2)=7,8591392$, $p<0,05^*$).

Esse efeito se expressa em amplitudes significativamente menores (menos negativas) para a condição FUN comparado a MAT, com médias de $-0,839\mu V$ (sd: 2,832) e $-2,828\mu V$ (sd: 2,937) (post hoc: FUN – MAT: Est.: 1,989, SE: 0,725, df: 54,08, t: 2,744, $p<0,05^*$), respectivamente.

No entanto, com amplitude média de $-2,331\mu V$ (sd: 3,382), não há diferença entre NPA e outras condições (post hoc: FUN – NPA: Est.: 1,492, SE: 0,725, df: 54,08, t: 2,058, $p>0,1$); MAT – NPA: Est.: -0,497, SE: 0,725, df: 54,08, t: -0,686, $p>0,1$).

5.8.5. Resumo de resultados de análise de amplitude referente à 2ª palavra

O efeito para o tipo de relação sobre as amplitudes neste intervalo não foi esperado, no entanto, o resultado para o intervalo de 400-500ms que eliciou uma onda menos negativa para FUN em relação a MAT, atinge pouca força e distribuição. Nesse sentido, pode indicar que o que motivou o efeito no segmento anterior ainda reflete no processamento desse segmento subsequente, embora a diferença fosse captada em eletrodo diferente. Isso porque não houve nenhum contraste na preposição apresentada para o participante (sempre utilizando a preposição “de”).

5.9. Resultados da palavra alvo (núcleo nominal do PP) (3ª palavra)

Podemos observar nas Figuras a seguir a época referente ao início de apresentação da 3ª palavra (o núcleo nominal do PP). Apresentamos as análises referentes às amplitudes médias medidas nos intervalos -50 a 100ms, 184 a 265ms, 300 a 400ms e 500 a 600ms. Mostramos figuras de ERPs em canais selecionados que melhor ilustram os efeitos encontrados. Uma Figura que apresenta todos os canais juntos pode ser encontrada no repositório OSF, pelo link já reportado no início da seção.

5.9.1. Resultados do intervalo -50ms a 100ms (ref. à 3ª palavra)

Nesse intervalo, nenhum canal mostrou efeito significativo para o fator tipo de relação.

5.9.2. Resultados do intervalo 184ms a 256ms (ref. à 3ª palavra)

Vários canais frontais, occipitais e posteriores (Fz, F3, F7, FT9, FC1, O1, O2, P8 e FC2) mostram efeito para o fator tipo de relação. A Tabela H apresenta os resultados de todas as comparações aninhadas com modelo nulo que deram significativos ($p < 0,05$).

Para essa análise, consideramos que há um poder explicativo maior do efeito nos canais frontais, tomemos como base o F3 ($X^2(2)=8.2560$, $p < 0,05^*$). Em que esse efeito se expressa em amplitudes significativamente menores (menos negativas) para a condição NPA neste intervalo, como pode ser observada na Figura J. A amplitude média de FUN, com $3,839\mu V$ (sd: 4,247), apresentou diferenças significativas da amplitude $5,654\mu V$ (sd: 2,993) para NPA (post hoc: FUN – NPA: Est.: -1,815, SE: 0,619, df: 54,08, t : -2,928, $p < 0,05^*$). Para MAT, não houve diferença entre as condições.

No entanto, há uma tendência oposta nos canais posteriores, e vamos tomar como base P8 ($X^2(2)=14.6035$, $p < 0,05^{***}$). Em que o efeito se expressa em amplitudes significativamente maiores (mais negativas) para a condição NPA. As amplitudes médias de FUN, com $1,678\mu V$ (sd: 2,860) e de MAT, com $1,941\mu V$ (sd: 2,723) apresentam diferença significativa da amplitude $0,510\mu V$ (sd: 3,486) para NPA (post hoc: FUN – NPA: Est.: 1,168, SE: 0,378, df: 54,08, t : 3,087, $p < 0,05^{**}$; post hoc: MAT – NPA: Est.: 1,431, SE: 0,378, df: 54,08, t : 3,782, $p < 0,05^{**}$).

No canal P7, a significância na comparação entre médias sugerida pelo resultado do modelo perde poder estatístico na comparação post-hoc (Cf. Tabela I para os valores da comparação post-hoc entre pares).

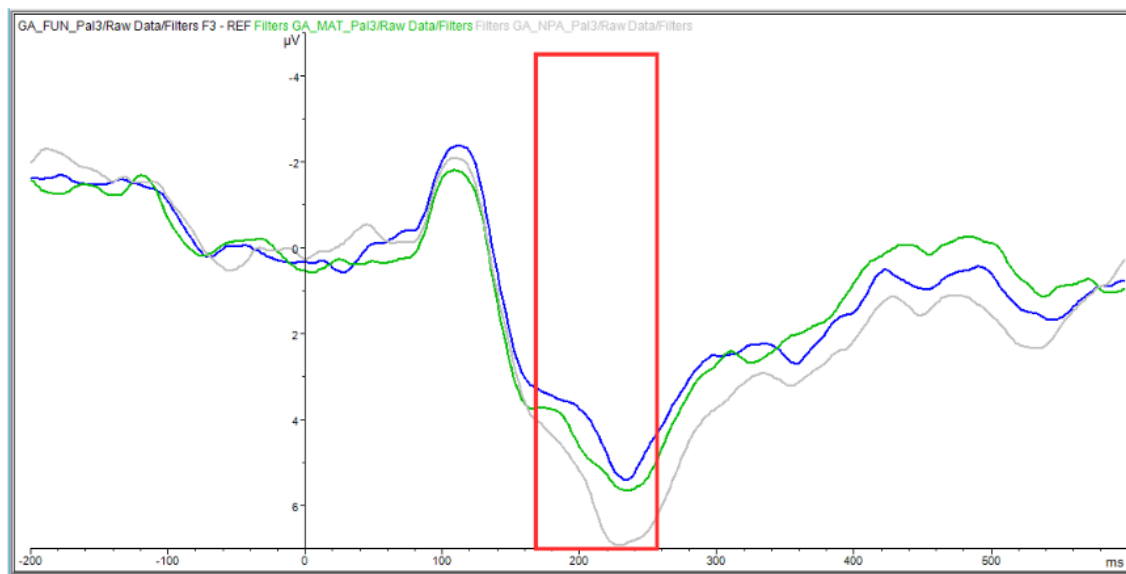


Figura J: ERP da época referente ao início de apresentação da 3a palavra (o NP) para o canal F3, mostrando ERPs relativos às três condições do fator tipo relação (azul=FUN, verde=MAT, cinza=NPA)

canal	npar	AIC	BIC	logLik	Deviance	Chisq	Df	Pr_Chisq
Fz	4	402.4088	414.1924	-196.2044	392.4088	8.20434092	2	0.0165*
F3	4	396.0409	407.8245	-193.0205	386.0409	8.25600150	2	0.0161*
F7	4	382.2450	394.0285	-186.1225	372.2450	9.14572239	2	0.0103*
FT9	4	327.4231	339.2066	-158.7115	317.4231	9.89508725	2	0.0071**
FC1	4	392.0610	403.8446	-191.0305	382.0610	7.12472328	2	0.0284*
P7	4	321.5788	333.3624	-155.7894	311.5788	7.03764454	2	0.0296*
O1	4	351.1949	362.9785	-170.5975	341.1949	8.59319102	2	0.0136*
O2	4	370.0695	381.8531	-180.0348	360.0695	8.37394351	2	0.0152*
P8	4	343.2635	355.0470	-166.6317	333.2635	14.60351900	2	0.000674***
FC2	4	394.0313	405.8148	-192.0156	384.0313	6.76478224	2	0.034*

Tabela H: Resultado das comparações aninhadas entre o modelo meanamp ~ tipo_rel + (1 | suj) e o modelo nulo por canal. São mostrados apenas aquelas comparações que acusaram valor $p < 0,05$ do intervalo 184ms a 256ms (ref. à 3ª palavra) (Cf. Apêndice X para uma tabela com as comparações para todos os canais).

canal	contrast	estimate	SE	df	t.ratio	p.value
Fz	FUN - MAT	-1.06499419	0.6254231	54.08	-1.70283801	0.2134
Fz	FUN - NPA	-1.81943231	0.6254231	54.08	-2.90912243	0.0143
Fz	MAT - NPA	-0.75443812	0.6254231	54.08	-1.20628442	0.4547
F3	FUN - MAT	-0.82280473	0.6197043	54.08	-1.32773764	0.3862
F3	FUN - NPA	-1.81505173	0.6197043	54.08	-2.92889968	0.0136
F3	MAT - NPA	-0.99224700	0.6197043	54.08	-1.60116203	0.2539
F7	FUN - MAT	-0.54618504	0.5700866	54.08	-0.95807380	0.6063
F7	FUN - NPA	-1.72905846	0.5700866	54.08	-3.03297507	0.0102
F7	MAT - NPA	-1.18287342	0.5700866	54.08	-2.07490127	0.1046
FT9	FUN - MAT	-0.28795404	0.4322903	54.08	-0.66611264	0.78404
FT9	FUN - NPA	-1.33000069	0.4322903	54.08	-3.07663778	0.00906
FT9	MAT - NPA	-1.04204665	0.4322903	54.08	-2.41052514	0.04993
FC1	FUN - MAT	-0.56496196	0.5721891	54.08	-0.98736924	0.588
FC1	FUN - NPA	-1.53287862	0.5721891	54.08	-2.67897184	0.026
FC1	MAT - NPA	-0.96791665	0.5721891	54.08	-1.69160261	0.218
P7	FUN - MAT	-0.02862988	0.3476145	54.08	-0.08236101	0.9963
P7	FUN - NPA	0.79567973	0.3476145	54.08	2.28897144	0.0659
P7	MAT - NPA	0.82430962	0.3476145	54.08	2.37133245	0.0547
O1	FUN - MAT	0.35558558	0.3686624	54.08	0.96452913	0.6022

O1	FUN - NPA	1.08388696	0.3686624	54.08	2.94005330	0.0132
O1	MAT - NPA	0.72830138	0.3686624	54.08	1.97552417	0.1281
O2	FUN - MAT	0.27196469	0.4241639	54.08	0.64117829	0.7981
O2	FUN - NPA	1.19588308	0.4241639	54.08	2.81938900	0.0181
O2	MAT - NPA	0.92391838	0.4241639	54.08	2.17821071	0.0841
P8	FUN - MAT	-0.26288596	0.3784060	54.08	-0.69471926	0.76758
P8	FUN - NPA	1.16825558	0.3784060	54.08	3.08730691	0.00880
P8	MAT - NPA	1.43114154	0.3784060	54.08	3.78202616	0.00112
FC2	FUN - MAT	-0.78851196	0.5913373	54.08	-1.33343855	0.383
FC2	FUN - NPA	-1.55852215	0.5913373	54.08	-2.63558910	0.029
FC2	MAT - NPA	-0.77001019	0.5913373	54.08	-1.30215054	0.400

Tabela I: Resultado da análise post-hoc, comparando entre pares de condições, mostrando apenas os canais que acusaram valor $p < 0,05$ na comparação aninhada com modelo nulo do intervalo 184ms a 256ms (ref. à 3ª palavra).

5.9.3. Resultados do intervalo 300ms a 400ms (ref. à 3ª palavra)

Canais frontais, occipitais e posteriores (Fz, F3, F7, FT9, FC1, O1, O2, P8 e FC2) mostram todos efeito para o fator tipo de relação, sendo esse efeito mais significativo no canal P4 ($X^2(2)=14,604$, $p < 0,001^{***}$). A Tabela J apresenta os resultados de todas as comparações aninhadas com modelo nulo que deram significativos ($p < 0,05$).

No canal P4, esse efeito se expressa em amplitudes significativamente menores (menos negativas) para a condição NPA neste intervalo, como pode ser observada na Figura K.

As amplitudes médias de $-0,334\mu V$ (sd: 2,490) e $-0,121\mu V$ (sd: 2,983), para FUN e MAT, respectivamente, apresentam diferenças significativas da amplitude $1,422\mu V$ (sd: 3,899), para NPA (post hoc: MAT – NPA: Est.: -1,543, SE: 0,536, df: 54,08, t: -2,880, $p < 0,01^{**}$; FUN – NPA: Est.: -1,756, SE: 0,536, df: 54,08, t: -3,279, $p < 0,01^{**}$).

Em alguns canais (FC1, O2, CP2, FC2), a significância na comparação entre médias sugerida pelo resultado do modelo perde poder estatístico na comparação post-hoc (Cf. olhar Tabela K para os valores da comparação post-hoc entre pares).

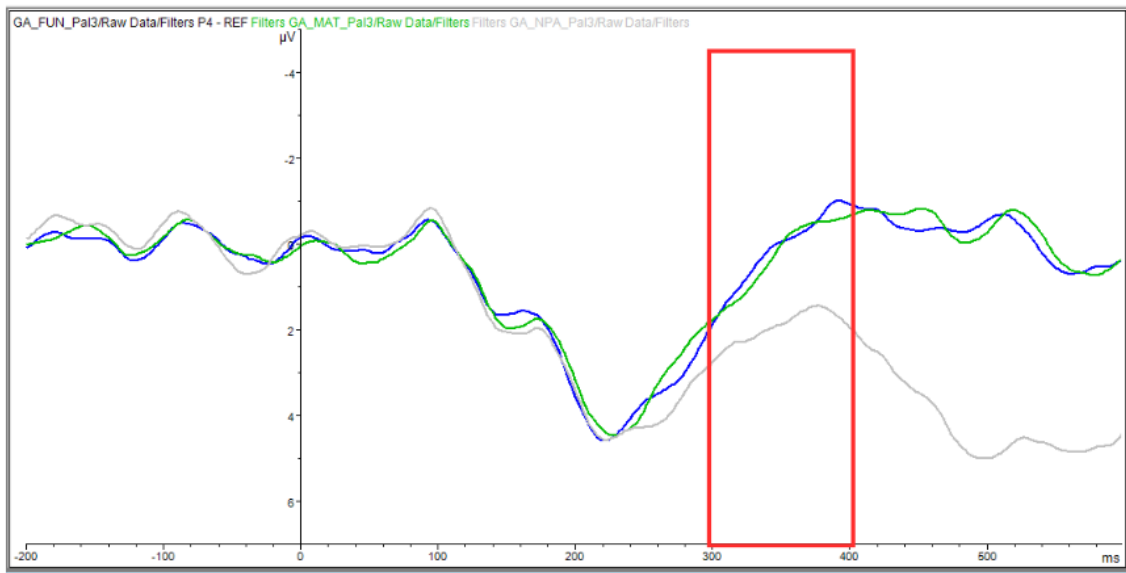


Figura K: ERP da época referente ao início de apresentação da 3ª palavra (o NP) para o canal P4, mostrando ERPs relativos às três condições do fator tipo relação (azul=FUN, verde=MAT, cinza=NPA)

canal	npar	AIC	BIC	logLik	Deviance	Chisq	Df	Pr_Chisq
FC1	4	413.4378	425.2213	-201.7189	403.4378	6.26655336	2	0.0436*
CP1	4	391.4379	403.2214	-190.7189	381.4379	7.38609941	2	0.0249*
Pz	4	388.5091	400.2927	-189.2546	378.5091	8.36600739	2	0.0153*
P3	4	367.0129	378.7964	-178.5064	357.0129	8.75955384	2	0.0125*
O2	4	379.8554	391.6390	-184.9277	369.8554	6.30227254	2	0.0428*
P4	4	378.0985	389.8820	-184.0492	368.0985	11.85499713	2	0.00267**
P8	4	359.9770	371.7605	-174.9885	349.9770	6.09791412	2	0.0474*
CP6	4	349.1792	360.9628	-169.5896	339.1792	7.93267692	2	0.0189*
CP2	4	396.1401	407.9236	-193.0701	386.1401	6.25260964	2	0.0439*
Cz	4	410.9649	422.7485	-200.4825	400.9649	7.03673202	2	0.0296*

Tabela J: Resultado das comparações aninhadas entre o modelo $\text{meanamp} \sim \text{tipo_rel} + (1 | \text{sujeito})$ e o modelo nulo por canal. São mostrados apenas aquelas comparações que acusaram valor $p < 0,05$ no intervalo 300ms a 400ms (ref. à 3ª palavra) (Cf. Apêndice X para uma tabela com as comparações para todos os canais).

canal	contrast	estimate	SE	df	t.ratio	p.value
FC1	FUN - MAT	-0.004912423	0.6345829	54.08	-0.007741184	0.999966962
FC1	FUN - NPA	-1.393146192	0.6345829	54.08	-2.195373090	0.081047036
FC1	MAT - NPA	-1.388233769	0.6345829	54.08	-2.187631906	0.082417376
CP1	FUN - MAT	-0.082459385	0.5645064	54.08	-0.146073415	0.988308047
CP1	FUN - NPA	-1.389840962	0.5645064	54.08	-2.462046217	*0.044227550
CP1	MAT - NPA	-1.307381577	0.5645064	54.08	-2.315972802	0.062040926

Pz	FUN - MAT	-0.179467423	0.5684086	54.08	-0.315736618	0.946585444
Pz	FUN - NPA	-1.535643192	0.5684086	54.08	-2.701653482	*0.024556094
Pz	MAT - NPA	-1.356175769	0.5684086	54.08	-2.385916864	0.052863645
P3	FUN - MAT	0.037398615	0.4997638	54.08	0.074832586	0.996917579
P3	FUN - NPA	-1.291789654	0.4997638	54.08	-2.584800500	*0.032881739
P3	MAT - NPA	-1.329188269	0.4997638	54.08	-2.659633086	*0.027303703
O2	FUN - MAT	-0.023544269	0.5248701	54.08	-0.044857325	0.998891270
O2	FUN - NPA	-1.165327154	0.5248701	54.08	-2.220220061	0.076776251
O2	MAT - NPA	-1.141782885	0.5248701	54.08	-2.175362736	0.084628669
P4	FUN - MAT	-0.213353038	0.5356727	54.08	-0.398289924	0.916412490
P4	FUN - NPA	-1.756280154	0.5356727	54.08	-3.278644136	**0.005114106
P4	MAT - NPA	-1.542927115	0.5356727	54.08	-2.880354212	*0.015438729
P8	FUN - MAT	-0.453953192	0.4651100	54.08	-0.976012572	0.595044563
P8	FUN - NPA	-1.151517615	0.4651100	54.08	-2.475796379	*0.042806076
P8	MAT - NPA	-0.697564423	0.4651100	54.08	-1.499783807	0.299061231
CP6	FUN - MAT	-0.192043769	0.4325592	54.08	-0.443971023	0.897261126
CP6	FUN - NPA	-1.158415769	0.4325592	54.08	-2.678051133	*0.026067280
CP6	MAT - NPA	-0.966372000	0.4325592	54.08	-2.234080110	0.074476852
CP2	FUN - MAT	-0.077447346	0.5640773	54.08	-0.137299160	0.989663089
CP2	FUN - NPA	-1.271622808	0.5640773	54.08	-2.254341204	0.071219691
CP2	MAT - NPA	-1.194175462	0.5640773	54.08	-2.117042044	0.095821867
Cz	FUN - MAT	-0.112726423	0.6134607	54.08	-0.183754921	0.981563746
Cz	FUN - NPA	-1.483054115	0.6134607	54.08	-2.417520974	*0.049116071
Cz	MAT - NPA	-1.370327692	0.6134607	54.08	-2.233766053	0.074528308
FC2	FUN - MAT	-0.262100731	0.6457159	54.08	-0.405907212	0.913334976
FC2	FUN - NPA	-1.507404462	0.6457159	54.08	-2.334470187	0.059490603
FC2	MAT - NPA	-1.245303731	0.6457159	54.08	-1.928562975	0.140467077

Tabela K: Resultado da análise post-hoc, comparando entre pares de condições, mostrando apenas os canais que acusaram valor $p < 0,05$ na comparação aninhada com modelo nulo no intervalo 300ms a 400ms (ref. à 3ª palavra).

5.9.4. Resultados do intervalo 500ms a 600ms (ref. à 3ª palavra)

Canais centrais e posteriores (FC1, C3, CP5, CP1, Pz, P3, O1, Oz, O2, P4, P8, CP6, CP2, Cz, C4, T8, FC2) mostram todos efeito para o fator tipo de relação, sendo esse efeito mais significativo no canal CP2 ($X^2(2)=22,841$, $p<0,05^{***}$). A Tabela L apresenta os resultados de todas as comparações aninhadas com modelo nulo que deram significativos ($p<0,05$).

Para o canal CP2, esse efeito se expressa em amplitudes significativamente mais positivas para a condição NPA neste intervalo, como pode ser observada na Figura L.

As amplitudes médias de $0,309\mu V$ (sd: 2,800) e $0,129\mu V$ (sd: 3,555), para FUN e MAT, respectivamente, apresentam diferenças significativas da amplitude $3,888\mu V$ (sd: 4,998), para NPA (post hoc: MAT – NPA: Est.: -3,759, SE: 0,807, df: 54,08, t: -4,655, $p<0,05^{***}$; FUN – NPA: Est.: -3,579, SE: 0,807, df: 54,08, t: -4,432, $p<0,05^{***}$).

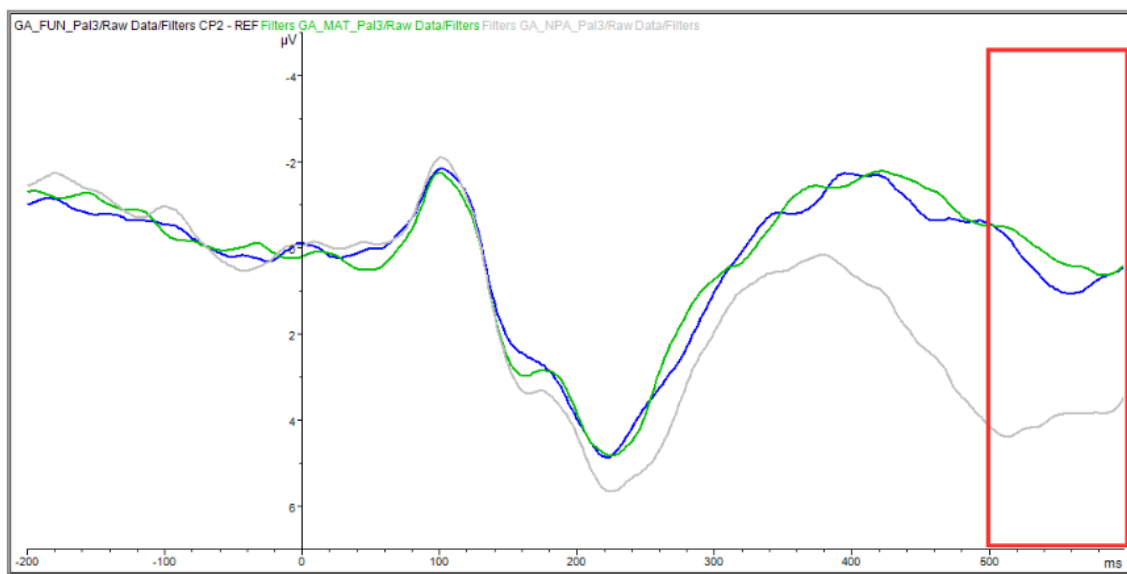


Figura L: ERP da época referente ao início de apresentação da 3a palavra (o NP) para o canal CP2, mostrando ERPs relativos às três condições do fator tipo relação (azul=FUN, verde=MAT, cinza=NPA)

canal	npar	AIC	BIC	logLik	Deviance	Chisq	Df	Pr_Chisq
FC1	4	436.3387	448.1222	-213.1693	426.3387	11.68396306	2	0.0029**
C3	4	417.3382	429.1218	-203.6691	407.3382	9.70951773	2	0.00779**
CP5	4	387.9967	399.7802	-188.9983	377.9967	10.12636460	2	0.00633**
CP1	4	419.6174	431.4010	-204.8087	409.6174	19.69946653	2	5.28e-05***
Pz	4	417.8221	429.6056	-203.9110	407.8221	29.84634596	2	3.3e-07***
P3	4	391.0416	402.8251	-190.5208	381.0416	27.34534316	2	1.15e-06***
O1	4	369.2184	381.0020	-179.6092	359.2184	10.56611145	2	0.00508**

Oz	4	366.0554	377.8390	-178.0277	356.0554	18.69989130	2	8.7e-05***
O2	4	384.1366	395.9202	-187.0683	374.1366	15.54106117	2	0.000422***
P4	4	411.8729	423.6564	-200.9364	401.8729	31.96195548	2	1.15e-07***
P8	4	359.8508	371.6344	-174.9254	349.8508	21.63524082	2	2e-05***
CP6	4	387.3380	399.1216	-188.6690	377.3380	29.63636530	2	3.67e-07***
CP2	4	426.5317	438.3153	-208.2659	416.5317	22.84118388	2	1.1e-05***
Cz	4	438.5517	450.3353	-214.2759	428.5517	15.22255272	2	0.000495***
C4	4	418.2538	430.0373	-204.1269	408.2538	19.47383995	2	5.91e-05***
T8	4	361.4162	373.1997	-175.7081	351.4162	13.95882228	2	0.000931***
FC2	4	442.6923	454.4758	-216.3461	432.6923	12.24152469	2	0.0022**

Tabela L: Resultado das comparações aninhadas entre o modelo meanamp ~ tipo_rel + (1 | suj) e o modelo nulo por canal. São mostrados apenas aquelas comparações que acusaram valor $p < 0,05$ do intervalo 500ms a 600ms (ref. à 3ª palavra) (Cf. Apêndice X para uma tabela com as comparações para todos os canais).

canal	contrast	estimate	SE	df	t.ratio	p.value
FC1	FUN - MAT	0.42236027	0.8362137	54.08	0.50508653	0.86918
FC1	FUN - NPA	-2.33292858	0.8362137	54.08	-2.78987133	0.01958
FC1	MAT - NPA	-2.75528885	0.8362137	54.08	-3.29495786	0.00488
C3	FUN - MAT	0.33903665	0.7713063	54.08	0.43956163	0.8992
C3	FUN - NPA	-1.95031465	0.7713063	54.08	-2.52858645	0.0377
C3	MAT - NPA	-2.28935131	0.7713063	54.08	-2.96814808	0.0122
CP5	FUN - MAT	0.36135012	0.6656605	54.08	0.54284444	0.85055
CP5	FUN - NPA	-1.68331742	0.6656605	54.08	-2.52879262	0.03769
CP5	MAT - NPA	-2.04466754	0.6656605	54.08	-3.07163706	0.00919
CP1	FUN - MAT	0.36989731	0.7883387	54.08	0.46921116	0.885989
CP1	FUN - NPA	-3.07564488	0.7883387	54.08	-3.90142579	0.000769
CP1	MAT - NPA	-3.44554219	0.7883387	54.08	-4.37063694	0.000165
Pz	FUN - MAT	0.13511400	0.7992271	54.08	0.16905583	0.98437207
Pz	FUN - NPA	-4.24028700	0.7992271	54.08	-5.30548445	0.00000636
Pz	MAT - NPA	-4.37540100	0.7992271	54.08	-5.47454028	0.00000345
P3	FUN - MAT	0.31755569	0.6603602	54.08	0.48088255	0.88061893
P3	FUN - NPA	-3.19375004	0.6603602	54.08	-4.83637583	0.00003352
P3	MAT - NPA	-3.51130573	0.6603602	54.08	-5.31725838	0.00000609

O1	FUN - MAT	0.07071004	0.6183435	54.08	0.11435398	0.9928
O1	FUN - NPA	-1.76096673	0.6183435	54.08	-2.84787793	0.0168
O1	MAT - NPA	-1.83167677	0.6183435	54.08	-2.96223191	0.0124
Oz	FUN - MAT	0.01444250	0.6003479	54.08	0.02405689	0.999681
Oz	FUN - NPA	-2.41126708	0.6003479	54.08	-4.01644992	0.000532
Oz	MAT - NPA	-2.42570958	0.6003479	54.08	-4.04050680	0.000492
O2	FUN - MAT	0.06488300	0.6856888	54.08	0.09462455	0.99508
O2	FUN - NPA	-2.44513054	0.6856888	54.08	-3.56594774	0.00218
O2	MAT - NPA	-2.51001354	0.6856888	54.08	-3.66057230	0.00163
P4	FUN - MAT	-0.02769219	0.8005064	54.08	-0.03459334	0.99934045
P4	FUN - NPA	-4.53065777	0.8005064	54.08	-5.65973939	0.00000176
P4	MAT - NPA	-4.50296558	0.8005064	54.08	-5.62514605	0.00000200
P8	FUN - MAT	-0.33169873	0.5611532	54.08	-0.59110187	0.8254658
P8	FUN - NPA	-2.61746692	0.5611532	54.08	-4.66444233	0.0000609
P8	MAT - NPA	-2.28576819	0.5611532	54.08	-4.07334046	0.0004421
CP6	FUN - MAT	-0.08107485	0.6506049	54.08	-0.12461457	0.99147671
CP6	FUN - NPA	-3.53166958	0.6506049	54.08	-5.42828651	0.00000408
CP6	MAT - NPA	-3.45059473	0.6506049	54.08	-5.30367194	0.00000640
CP2	FUN - MAT	0.18033212	0.8074670	54.08	0.22333064	0.9728928
CP2	FUN - NPA	-3.57876208	0.8074670	54.08	-4.43208485	0.0001345
CP2	MAT - NPA	-3.75909419	0.8074670	54.08	-4.65541550	0.0000628
Cz	FUN - MAT	0.18898358	0.8699529	54.08	0.21723426	0.97433
Cz	FUN - NPA	-3.00798700	0.8699529	54.08	-3.45764343	0.00302
Cz	MAT - NPA	-3.19697058	0.8699529	54.08	-3.67487768	0.00156
C4	FUN - MAT	-0.05344512	0.7653385	54.08	-0.06983199	0.997315
C4	FUN - NPA	-3.18517727	0.7653385	54.08	-4.16178873	0.000331
C4	MAT - NPA	-3.13173215	0.7653385	54.08	-4.09195674	0.000416
T8	FUN - MAT	0.29165704	0.5792198	54.08	0.50353433	0.86992
T8	FUN - NPA	-1.80614031	0.5792198	54.08	-3.11822976	0.00807
T8	MAT - NPA	-2.09779735	0.5792198	54.08	-3.62176409	0.00184
FC2	FUN - MAT	-0.07983604	0.8747906	54.08	-0.09126303	0.99542
FC2	FUN - NPA	-2.79897362	0.8747906	54.08	-3.19959267	0.00641

FC2	MAT - NPA	-2.71913758	0.8747906	54.08	-3.10832964	0.00830
-----	------------------	-------------	-----------	-------	-------------	---------

Tabela M: Resultado da análise post-hoc, comparando entre pares de condições, mostrando apenas os canais que acusaram valor $p < 0,05$ na comparação aninhada com modelo nulo no intervalo 500ms a 600ms (ref. à 3ª palavra).

Para mais clareza sobre a contribuição de possíveis processos de reanálise associados ao P600, realizamos uma análise complementar considerando o estímulo como um todo (ex. sacola de papel), em vez de por segmentos (ex. seg. 1: sacola, seg. 2: de, seg. 3: papel). O recorte temporal analisando foi de 1700-2000ms após o início da frase, que é correspondente a 500-800ms a partir da apresentação da terceira palavra. No entanto, essa análise não resultou em dados adicionais relevantes. Para acessar os resultados e scripts utilizados, consultar o repositório OSF no link: https://osf.io/5z98f/?view_only=6ba1bc1df5bd4ddea55ed71295b5eec7

5.9.5. Resumo de resultados de análise de amplitude referente à 3ª palavra

O efeito para o tipo de relação sobre as amplitudes variou ao longo do segmento analisado. A seguir, apresentamos um resumo dos principais achados:

- a. -50-100: Nenhuma diferença significativa foi observada entre as condições.
- b. 184-256ms: Não observamos diferenças significativas entre MAT e FUN em nenhum canal. No entanto, entre NPA e MAT/FUN observamos um contraste evidente, com maior positividade para NPA e uma distribuição frontal, occipital e posterior. Esse padrão (principalmente na região frontal) sugere forte semelhança com efeitos já estabelecidos de composição.
- c. 300-400ms: Novamente, entre MAT e FUN, não observamos diferenças significativas para nenhum canal. Entretanto, entre NPA e MAT/FUN identificamos um contraste evidente, com maior negatividade para MAT/FUN, distribuídas nas regiões frontal, occipital e posterior. Esse resultado indica uma forte tendência a um efeito de N400, refletindo no maior engajamento para o processamento das condições de palavras reais e combinatórias (FUN/MAT).
- d. 500-600ms: Assim como nos intervalos anteriores, não observamos diferenças significativas para nenhum canal entre as condições MAT e FUN. Contudo, NPA apresentou um contraste evidente, com maior positividade em relação a MAT/FUN, com uma distribuição central e posterior. Desse modo, atribuímos

esse efeito ao P600, numa perspectiva de tentativa de reanálise de uma não-palavra - ou seja, lexicalmente impossível.

5.10. Discussão

Neste estudo, objetivamos investigar, principalmente os efeitos combinatórios e como isso está associado às relações semânticas. Por isso, nossas hipóteses giram em torno de dois efeitos: a composicionalidade *per si* e, também, os efeitos de contraste entre MAT e FUN, abarcando todo o escopo teórico sobre composição, coerção e relações temáticas.

Agora, direcionaremos o foco para a palavra alvo, o núcleo NP do PP. As nossas hipóteses sobre composição consideram que os processos combinatórios ocorrem de forma precoce, antecedendo a integração semântica. Especificamente, esperamos por volta de 200ms após a apresentação da terceira palavra, que as condições MAT e FUN eliciem uma onda com amplitudes mais negativas em comparação à NPA, o que refletiria o processo combinatório. Além disso, previmos que haveria uma diferença entre o processamento dos dois tipos de relação, MAT e FUN, no segmento 184-256ms com FUN eliciando amplitudes mais negativas que FUN e NPA, devido a sua complexidade semântica.

Contrariando a nossa expectativa inicial, não conseguimos dados relevantes para a diferença entre MAT e FUN. No entanto, captamos no nosso trabalho, um efeito por volta de 200ms com características similares ao efeito de composicionalidade na mesma janela temporal e com uma morfologia de onda similar ao observado por Neufeld et al. (2016), apesar do contexto experimental diferente. O nosso efeito foi relativo à diferença entre palavras reais e não-palavras, e também atribuímos esse contraste a um efeito de combinatoriedade. Mas há algumas considerações a serem feitas: i. enquanto para Neufeld et al. (2016) a maior negatividade para palavras reais se deu em áreas centro-parietais e centro-posteriores, encontramos o efeito mais similar, que também expressa maior negatividade para palavras reais, na região frontal. Em nosso trabalho, observamos que na região parietal esse efeito se inverte (ver Figura M) e o fator não-palavra apresenta uma positividade em contraste ao fator palavra real; ii. a diferença da região dos canais pode ser devido ao tipo de material processado, que apresentam estruturas sintáticas muito diferentes; enquanto Neufeld et al. (2016) trata de composição nome-nome, no nosso caso, há a inserção de um elemento que é a preposição.

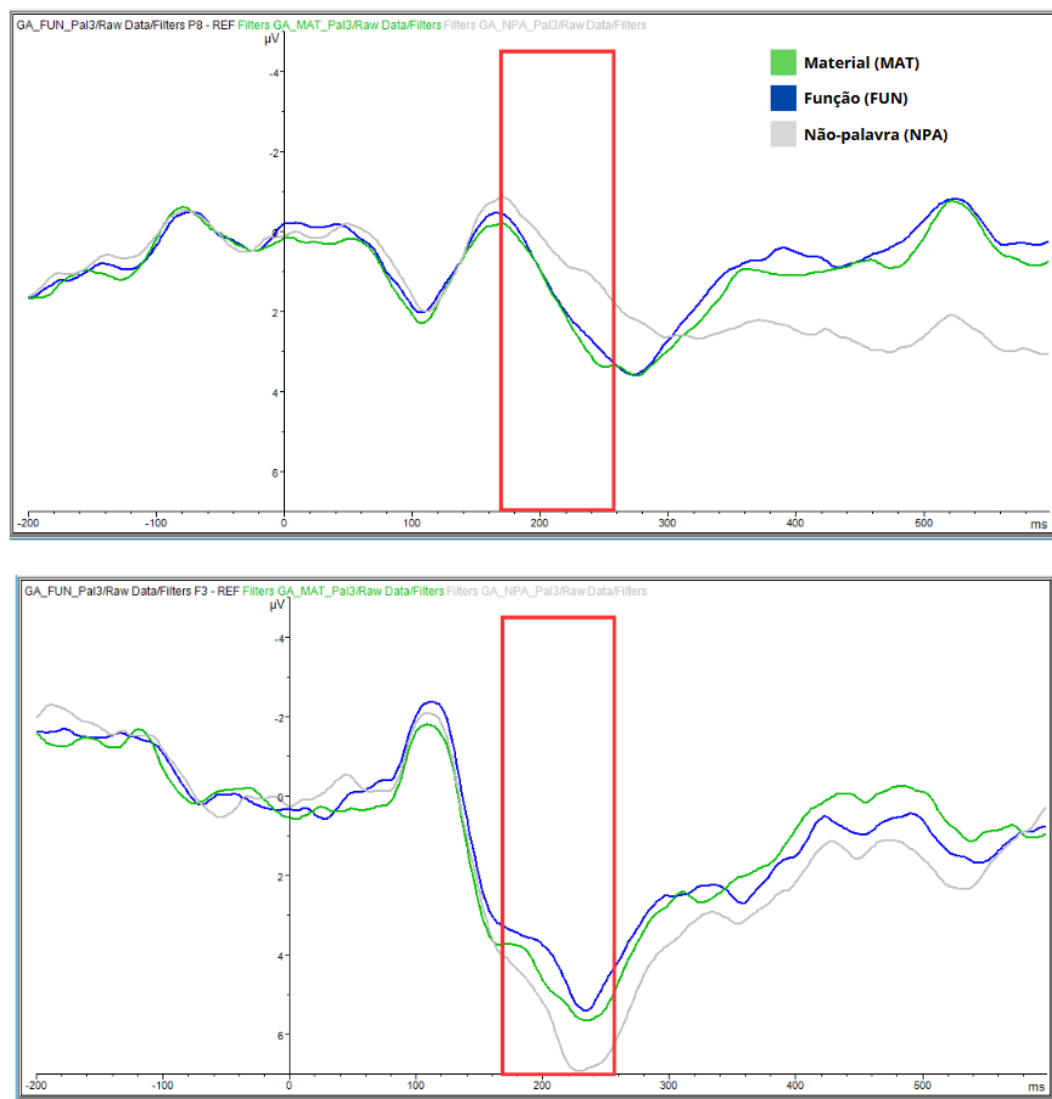


Figura M: ERP comparativo do canal P8 (figura acima) com o canal F3 (figura abaixo) da terceira palavra.

Fonte: De autoria própria, 2025.

Outro aspecto a considerar, é que, mesmo que o efeito que encontramos seja muito semelhante ao que é estabelecido por Neufeld et al. (2016), há uma possibilidade de que esse processamento tenha ocorrido por conta da diferença na comparação (Neufeld et al. comparou a mesma palavra alvo (e.g. car) precedida por palavra real e por não palavra: blue car x rnsh, car), ou seja, por mais que apresente um efeito neurofisiológico, pode ser um fator de não engajamento para não-palavra. No entanto, Neufeld et al. (2016) discute essa mesma possibilidade, e mostra que, nessa janela temporal, a resposta neurofisiológica à “rnsh car” é a mesma que à “lamp car” (lista de palavras reais, não-combinatórias), e que ambas diferem da combinação do tipo “blue car”; ou seja, dificilmente esse contraste seria causado (apenas) por a não-palavra não estar presente no léxico (por ser uma palavra inexistente). Nesse sentido, mesmo que não tenhamos controlado o mesmo fator, é uma boa evidência para considerarmos que nossos resultados seguem um padrão de ser atrelado à combinatoriedade.

Em resumo, Neufeld et al. (2016) observou uma maior negatividade para combinações válidas (de palavras reais) em todos os eletrodos de interesse, enquanto, no nosso estudo, esse mesmo efeito se restringiu aos eletrodos frontais. Nos eletrodos parietais, no entanto, os resultados apresentaram o padrão inverso (mais negatividade para NPA). Essa diferença pode refletir uma distribuição do sinal compatível com um dipolo ou indicar que as ondas parietais já estão influenciadas por um outro processo, possivelmente relacionado ao desengajamento do processamento lexical.

Ainda, a diferença entre as latências das ondas frontais e parietais é um aspecto a ser considerado, o que sugere que operações distintas podem estar modulando a morfologia da onda em cada região (rever Figura K). Uma possibilidade mais extrema é que isso poderia indicar a presença de diferentes componentes. Nesse caso, o efeito parietal apresenta características de P300, que possui uma distribuição tipicamente parietal. Isso poderia estar relacionado à detecção de um padrão desviante, ou seja, caso 1 a cada 4 estímulos corresponda a NPA, a resposta observada pode refletir um mecanismo de detecção de alguma irregularidade no padrão, considerando que a não-palavra já é um estímulo destoante e destacado em relação aos outros.

Além disso, ainda é possível que o efeito por volta de 250ms seja causado pela tentativa de processar uma forma ortográfica impossível (e, consequentemente, fonologicamente ilícita). Nesse caso, esperaríamos um maior esforço cognitivo (amplitudes aumentadas) para a tentativa de processamento de um item não-lexical (a não-palavra); ou uma maior positividade (maior amplitude) nas regiões frontais, indicando um aumento de atenção. Contudo, um estudo que contrastou não-palavras com palavras em contexto sentencial (e.g. *She measured the flour so she could bake a cake x srdt*), captou sensibilidade à não-palavra em janelas temporais anteriores e em regiões posteriores (P130 e N170), o que torna essa explicação menos provável (Kim; Lai, 2012). Mas de fato mais testes precisam ser feitos para comprovação mais profunda.

Ainda nessa discussão, cabe destacar alguns pontos sobre a possível convergência de dados provenientes do EEG com os de MEG. De fato, encontramos um efeito que corresponde à janela temporal já estabelecida por diversos trabalhos de composicionalidade em MEG (Pylkkanen et al., 2019; Bemis e Pylkkanen, 2011, 2013, Flick et al., 2021. Westerlund et al., 2015). Além disso, também já foi comprovado um correlato em trabalhos com o EEG (Fló et al., 2020; Zhang et al., 2015; Neufeld et al., 2016). Por isso, consideramos que esse efeito pode, sim, ser atribuído à composição, mesmo que haja diferenças no resultado.

Agora, para a janela referente ao N400, no que se refere ao processo de composicionalidade, esperávamos que, como NPA constitui uma forma fonológica impossível no PB, não esperávamos quaisquer engajamento semântico significativo, resultando em amplitudes de N400 reduzidas (menos negativas). Em contraste a NPA, esperávamos efeitos de integração semântica para FUN/MAT, eliciando um efeito de N400 com ondas mais negativas.

Neufeld et al. (2016) encontrou uma resposta neurofisiológica nessa janela temporal e considera que se assemelha ao N400, atribuindo um efeito relacionado ao esforço necessário para processar o significado da palavra dentro do contexto. No entanto, ele não considera que seu resultado é exatamente o mesmo efeito do clássico N400 (devido à distribuição topográfica relativamente mais anterior, entre outros fatores), e, por isso, a integração semântica poderia ser uma explicação mais propícia para esse dado, uma vez que o componente reflete os processos computacionais para combinar ou “integrar” a palavra atual à representação no contexto semântico local (Neufeld et al., 2016, p. 16).

Confluente a isso, obtivemos um resultado interessante. Novamente, o contraste foi entre palavra e não-palavra e atribuímos essa resposta ao fato de que captamos um sutil N400, provavelmente devido à integração semântica e o engajamento. Ou seja, uma situação possível que NPA tenha eliciado ondas neurofisiológicas menos acentuadas que MAT/FUN (palavras reais) justamente porque o sujeito desconsidera o processamento de palavras que não fazem parte do seu léxico, o que tornaria a composição semântica impossível, como prevemos. Oposto a isso, os estímulos que possuem palavra real, provocam uma necessidade de continuar engajado para construir sentido, compondo um efeito de integração semântica.

Até esse momento, focamos na composicionalidade e no contraste entre palavra e não-palavra. Contudo, desde o início, a motivação principal dessa dissertação era contrastar dois tipos de relação semântica, caracterizados como material e função, observando a diferença de processamento entre essas duas relações de sentido. Assim, vamos destrinchar como se deu o processamento para as relações semânticas e as condições (MAT e FUN).

Nas nossas hipóteses, prevíamos que a relação de FUN exigisse maior carga de processamento por volta de 400ms para a construção da relação semântica, engajando um processo de coerção. Dessa forma, eliciando um componente N400, com uma onda mais negativa para FUN em comparação a MAT e NPA, refletindo um esforço cognitivo adicional.

Contrário às expectativas, em nenhum recorte temporal foi possível identificar qualquer contraste significativo entre as duas condições. Portanto, não há evidências que comprovem que o processamento ocorre de maneira diferente para qualquer uma delas, enfraquecendo nossas hipóteses experimentais de que haveria um processamento mais custoso

para FUN, devido à sua complexidade estrutural (dada a sua Estrutura de Qualia e/ou processo coercitivo) e de sentido. Formulamos alguns motivos para explicar o porquê desse resultado.

A primeira possibilidade se relaciona com a ideia de que é possível que essa onda eliciada por volta de 400ms para MAT/FUN também seja atribuída ao fato de que, na literatura, o processo de coerção elicia uma resposta de N400 em contraste a frases que não possuem coerção (Baggio, 2010; Kuperberg *et al.*, 2010; Pykkänen, McElree, 2006). Nesse caso, contradizendo nossas expectativas, é possível o fator coerção ocorrer em ambas as condições e não somente na de FUN, assim, inferindo que esse é um motivo para eliciar o mesmo padrão de ativação neurofisiológica para MAT e FUN sem apresentar nenhum contraste significativo.

Esse resultado faz ainda mais sentido quando olhamos em comparação com os resultados de MEG (Pykkänen, Llinás, & McElree, 2004; Pykkänen, McElree, 2007), que mostraram que, em relação a frases anômalas e não-coercivas, a frase que era coerciva modulou uma atividade no córtex pré-frontal ventromedial (vmPFC), em uma janela de tempo de (350-500ms). O ponto chave é que Pykkänen e seu grupo atribuem essa atividade na região vmPFC a influência pragmática, devido à associação reportada na literatura (Jackson et al, 2020) entre vmPFC e cognição social. Ou seja, na verdade, os resultados de Pykkänen podem ser interpretados como um complemento à hipótese de coerção, sugerindo que também há um engajamento no processamento pragmático.

Isto é, se operações semânticas envolvem “enriquecimento”, a interpretação do enunciado, pode ser modulada por fatores pragmáticos, como previsto pela teoria de Jackendoff (1997) e De Almeida, Dwivedi (2008) e Audring & Booij (2016) sistematizam. Ou seja, em ‘agulha de [...] crochê’, um operador semântico coberto permite o encaixe do complemento “crochê” e permite a inferência de isso ter o sentido de “para fazer/produzir” crochê. Se, de fato, tanto MAT quanto FUN envolverem um processo coercitivo, conforme indicado pela literatura, isso sugere que a ocorrência desse fenômeno independe do grau de ambiguidade da frase (i.e. independente de quantas opções poderia ocupar o material semântico não expresso). Isso quer dizer que o efeito de N400 permanece estável tanto em um contexto mais aberto e passível de múltiplas interpretações, que seria o caso de FUN, quanto em um contexto mais direto e restrito a uma única possibilidade interpretativa, que seria o caso de MAT. No exemplo da agulha, a possível “competição” por interpretações para FUN se dariam como no caso de agulha de [costurar, tecer, furar, juntar] crochê”. Enquanto a ausência de competição para MAT, supostamente, aconteceria em um contexto restrito à adição do verbo, como em toalha [que é feita] de crochê.

Ou seja, o custo de processamento coercitivo não estaria atrelado ao custo de selecionar múltiplas interpretações de possibilidades (Kuperberg *et al.*, 2010, p. 2693-4; Frisson, McElree, 2008, p. 7-8). O fator determinante nesse caso, não é a quantidade de leituras disponíveis interpretáveis, mas uma representação semântica seja satisfeita, independente do caminho para sua realização (Frisson, McElree, 2008). A proposta do “enriquecimento semântico” parece implicar que a interpretação da frase está mais sujeita a efeitos de processos de contexto, conhecimento de mundo e da intenção do falante para ser compreendida (Audring & Booij, 2016). Um indicativo para associar esses resultados ao N400, metodologia do EEG, é a ampla distribuição do efeito de N400 observado por nós, em contraste com o padrão do efeito clássico centro-parietal; Além disso, a literatura aponta a influência de contextos pragmáticos no N400 (ver Van Berkum *et al.*, 2008; Hagoort *et al.*, 2004).

Entretanto, é importante ressaltar que, para nós, trata-se de um caso inesperado que MAT apresente recursos coercitivos, principalmente considerando que as evidências anteriores indicam uma operação diferente, mais complexa para a relação de sentido de FUN. Além disso, fica difícil imaginar como esse processo coercitivo se desencadearia. Na nossa hipótese, em que a suposta coerção aconteceria como “toalha [que é feita] de crochê”, o efeito estaria centralizado entre o primeiro substantivo e a preposição ‘de’. Ou seja, a inconsistência se tornaria evidente quando o sujeito chega ao complemento de “de” e ativa a percepção de que a relação semântica esperada não pode ser computada, pois há uma lacuna interpretativa. Isso só reforça a ideia de que MAT e FUN são distintos. Enquanto em FUN é possível que essa relação seja estabelecida de maneira sintaticamente coerente, de forma implícita; para MAT, pelo menos na nossa visão, não ocorre da mesma maneira, já que não parece plausível que, de maneira linear, ao ouvir “agulha” já haja uma projeção imediata da necessidade de enriquecimento para estabelecer a relação de material. Nesse sentido, uma proposta de enriquecimento semântico (Audring & Booij, 2016) não parece justa nesse caso.

Por outro lado, a proposta de Pustejovsky (1993; 1998; 2001; 2005; 2016; 2017) consegue ter um poder explicativo muito mais coerente e adequado. Isso quer dizer que, ao processar “agulha”, uma das dimensões de Qualia ativadas é a constitutiva, que, no caso, é mediada implicitamente pela relação de “feito de”. Assim, quando o ouvinte se depara com “metal”, essa dimensão já se encontra ativada, permitindo diretamente o encaixe de sentido, consequentemente, a interpretação de MAT. Por isso, considerando uma comparação teórica (e de processamento) com FUN, devemos dizer que não possuímos de fato uma hipótese para como esse efeito de coerção ocorreria em MAT, só podemos supor a partir de inferências que, de fato, a explicação mais plausível é a da estrutura de Qualia.

Uma outra possibilidade para MAT ter eliciado um N400 evidente é que ela possui um fator, que como Neufeld et al. (2016) explica, pode estar atrelado a uma questão de “memória semântica”. Desse modo, assim como o “azul” em “*blue car*” não é o mesmo azul que outros contextos “*blue car, blue pen, blue house*”, a depender da experiência de quem ouve, o efeito pode significar também um fator de recuperação de informações mais específicas na memória semântica para o material associado, como “armário de madeira” que não é a mesma madeira para “caixa de madeira” ou “escultura de madeira”.

Com isso, embora MAT e FUN apresentem estruturas teoricamente completamente diferentes, devido aos resultados, essas relações não parecem acarretar custos de processamento distintos. Por isso, arriscamos dizer que uma possibilidade para MAT apresentar, de fato, algum tipo de resposta mais direta e transparente pode estar relacionada, potencialmente, a um fenômeno decorrente de um efeito de pós-processamento (como refletida nas medidas de leitura automonitorada, por exemplo) ou, possivelmente, associado a uma interpretação metacognitiva. Ou seja, é possível que os efeitos interpretativos podem ser detectados pelo objetivo cognitivo da tarefa, a depender da metodologia empregada. Nesse caso, em um contexto experimental que exige julgamento explícito (ex. julgamento de correspondência entre frase e imagem), são engajados processos metacognitivos e estratégicos. Desse modo, podem surgir efeitos que indicam o maior custo de processamento para FUN em determinada tarefa.

A segunda possibilidade está relacionada à localização e a baixa precisão espacial do EEG. Antes de destrinchar, tomaremos como partida de que nos próximos parágrafos focamos nos aspectos de processamento de composicionalidade e relação semântica.

Alguns trabalhos (Bemis e Pyllkanen, 2011, 2013; Pyllkanen, 2019; 2020; Flick et al, 2021) postulam, com a metodologia de MEG, que há uma ativação no lobo temporal anterior esquerdo (LATL) para o efeito de combinação de combinações mínimas, como adjetivo-nome (e.g. *red boat*), e compostos nome-nome (e.g. *trophy cabinet*), atrelada à semântica e uma ativação no Lobo temporal posterior esquerdo (LPTL), que também foi associado a composicionalidade, mas com um viés sintático. Alinhado a isso, Flick et al (2021), que contrasta componentes nome-nome e relações semânticas diferentes (temática: e.g. *trophy cabinet*, indicando conteúdo; e de propriedade: *metal cabinet* (material) e *green cabinet* (cor)), encontrou uma forte ativação associada a relação de conteúdo no LPTL. Em contraste, material e cor ativaram essa mesma região de forma mais fraca, enquanto apresentaram uma ativação mais forte no LATL. No entanto, todas as ativações ocorreram na mesma janela temporal.

Ao relacionar as interpretações de Flick et al (2021) de “conteúdo” como similar à de funcionalidade (FUN) e “material” à condição MAT, assumimos que a ausência de contraste entre as condições poderia estar atrelada a uma limitação metodológica do EEG.

Isso indica que, embora o EEG tenha alta resolução temporal e tenha sido capaz de captar uma onda eliciada em um intervalo temporal análogo ao relatado por outros autores (Pylkkanen, 2019; Flick et al, 2021), a sua precisão espacial é significativamente limitada devido à natureza captação dos sinais elétricos. Nesse contexto, o MEG, por oferecer tanto uma boa resolução temporal, como uma excelente precisão espacial (sendo capaz de delimitar com clareza a origem dos sinais emitidos pelo cérebro e identificar as regiões ativadas no momento do processamento), pode representar uma metodologia mais eficaz para captar quaisquer diferenças mais expressivas e significativas entre MAT e FUN.

Por fim, a última possibilidade para explicar a falta de contraste entre as condições é retomar o óbvio: pode ser que não haja diferenças de processamento entre elas. Isso indicaria que, de fato, a variável de relação semântica não constitui um fator determinante para condicionar o processamento. Desse modo, vale ressaltar que, conforme discutido anteriormente, o contraste que idealizamos pode estar relacionado a uma mudança metodológica ou até um efeito de pós-processamento.

É claro que não podemos deixar de retomar as hipóteses secundárias. Em consonância com Neufeld et al. (2016), a ideia era captar sinais combinatórios precoces entre -50-100ms a partir da apresentação da terceira palavra. De fato, não encontramos um efeito inicial de construção preditiva de estrutura sintática, que indicaria uma eminência de um elemento (aos -50-100ms). Especulamos que isso poderia ser por dois motivos, de natureza metodológica: i. até então, tudo segue o mesmo padrão, as palavras anteriores (NP e a preposição) não estão em contraste, por isso é coerente que não apresente diferença entre condições; ii. o outro motivo, é a maneira que a *baseline correction* (-200ms antes da apresentação da palavra) do segmento foi feito. Essa operação de pré-processamento dos dados, permite uma espécie de filtragem de ruído e normalização do dado, mas há o risco de “apagar” efeitos precoces desse modo (Neufeld et al., 2016), o que poderia implicar em uma inibição da visualização desse efeito pré palavra alvo.

Além disso, a outra hipótese é relacionada à fase posterior aos intervalos associados à combinatoriedade e processamento semântico, que poderia ser marcado pela presença do componente P600. Embora as evidências neurofisiológicas (Kuperberg *et al.*, 2010) não apontem efeitos de P600 para elementos coercitivos, avaliá-los considerando efeitos que seria possível um reflexo de processo de reanálise, principalmente para FUN, devido a sua maior complexidade.

De fato, não foi observada diferença significativa entre as respostas referentes às condições MAT e FUN neste intervalo. No entanto, os resultados indicaram um efeito mais positivo para NPA, o qual interpretamos como um correspondente ao P600. Essa conclusão se sustenta quando consideramos estudos sobre não-palavras em contextos sentenciais semânticos e sintáticos, como os de Kim et al (2012), que analisaram os fenômenos de P600 (veja o comparativo entre as ondas na Figura N).

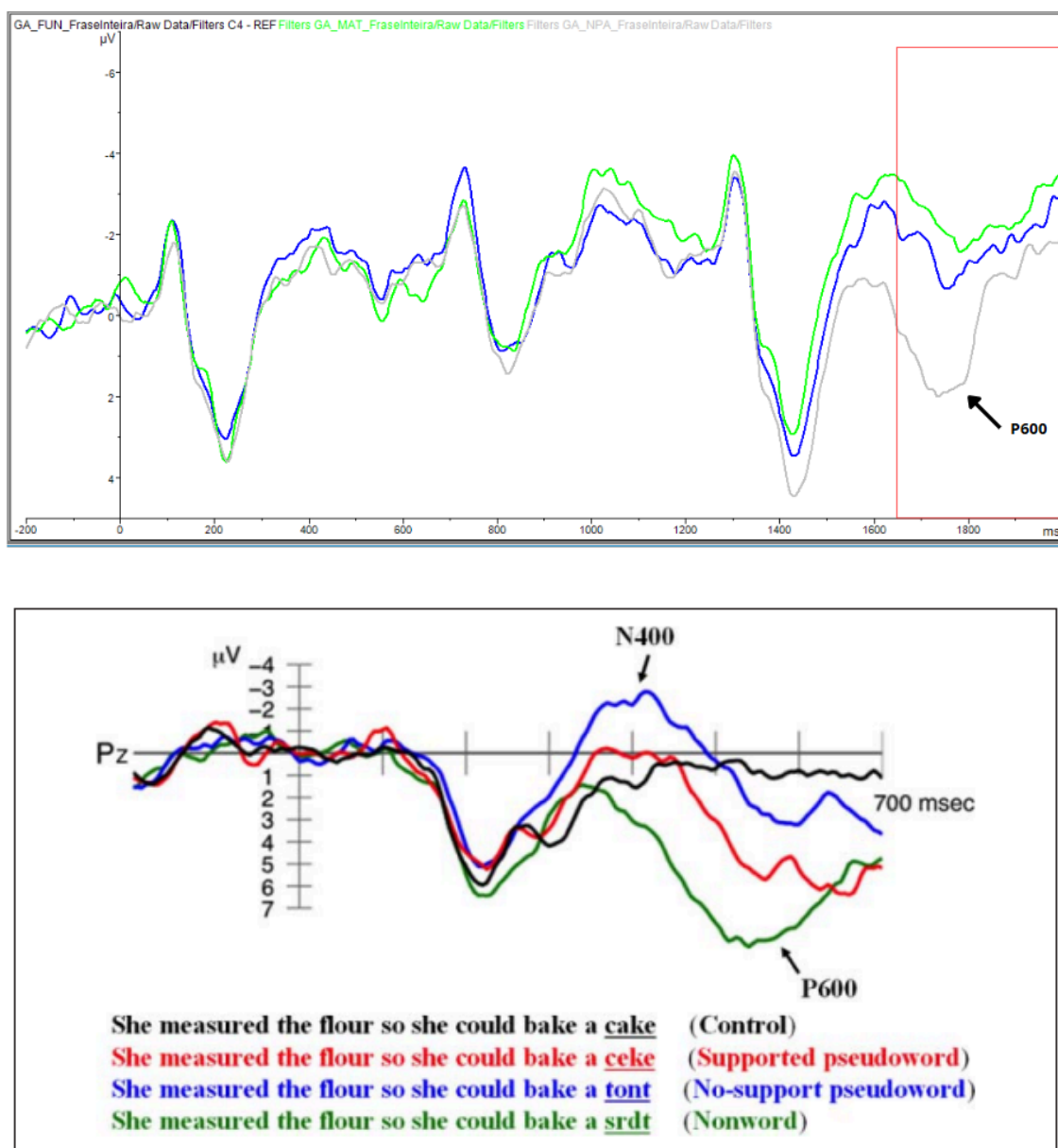


Figura N: Comparativo entre ERP da Frase Inteira do Canal C4 deste trabalho (imagem acima) e ERP retirado do trabalho de Kim et al (2012). Fonte: De autoria própria, 2025.

Os autores explicam que esse efeito está relacionado a processos antecipatórios no processamento lexical, o que quer dizer que a ativação lexical se inicia antes mesmo de um N400, que tipicamente marca o processamento semântico lexical. Ou seja, antes dos 400ms, já

seria possível identificar que o *input* não corresponde a uma palavra possível e, por isso, não há engajamento nem competição com as outras alternativas prováveis, dentro do contexto. Com isso, podemos inferir que o P600 reflete uma tentativa de integração - ou reanálise, quando deparado com uma sequência lexical impossível, sugerindo mais esforço cognitivo para atribuir sentido a essas combinações (ex. tigela de njfdst). Nesse caso, então, a dificuldade de processamento está atrelada a um mecanismo de tentativa de reparo estrutural por conta dos itens irregulares - as não-palavras.

Para concluir, revisitamos os efeitos que ocorreram na 1ª e 2ª palavra. Nesse caso, não havia nenhuma hipótese delimitada, mas, mesmo assim, apresentamos algumas considerações.

Na primeira palavra analisamos somente o intervalo de 300-400ms, que apresentou um efeito sutil de contraste entre MAT e FUN, com uma onda mais negativa para FUN. Nesse caso, podemos explicar que houve uma reação devido à diferença sutil de frequência. Embora tenhamos controlado esses fatores, pode ser que a medida utilizada (LexPorBr) não seja 100% confiável, devido às questões da maneira como é feito o corpus e sua variedade de palavras. A outra possibilidade é de que a estrutura interna da palavra pode influenciar a percepção, por conta da sua natureza deverbal (i.e. fábrica [fabricar] de chocolate). Na fundamentação teórica já indicamos que isso poderia ser um possível *confound* no estudo. E sugerimos explorar essa questão em estudos futuros que contrasta esse tipo com outros de modo sistemático.

Para a 2ª palavra, encontramos sutil efeito significativo somente no intervalo de 400-500ms, que eliciou uma onda menos negativa para FUN em relação a MAT. Consideramos que o efeito tardio se dá devido a reflexos redundantes do processamento anterior, já que apresenta uma margem temporal similar e um efeito também parecido. Outra possibilidade é que esse efeito (que é frontal) indique uma resposta neurofisiológica para itens de classe fechada, a preposição. Esse componente é conhecido como CNV, um efeito similar acontece em Molinaro *et al.* (2008) (aos 400-700ms). No entanto, descartamos essa possibilidade, pois não avaliamos quaisquer contrastes entre preposições, então é mais favorável presumir que o efeito é relativo a uma situação de reflexo retomado da primeira palavra.

6. Experimento Leitura Automonitorada

6.1. Metodologia

É certo que os experimentos psicolinguísticos forneceram dados interessantes para sustentar o fato de que parece existir alguma relação nos resultados de pós-processamento e, até mesmo, em uma perspectiva metalinguística. Esses resultados sugerem que há uma influência de fatores relacionados a acessos cognitivos mais tardios, utilizando recursos mais conscientes e estratégicos para responder.

De fato, no Experimento EEG/ERP, não encontramos contraste significativos entre FUN e MAT. No entanto, permaneceu a suspeita de que poderia haver algum tipo de diferença de processamento mais tardio, principalmente considerando que MAT, teoricamente, apresenta semântica mais assertiva, direto e transparente. Essa intuição nos levou a questionar se haveria algum nuance no processamento dessas categorias que não fosse capturada pelas metodologias anteriormente adotadas.

Por conta disso, resolvemos aprimorar o Experimento 1, que já havia confirmado essa suspeita, no entanto, agora, com um novo e mais refinado experimento de Leitura Automonitorada. Isso porque a técnica de Leitura Automonitorada é amplamente utilizada para medir tempos de leitura (RT), por meio de plataformas especializadas, como o PCIBex (que utilizamos na montagem e aplicação desse Experimento, por exemplo). Essa técnica registra o tempo que um participante gasta na leitura de uma palavra antes de passar para a próxima (Kaiser, 2013, p. 140). Dessa forma, nosso objetivo era de obter medidas sobre o tempo de leitura do último segmento, após a visualização da combinação (ex. peneira de **areia** (FUN) vs. estátua de **areia** (MAT)) e observar quais itens estão associados a um gasto maior de carga cognitiva e apresentam maior dificuldade de processamento. Além disso, propomos observar a acurácia para ambas as condições numa tarefa de *picture matching* entre as frases lidas e uma imagem apresentada a seguir.

Os estímulos e materiais utilizados para esse experimento foram os mesmos utilizados no Experimento EEG/ERP estão disponíveis no repositório OSF, pelo link: https://osf.io/5z98f/?view_only=6ba1bc1df5bd4ddea55ed71295b5eec7. Referimos, então, para a caracterização desses estímulos para o item 4.2.5 na Tabela E anteriormente apresentada. Os itens foram separados em 2 listas, A e B, em que um participante que via um item, não via de novo o mesmo item.

Lista A			Lista B		
1	FUN	peneira de areia	1	MAT	estátua de areia
3	NPA	vento de tksja	2	DIS	cabide com roupa
4	MAT	xícara de argila	4	FUN	espátula de argila
5	DIS	câmera com tripé	6	NPA	garra de çmort

Tabela N: Sequência de estímulos da Lista A e Lista B, da Leitura Automonitorada. Fonte: De autoria própria, 2025.

Com isso, conseguimos obter uma análise mais completa, em que todos os estímulos foram observados, e evitamos qualquer tipo de viés cognitivo pela repetição, já que cada participante só viu uma condição de um mesmo item fixo.

6.2. Hipóteses e previsões

Com isso, nossas hipóteses são claras: esperamos um custo de processamento maior para FUN, refletidos em tempos de leitura (RTs) mais lentos e possivelmente índices de acurácia menores. Consequentemente, RTs mais rápidos para MAT e acurácia maior, dado a sua característica de ser mais direto.

Sobre o NPA, considerando o efeito tardio de reanálise obtido com o EEG, é possível que os RTs sejam mais lentos em relação a MAT e FUN. Nesse caso, não haveria efeitos de desengajamento ou desistência de processar, é possível que o participante permaneça tentando processar e integrar a composição, o que resultaria em um esforço cognitivo mais prolongado e RTs mais lentos.

6.3. Participantes

Recrutamos online 58 pessoas que tivessem entre 18 e 40 anos (média=26,68 anos; DP=6,04), sendo a maioria habitante do estado do Rio de Janeiro para o estudo (M=21, F=34, outro=3). Após a inspeção visual dos dados por participante, 1 outlier foi retirado por não se adequar aos critérios, com RTs que apresentaram um padrão completamente desviante dos demais.

6.4. Procedimentos de coleta

O experimento foi aplicado remotamente a partir da plataforma Pibex (Zerh; Schwarz, 2018), que é uma plataforma gratuita desenvolvida para aplicação de experimentos psicolinguísticos. Todos os participantes tiveram acesso a uma tela de consentimento. A pesquisa foi aprovada pelo Comitê de Ética em Pesquisa da UFRJ, IESC, em 30 de julho de 2024, CAAE nº 80515024.0.0000.5286.

Seguindo o modelo mais clássico de Leitura Automonitorada e, também, com base em Peres, Soto (2024), os estímulos foram apresentados palavra por palavra. No início de cada estímulo, apenas os espaços correspondentes às partes do estímulo aparecerão na tela (ex. _____). Para ler a primeira palavra de cada estímulo, o sujeito apertou uma barra de espaço, que revelou a palavra (ex. **linha** _____). Ao apertar novamente o botão, a parte lida permanecerá e a palavra subsequente será revelada. Assim por diante, até seguir para o próximo estímulo. (ex. _____ de _____ → _____ crochê).

Ao término de cada sentença, o sujeito responderá a uma pergunta que verifica se ele está lendo com atenção. Nesse sentido, uma simples pergunta de verificação de imagem será mostrada. Por exemplo, para uma sentença como “linha de crochê”, a imagem de testagem apresentada poderia ser um de uma linha de crochê ou de um objeto aleatório, podendo a pessoa escolher entre duas opções no fundo de tela: SIM ou NÃO, apertando botões específicos que foram informados logo na etapa de treinamento. A compatibilidade das imagens foi variada, ora focando na combinação, ora no material, o que diminui as chances do sujeito perceber o objeto implícito do experimento, ao mesmo tempo que estimula um processamento combinatório. Antes de iniciar o teste, uma etapa de treinamento foi realizada a fim de garantir que o sujeito entendeu a tarefa. Veja a Figura O:



Figura O: Sequência da Leitura Automonitorada. Fonte: A Autora, 2025.

6.5. Análise de dados e resultados

6.5.1. Acurácia

Antes de falar dos resultados para o contraste de RTs entre condições, analisamos a acurácia das respostas para as figuras. Embora tenhamos controlado as características das figuras: todas foram apresentadas com o mesmo tamanho (400x400px), com fundo branco e utilizando características da combinação (para resposta compatível) ou um objeto aleatório (para resposta incompatível), é possível captar uma tendência a um número maior de erros para NPA (71,9% de acertos) e FUN (90% de acertos), em vista de MAT (97% de acertos). Para isso, fizemos análise estatística de modelos mistos de regressão para distribuição binária, em que consideramos efeitos aleatórios (acurácia ~ tipo relação + (1|participante) + (1|item), família=binary). A análise apontou que a probabilidade de acerto para MAT é 2,97 vezes maior do que para FUN ($X^2=203.68$, $p<0,001$).

Consideramos que o resultado para FUN se dá justamente porque as combinações são mais difíceis de serem associadas, com menos alusão direta ao seu tipo de função. Principalmente porque o quale télico implica uma ação de “feito para [verbo]”, o que implicaria também em uma dificuldade de associação com uma imagem estática. É como vimos no caso de efeitos de coerção, que troca de uma entidade para um evento.

No caso de material, o efeito oposto acontece: certamente é muito evidente que tal objeto é composto desse material e isso faz com que a análise seja mais propícia a acertos e associações mais diretas.

Por fim, NPA apresentou uma complexidade maior. A acurácia foi bastante variada e não apresentou um padrão claro, isso porque houve uma ambiguidade na tarefa. Quando um item como “armário de madeira” era apresentado, os participantes associavam a relação entre a frase e imagem como um todo, interpretando como um armário que é feito do material madeira.

No caso de NPA, como apresentamos estímulos do tipo “tocha de cgrtr”, surgiu uma ambiguidade: se a resposta deveria ser “sim” ou “não” para a combinação como um todo ou se pela presença de pelo menos uma palavra correspondente à figura, mesmo quando aparecia a figura de uma tocha. Essa ambiguidade aconteceu por uma questão de preferirmos não interferir no efeito estratégico para responder a tarefa, por exemplo, ao dizer “responda caso

uma das palavras seja compatível”, justamente porque isso poderia interferir ou causar efeitos para as outras condições (de FUN e MAT). Desse modo, é possível que isso tenha levado os participantes a escolherem com seus próprios critérios, levando a estratégias diferentes: uma parte marcou “sim” sempre que pelo menos uma palavra estivesse relacionada à figura, enquanto outra parte considerou que a combinação não foi completa e a figura não era correspondente, marcando “não” para todos os estímulos. Como consequência, os dados de NPA apresentaram uma variação significativa nas respostas. Veja o Gráfico G:

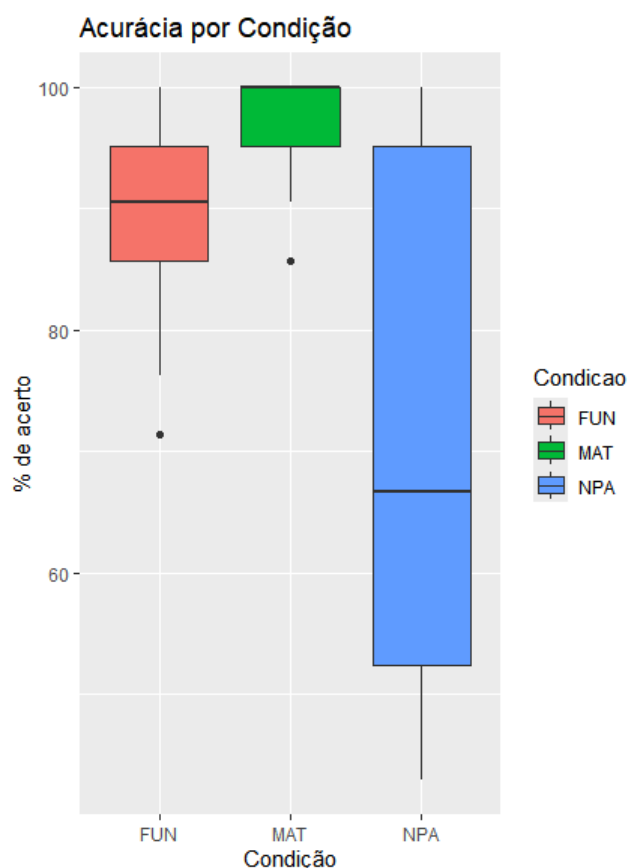


Gráfico G: Acurácia por condição, na Leitura Automonitorada. Fonte: De autoria própria, 2025.

6.5.2. Tempos de leitura

Agora avaliando os resultados de RTs, fizemos uma análise estatística observando o RT do segmento da 3ª palavra (ex. madeira em “armário de madeira”). Na análise, retiramos qualquer dado de RT além do limite de média mais ou menos 2 vezes o desvio padrão, também descartando RTs abaixo de 60ms (que pode estar associado a algum tipo de erro). Por conta dos dados não apresentarem uma distribuição normal, rodamos um modelo misto linear generalizado (glmm).

Com isso, rodamos a primeira análise estatística, em que consideramos todas as variáveis entre condições (FUN, MAT, NPA) para testar a influência nos tempos de leitura. Nessa análise, comparamos o modelo nulo com um modelo que inclui condição (i.e. relação semântica) como efeito fixo ($\text{glmer}(\text{Reading.time} \sim \text{Condicao} + (1|\text{participante}))$). Nesse caso, encontramos, sim, uma diferença entre os RTs ($X^2(2)=709,59$, $p<0,05^{***}$). Ou seja, de fato, os RTs variam de acordo com a condição experimental.

Após isso, rodamos uma segunda análise, em que restringimos a FUN e MAT. Nessa análise, comparamos o modelo nulo com um modelo que inclui condição como efeito fixo ($\text{glmer}(\text{Reading.time} \sim \text{Condicao} + (1|\text{participante}) + (1|\text{Item}))$). Novamente, essa análise mostrou um efeito significativo entre as condições MAT e FUN ($X^2(2)=33,56$, $p<0,05^{***}$), com tempos de leitura significativamente mais rápidos para MAT, com 400ms em relação aos 450ms de RT para FUN. Veja o Gráfico H:

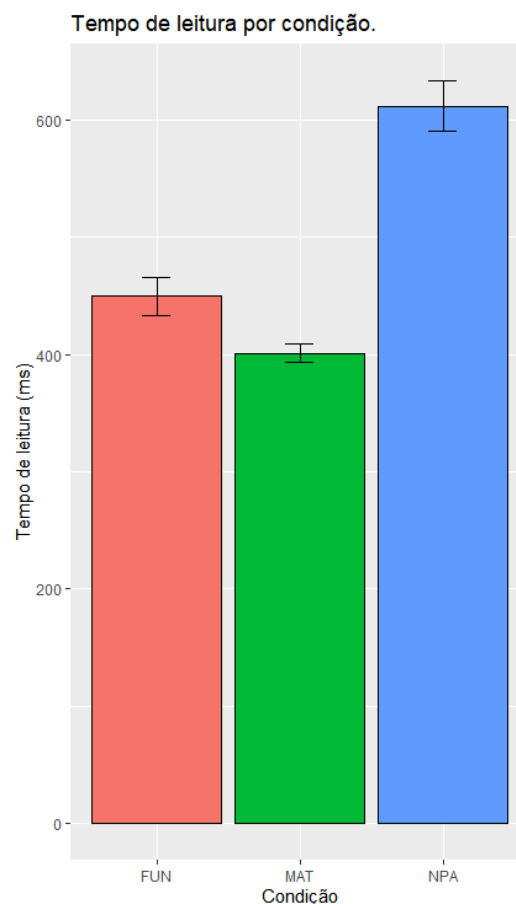


Gráfico H: Tempo de Leitura (RT) por condição, na Leitura Automonitorada. Fonte: De autoria própria, 2025.

Esse resultado corrobora com a nossa hipótese de que, de fato, há uma tendência a um processamento mais rápido para MAT. Atribuímos esse efeito, possivelmente, ao fato de que

suas características semânticas e estruturais facilitam em maior grau a associação de sentido na combinação, como discutido ao longo da revisão teórica sobre estrutura de Qualia e, também, a estrutura temática.

Além disso, suspeitamos que esses efeitos não foram captados por métodos como o EEG justamente porque a Leitura Automonitorada, apesar de ser um método online, captura reflexos que podem ser associados ao pós-processamento. Isso significa que além dos processos linguísticos, ela pode refletir a utilização de mecanismos cognitivos mais amplos, com utilização de recursos mais estratégicos e conscientes. Além disso, também permite a reflexão sobre a influência da tarefa cognitiva: em que a necessidade de fazer uma análise mais precisa - e mais custosa - do significado da combinação é requerida em função da tarefa ("essa imagem representa a frase lida?"). Ou seja, é possível pensar que as diferenças que caracterizam os estímulos MAT e FUN não necessariamente desencadeiam um custo diferenciado no seu processamento linguístico, a não ser que o objetivo cognitivo o demanda.

7. Considerações Finais

Neste estudo, conseguimos alcançar o objetivo de observar efeitos de composição e as relações semânticas (temáticas e constitutivas) e encontramos alguns resultados que podem ser de grande contribuição para o início da observação desses fenômenos no PB.

Com esse estudo, primeiro realizamos um experimento em que foram normatizados os estímulos para se adequar semanticamente à interpretação correta (FUN para “feito para” e MAT para “feito de”). Descobrimos que os participantes apresentam uma maior facilidade de relacionar semanticamente itens de MAT, com maior número de interpretações corretas e associamos isso ao fato de MAT ter combinações mais diretas e transparentes com seu significado. Nesse mesmo experimento, aplicamos uma escala de Likert para familiaridade, e identificamos que há uma tendência a interpretações de mais familiaridade para MAT, que atribuímos ao fato de serem mais diretas e menos diversas.

No Experimento com o EEG, encontramos algumas respostas interessantes, principalmente observando os componentes de N250, N400 e P600.

Sobre o N250, não encontramos contraste entre as condições de relações semânticas. No entanto, encontramos uma onda negativa eliciada na janela de 180-256ms para os estímulos combinatórios com palavras reais (MAT/FUN), em contraste com o item não-combinatório (NPA). Atribuímos esse achado ao efeito de composicionalidade, em confluência com os estudos de Neufeld et al. (2016), entre outros.

Sobre o N400, não obtivemos o resultado esperado com ondas mais negativas para FUN. Nessa janela, as amplitudes de N400 ocorreram tanto para FUN, quanto para MAT. Mesmo não encontrando diferença entre as duas condições, especulamos que seja possível atribuir esse resultado a mecanismos possivelmente diferentes para um e para outro. Para FUN, consideramos que esse efeito está atrelado a processos de coerção (e, talvez, haja algum efeito para MAT, que deverá ser mais estudado), além de efeito de grau de dificuldade de processamento e integração semântica. Já para MAT ter eliciado o N400, acreditamos que também haja um engajamento devido à integração, mas principalmente consideramos possíveis efeitos de recuperação de “memória semântica”, descrito por Neufeld et al. (2016). No caso de MAT, mais estudos precisam ser feitos para comprovar a natureza do efeito. Ainda, se houver, de fato, diferentes processos cognitivos por trás, talvez estudos com diferentes contrastes experimentais e/ou metodologias diferentes (principalmente com resolução espacial) sejam capazes de dissociá-los.

Para o P600, encontramos um resultado do contraste entre palavras reais e não-palavra, em que encontramos ondas mais positivas para NPA. Consideramos que esse achado reflete efeitos de reanálise, em que é necessário um engajamento mais tardio para tentativas de integração.

Após isso, aplicamos um novo Experimento de Leitura Automonitorada, que confirma as nossas suspeitas de que há, em algum grau, diferença de processamento para MAT e FUN, com MAT apresentando RTs mais rápidos. Como nas nossas hipóteses, consideramos esse resultado reflexo de um processamento mais direto, transparente e objetivo para MAT. No entanto, discutimos ainda que esse resultado pode estar atrelado a alguns efeitos de tarefa e de estratégias pós-processamento (com resultados mais tardios).

Todo estudo apresenta lacunas e limitações que podem contribuir ainda para um resultado mais robusto, vamos tratar algumas delas. Consideramos que, embora tenhamos escolhido colocar NPA na última palavra para contrastar com os estímulos fixos, dessa forma, observando os efeitos de contraste na última palavra. No entanto, isso gera um *confound*, no qual o resultado provavelmente reflete tanto composicionalidade, como também pode estar sendo afetado por efeitos de acesso a uma não-palavra. Por isso, seria interessante em um próximo experimento, observar outros tipos de estímulos, com NPA na primeira posição (ex. knfsl de madeira), replicando o tipo de estímulo dos estudos de Neufeld et al. (2016), para dissociar com evidências mais precisas os efeitos de combinatoriedade e de acesso a uma palavra inexistente. Também consideremos que seria interessante observar contrastes para a preposição, que poderia se beneficiar de um estudo de *priming encoberto*, com contraste entre estímulos com apresentação da preposição e sem preposição, de forma a observar se ainda haveria efeitos de composicionalidade e se a preposição realmente é um fator decisivo para intermediar o sentido. Por fim, esse estudo se beneficiaria da utilização de metodologias que possuem uma boa resolução espacial (como MEG ou fMRI), assim, poderíamos observar com mais precisão os efeitos de coerção e áreas ativadas.

Com isso bem definido, entendemos que há muitas possibilidades para expandir os estudos das combinações NP + PP no PB. Ainda assim, consideramos os achados deste trabalho de suma importância para abrir caminhos e começar a preencher lacunas, com resultados neurofisiológicos inéditos para composições com preposições no PB.

8. Referências

- ANICK, Peter; PUSTEJOVSKY, James. An application of lexical semantics to knowledge acquisition from corpora. In: COLING 1990 Volume 2: Papers presented to the 13th International Conference on Computational Linguistics. 1990.
- AUDRING, Jenny; BOOIJ, Geert. Cooperation and coercion. *Linguistics*, v. 54, n. 4, p. 617-637, 2016.
- BAGGIO, Giosuè et al. Coercion and compositionality. *Journal of Cognitive Neuroscience*, v. 22, n. 9, p. 2131-2140, 2010.
- BATES, Douglas et al. Fitting linear mixed-effects models using lme4. *Journal of Statistical Software*, v. 67, p. 1-48, 2015.
- BEMIS, Douglas K.; Pylkkanen, Liina. Basic linguistic composition recruits the left anterior temporal lobe and left angular gyrus during both listening and reading. *Cerebral Cortex*, v. 23, n. 8, p. 1859-1873, 2013a.
- BEMIS, Douglas K.; Pylkkanen, Liina. Flexible composition: MEG evidence for the deployment of basic combinatorial linguistic mechanisms in response to task demands. *PLoS ONE*, v. 8, n. 9, p. e73949, 2013b.
- BEMIS, Douglas K.; Pylkkanen, Liina. Simple composition: A magnetoencephalography investigation into the comprehension of minimal linguistic phrases. *Journal of Neuroscience*, v. 31, n. 8, p. 2801-2814, 2011.
- BERG, Márcia Barreto. A natureza categorial da preposição. *Revista de Estudos da Linguagem*, v. 7, n. 1, p. 107-124, 1998.
- BORGHI, Anna M.; CARAMELLI, Nicoletta. Situation bounded conceptual organization in children: From action to spatial relations. *Cognitive Development*, v. 18, n. 1, p. 49-60, 2003.

BRENNAN, Jonathan; Pylkkanen, Liina. Processing psych verbs: Behavioural and MEG measures of two different types of semantic complexity. *Language and Cognitive Processes*, v. 25, n. 6, p. 777-807, 2010.

DE ALMEIDA, Roberto G. The effect of context on the processing of type-shifting verbs. *Brain and Language*, v. 90, n. 1-3, p. 249-261, 2004.

DE ALMEIDA, Roberto G.; DWIVEDI, Veena D. Coercion without lexical decomposition: Type-shifting effects revisited. *Canadian Journal of Linguistics/Revue canadienne de linguistique*, v. 53, n. 2-3, p. 301-326, 2008.

ESTES, Zachary. A tale of two similarities: Comparison and integration in conceptual combination. *Cognitive Science*, v. 27, n. 6, p. 911-921, 2003a.

ESTES, Zachary. Attributive and relational processes in nominal combination. *Journal of Memory and Language*, v. 48, n. 2, p. 304-319, 2003b.

ESTES, Zachary; GOLONKA, Sabrina; JONES, Lara L. Thematic thinking: The apprehension and consequences of thematic relations. In: *Psychology of Learning and Motivation*. Academic Press, 2011. p. 249-294.

FLICK, Graham; ABDULLAH, Osama; Pylkkanen, Liina. From letters to composed concepts: A magnetoencephalography study of reading. *Human Brain Mapping*, v. 42, n. 15, p. 5130-5153, 2021.

FLÓ, Emilia; CABANA, Álvaro; VALLE-LISBOA, Juan C. EEG signatures of elementary composition: Disentangling genuine composition and expectancy processes. *Brain and Language*, v. 209, p. 104837, 2020.

FRANÇA, Anieli Improta; GOMES, Juliana Novo. A técnica de ERP: investigando a assimetria sujeito-objeto na interface sintaxe-semântica com EEG. *Letras de Hoje*, v. 50, n. 3, p. 360-370, 2015.

FRANÇA, Aniela I.; LEMLE, Miriam; CAGY, Maurício; INFANTOSI, Antonio F. C. Conexões conceituais: um estudo de ERPs sobre a inescapável sintaxe na semântica. *Revista Letras*, Curitiba, n. 69, p. 91-115, maio/ago. 2006.

FREGE, Gottlob. On sense and reference. 1892.

FRISSEON, Steven; MCELREE, Brian. Complement coercion is not modulated by competition: evidence from eye movements. *Journal of Experimental Psychology: Learning, Memory, and Cognition*, v. 34, n. 1, p. 1-15, 2008.

GAGNÉ, Christina L. Relation-based combinations versus property-based combinations: A test of the CARIN theory and the dual-process theory of conceptual combination. *Journal of Memory and Language*, v. 42, n. 3, p. 365-389, 2000.

GAGNÉ, C. L.; SHOBEN, E. J. Influence of thematic relations on the comprehension of modifier–noun combinations. *Journal of Experimental Psychology: Learning, Memory, and Cognition*, v. 23, n. 1, p. 71–87, 1997. DOI: 10.1037/0278-7393.23.1.71.

GARCIA, Daniela Cid de. Efeitos composicionais no reconhecimento visual de palavras compostas em inglês: um estudo com MEG. 2013. 92 f. Tese (Doutorado em Linguística) — Universidade Federal do Rio de Janeiro, Rio de Janeiro, 2013.

GESUALDI, A. da R.; FRANÇA, Aniela Improta. Event-related brain potentials (ERP): an overview. *Revista Linguística*, v. 7, n. 2, p. 24-42, 2011.

GOLONKA, Sabrina; ESTES, Zachary. Thematic relations affect similarity via commonalities. *Journal of Experimental Psychology: Learning, Memory, and Cognition*, v. 35, n. 6, p. 1454-1464, 2009.

GOMES, J. N. Investigating The Syntax Semantics Interface: An Erp Study On The Dissociation Between N400 And P600 Effects. Postgraduate Certificate — UFRJ, 2010.

GOMES, Mariana Queiroga; VIANA, Thúllio Salgado Santos. Preposições: relações semânticas e sintáticas nos gêneros textuais tirinha e piada. *Revista do Instituto de Ciências Humanas*, v. 16, n. 25, 2020.

HAGOORT, Peter. The neurobiology of language beyond single-word processing. *Science*, v. 366, n. 6461, p. 55-58, 2019.

HAGOORT, P.; HALD, L.; BASTIAANSEN, M.; PETERSSON, K. M. Integration of word meaning and world knowledge in language comprehension. *Science*, v. 304, n. 5669, p. 438–441, 2004. DOI: 10.1126/science.1095455.

JACKENDOFF, Ray. *The architecture of the language faculty*. Cambridge: MIT Press, 1997.

JACKSON, Rebecca L. et al. The graded change in connectivity across the ventromedial prefrontal cortex reveals distinct subregions. *Cerebral Cortex*, v. 30, n. 1, p. 165-180, 2020.

JOHNSTON, Michael; BUSA, Federica. Qualia structure and the compositional interpretation of compounds. In: *Breadth and Depth of Semantic Lexicons*. Springer, 1999. p. 167-187.

KAISER, E. Experimental Paradigms in Psycholinguistics. In: PODESVA, R. J.; SHARMA, D. (Ed.). *Research Methods in Linguistics*. Cambridge: Cambridge University Press, 2013. p. 135-168.

KIM, A.; LAI, V. Rapid interactions between lexical semantic and word form analysis during word recognition in context: Evidence from ERPs. *Journal of Cognitive Neuroscience*, v. 24, n. 5, p. 1104–1112, 2012. DOI: 10.1162/jocn_a_00148.

KUPERBERG, Gina R. et al. Electrophysiological correlates of complement coercion. *Journal of Cognitive Neuroscience*, v. 22, n. 12, p. 2685-2701, 2010.

KUTAS, Marta; FEDERMEIER, Kara D. Thirty years and counting: Finding meaning in the N400 component of the event-related brain potential (ERP). *Annual Review of Psychology*, v. 62, n. 1, p. 621-647, 2011.

MARTINS, Denise Dias. O processo de gramaticalização nas preposições. *Línguas & Letras*, v. 15, n. 31, 2014.

MCELREE, Brian et al. Reading time evidence for enriched composition. *Cognition*, v. 78, n. 1, p. B17-B25, 2001.

MIRMAN, Daniel; LANDRIGAN, Jon-Frederick; BRITT, Allison E. Taxonomic and thematic semantic systems. *Psychological Bulletin*, v. 143, n. 5, p. 499-520, 2017.

MIOTO, Carlos; QUAREZEMIN, Sandra. *Sintaxe do Português*. Florianópolis: LLV/CCE/UFSC, 2009.

MIOTO, Carlos; SILVA, Maria Cristina Figueiredo; LOPES, Ruth Elisabeth Vasconcellos. *Novo manual de sintaxe*. São Paulo: Contexto, 2013.

MOLINARO, Nicola et al. Cloze probability does not only affect N400 amplitude: The case of complex prepositions. *Psychophysiology*, v. 45, n. 6, p. 1008-1012, 2008.

NEUFELD, Chris et al. The electrophysiology of basic phrase building. *PLoS ONE*, v. 11, n. 10, p. e0158446, 2016.

NEVES, M. *Gramática de usos do português*. São Paulo: Ed. UNESP, 2000.

PERES, Mayda Rangel Gomes; SOTO, Marije. Thematic Relations: A Study on Conceptual Composition in Brazilian Portuguese. *Cadernos de Linguística*, v. 5, n. 2, p. e755, 2024.

PICKERING, Martin J.; MCELREE, Brian; TRAXLER, Matthew J. The difficulty of coercion: A response to de Almeida. *Brain and Language*, v. 93, n. 1, p. 1-9, 2005.

PYLKKANEN, Liina. Mismatching meanings in brain and behavior. *Language and Linguistics Compass*, v. 2, n. 4, p. 712-738, 2008.

PYLKKANEN, Liina. Neural basis of basic composition: What we have learned from the red-boat studies and their extensions. *Philosophical Transactions of the Royal Society B*, v. 375, n. 1791, p. 20190299, 2020.

PYLKKANEN, Liina. The neural basis of combinatory syntax and semantics. *Science*, v. 366, n. 6461, p. 62-66, 2019.

PYLKKANEN, Liina; LLINÁS, Rodolfo; MCELREE, Brian. Distinct effects of semantic plausibility and semantic composition in MEG. In: Biomag 2004: Proceedings of the 14th international conference on biomagnetism. Boston: Biomag, 2004.

PYLKKANEN, Liina; MCELREE, Brian. An MEG study of silent meaning. *Journal of Cognitive Neuroscience*, v. 19, n. 11, p. 1905-1921, 2007.

PYLKKANEN, Liina; MCELREE, Brian. The syntax-semantics interface: On-line composition of sentence meaning. In: *Handbook of Psycholinguistics*. Academic Press, 2006. p. 539-579.

PYLKKANEN, Liina; OLIVERI, Bridget; SMART, Andrew J. Semantics vs. world knowledge in prefrontal cortex. *Language and Cognitive Processes*, v. 24, n. 9, p. 1313-1334, 2009.

PUSTEJOVSKY, James. *The generative lexicon*. Cambridge: MIT Press, 1998.

PUSTEJOVSKY, James. A survey of dot objects. Author's weblog, 2005.

PUSTEJOVSKY, James. The semantics of lexical underspecification. *Folia Linguistica*, v. 51, n. s1000, p. 1-25, 2017.

PUSTEJOVSKY, James. Type construction and the logic of concepts. In: *The Language of Word Meaning*. Cambridge: Cambridge University Press, 2001. p. 91-123.

PUSTEJOVSKY, James; BERGLER, Sabine; ANICK, Peter. Lexical semantic techniques for corpus analysis. *Computational Linguistics*, v. 19, n. 2, p. 331-358, 1993.

PUSTEJOVSKY, James; JEZEK, Elisabetta. Integrating generative lexicon and lexical semantic resources. *LREC 2016 Tutorial*, 2016.

SICA, Marianne Borges. *A descrição do sintagma preposicional em português*. 2012.

SOTO, Marije. ERP and fMRI Evidence of Compositional Differences between Linguistic Computations for Words and Sentences. Rio de Janeiro: UFRJ/Faculdade de Letras, 2014.

SOTO, Marije; FRANÇA, Anieli Improta. The functional analysis of the N400 component: lexical access, integration or can we have it both ways?. *Revista Linguística*, v. 16, n. Esp., p. 521-562, 2018.

TEAM, R. Development Core. R: A language and environment for statistical computing. 2010.

TRAXLER, Matthew J.; PICKERING, Martin J.; MCELREE, Brian. Coercion in sentence processing: Evidence from eye-movements and self-paced reading. *Journal of Memory and Language*, v. 47, n. 4, p. 530-547, 2002.

VAN BERKUM, J. J. A. et al. The neural integration of speaker and message. *Journal of Cognitive Neuroscience*, v. 20, n. 4, p. 580-591, 2008. DOI: 10.1162/jocn.2008.20054.

WESTERLUND, Masha; Pylkkanen, Liina. The LATL as locus of composition: MEG evidence from English and Arabic. *Brain and Language*, v. 141, p. 124-134, 2015.

WESTERLUND, Masha; Pylkkanen, Liina. The role of the left anterior temporal lobe in semantic composition vs. semantic memory. *Neuropsychologia*, v. 57, p. 59-70, 2014.

ZHANG, Hui et al. ERP correlates of compositionality in Chinese idiom comprehension. *Journal of Neurolinguistics*, v. 26, n. 1, p. 89-112, 2013.

ZHANG, Linmin; Pylkkanen, Liina. The interplay of composition and concept specificity in the left anterior temporal lobe: An MEG study. *NeuroImage*, v. 111, p. 228-240, 2015.