

Overt and implicit prosody contribute to neurophysiological responses previously attributed to grammatical processing
(Prosódia explícita e implícita contribuem para respostas neurofisiológica previamente atribuídas a processamento gramatical)

Glushko, Poeppel e Steinhauer (2022)

Apresentador: Leonardo Cabral

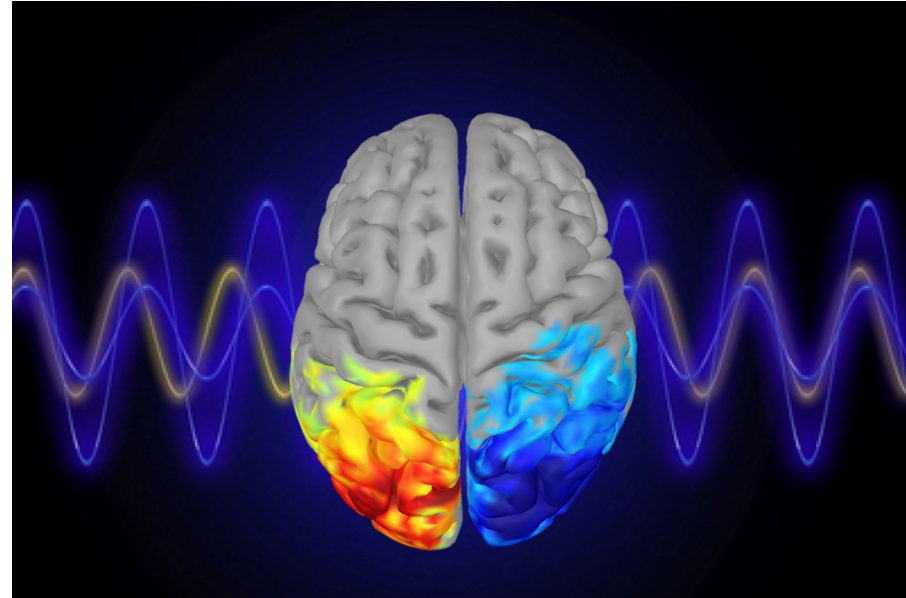
Sinopse com *spoilers*

- Experimento reportado é uma testagem sobre uma explicação alternativa à interpretação original de dados de um conjunto de experimentos realizados por Ding, Poeppel e colegas. Na **interpretação original**, respostas neuronais não-presentes nos estímulos auditivos só podem se referir a processamento sintático, não sendo respostas auditivas. **Mas o estudo original não levou em consideração efeito de "voz interna"**, que poderia elicitar respostas neuronais referentes a prosódia.
- Os experimentos originais foram em inglês via MEG, o presente estudo foi em holandês via EEG.
- Resultados do presente experimento provam que há efeito de prosódia implícita (= "voz interior"), mas também mostram que há distinção entre mecanismos prosódicos e sintáticos.

Conceitos e termos chaves

Oscilações neuronais e ritmos cerebrais:

Os neurônios são capazes de disparar sinais em sincronia, com determinada frequência. Estas oscilações no córtex formam ritmos que podem se adaptar ao ritmo do estímulo ao qual respondem. Os ritmos são rotulados conforme sua frequência (em Hz, que mede ciclos por segundo, sendo $1 \text{ Hz} = 1 \text{ ciclo/seg}$)



Conceitos e termos chaves

Confound ("*confudidor*")

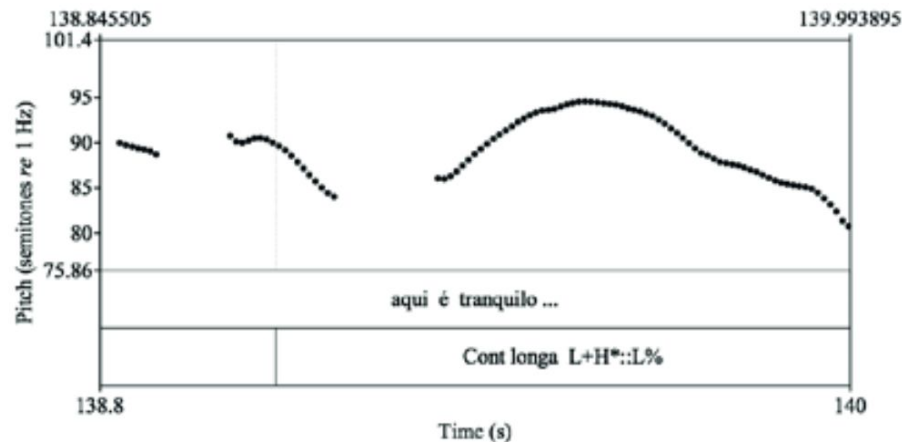
O *confound* é algum elemento que pode afetar os resultados de um experimento e que o experimentador não pensou em controlar ou não pôde. Quando há esses elementos "confundidores" não controlados, você pode obter resultados experimentais estatisticamente significantes que não se explicam necessariamente pela sua hipótese.



Conceitos e termos chaves

Prosódia e contorno prosódico:

Prosódia se refere aos aspectos rítmicos e melódicos da fala, dentre os quais estão entonação e acento. O contorno prosódico marca um padrão melódico específico, auxiliando na marcação de fronteiras entre sílabas e palavras (e constituintes e sentenças).



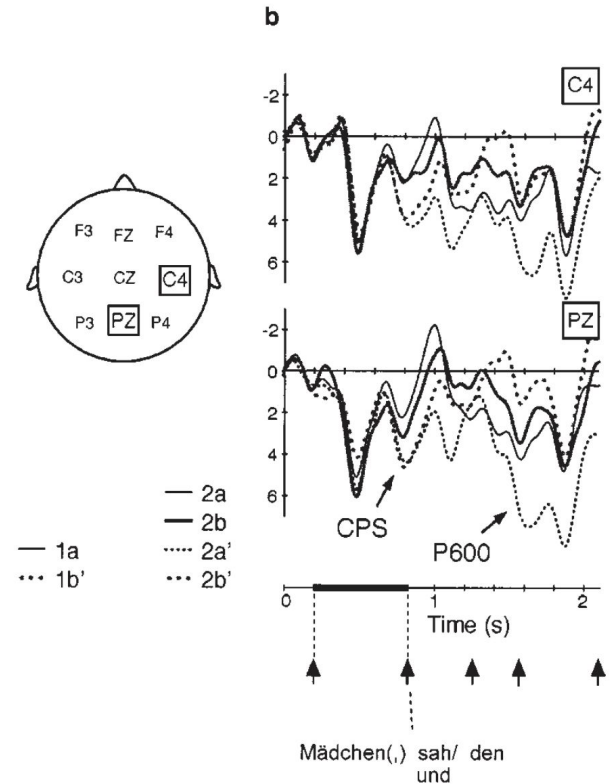
Fonte:

<https://periodicos.uff.br/gragoata/article/view/33593/19580>

Conceitos e termos chaves

Closure Positive Shift - CPS (*Mudança Positiva de Encerramento*):

O CPS é uma resposta neuronal a estímulos que ocorre quando o participante percebe uma fronteira entonacionais em uma sentença ouvida.

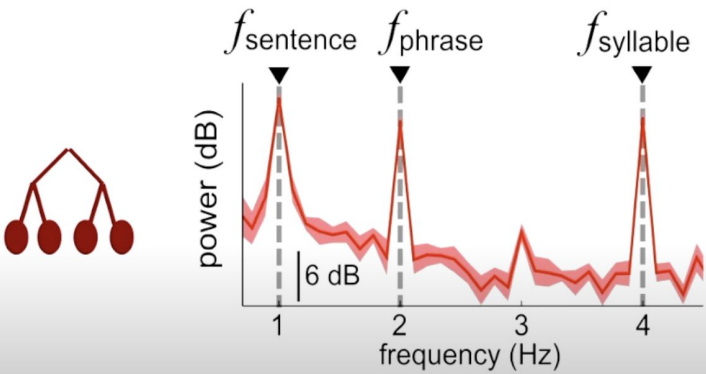


Fonte:

<https://link.springer.com/article/10.1023/A:1010443001646>

Um pouco de contexto

Cortical Activity Tracks
Hierarchical Linguistic Rhythms



power (dB)

frequency (Hz)

f_{sentence} f_{phrase} f_{syllable}

6 dB

1 2 3 4

24:54 / 51:58 • Neural oscillations >

David Poeppel - What Language Processing in the Brain Tells Us About the Structure of the Mind

Johns Hopkins University
52,9 mil inscritos

Inscrever-se

246

Compartilhar

Download

Introdução

- Experimentos de Ding e colegas mostrou que a oscilação neuronal segue o ritmo da fala, em sincronia com seus elementos silábicos (4 sílabas, 4 Hz), sintagmáticos (2 sintagmas, 2 Hz) e sentenciais (uma sentença, 1 Hz). Como a prosódia foi mantida constante, os efeitos só poderiam ser sintáticos, já que o sinal acústico apenas correspondia a ondas na frequência 4 Hz.
- Ex.: New | plans | gave | hope
(*Novos | planos | deram | esperança*, todas monossilábicas em inglês)

Introdução

- Quando a estrutura da sentença era modificada, ao ponto que não havia mais dois sintagmas com duas sílabas (2+2) cada, mas um sintagma de uma sílaba seguido de um sintagma com três (1+3, "fry to-ma-toes"/"fritar tomates"), a resposta de 2 Hz desaparecia, mas a de 1 Hz não. Tal fato ajudou a descartar uma explicação baseada em prosódia para os efeitos encontrados, já que demonstrou segregação da resposta sintagmática e da resposta sentencial.

Introdução

- Mas se as pessoas possuem uma "voz interna" que atribui uma prosódia típica automaticamente às sentenças ouvidas, mesmo quando elas são manipuladas para não ter distinção prosódica, então a explicação alternativa aos resultados de Ding e colegas não está contestada.
- A questão do CPS: experimentos em várias línguas mostram que há essa resposta neuronal quando ouvintes e leitores percebem fronteiras prosódicas independentemente do padrão sintagmático e, inclusive, em contextos **sem** pistas prosódicas.

Introdução

- Fronteiras prosódicas são colocadas, também, por fatores não-sintáticos.
- Isso torna possível que sentenças como a abaixo, com estrutura (1+3), tenham uma prosódica típica de sentenças (2+2):

- [John]SN [likes big trees]SV = John likes | big trees
- [*John*]SN [*gosta de árvores grandes*]SV = *John gosta* | *de árvores grandes*

Introdução

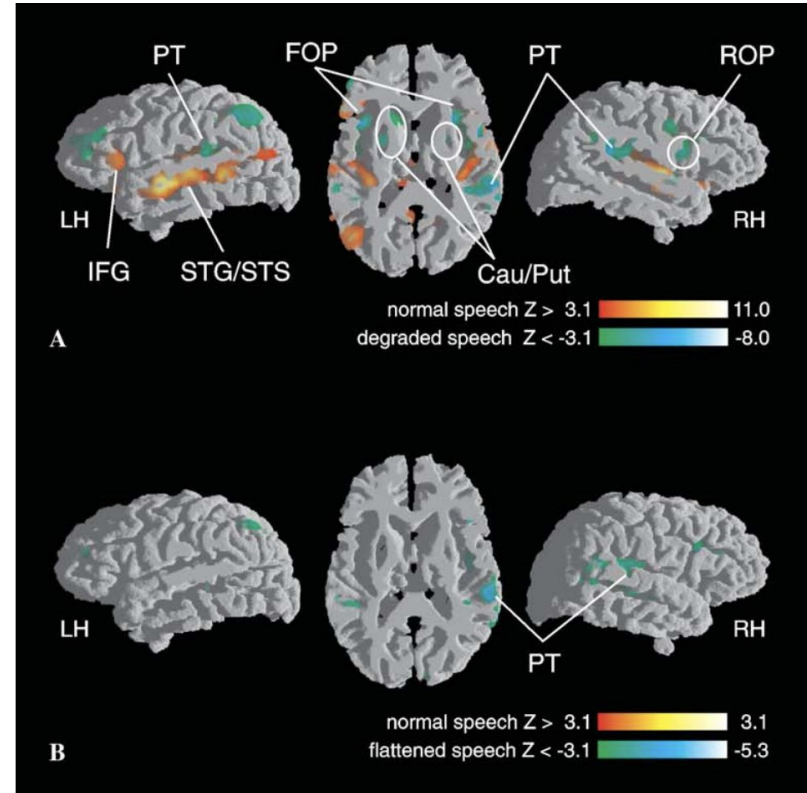
- Tal fato cria um *confound* para um dos experimentos de Ding e colegas, pois causaria uma fronteira prosódica a ocorrer no meio de uma palavra nos casos em que o SN objeto é aumentado (fry to|ma-to, *fritar to|ma-te*). Ou seja, uma motivação lexical explica o sumiço da resposta de 2 Hz tão bem quanto a sintática.
- Além disso, os enunciados de 4 palavras correspondem a uma "frase entonacional", o que explicaria via prosódia a resposta de 1 Hz atribuída pelos autores à reconhecimento de sentença.

Introdução

- O desenho experimental no formato de blocos daqueles estudos também gera um problema, já que os participantes poderiam gerar um esquema/templato para os estímulos no bloco 2+2 (elicitando a resposta de 2 Hz), que não se encaixaria com os estímulos 1+3, explicando o desaparecimento desta resposta.

Introdução

Achados de ressonância magnética funcional atribuem compreensão de prosódia a circuitos do hemisfério direito e produção de prosódia ao esquerdo. Distinção é importante pois a prosódia implícita envolve produção subvocal. Ou seja, quando há prosódia explícita nos estímulos, haveria maior engajamento do hemisfério esquerdo, o oposto para estímulos com prosódia implícita (*isso é importante também para a discussão dos resultados*). Também, atribuição de mais estruturas corticais anteriores à prosódia levam à previsão de mais resposta frontal à prosódia em comparação com a resposta à sintaxe, esta mais posterior (*o que vai ser usado para propor distinção de efeitos prosódicos e sintáticos na discussão*)



Fonte:

<https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0093934X0300350X>

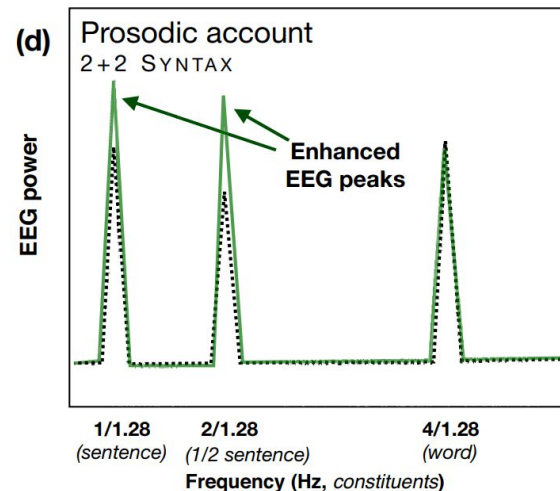
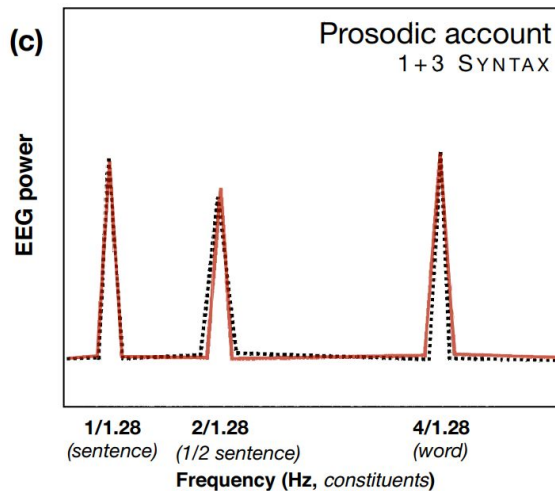
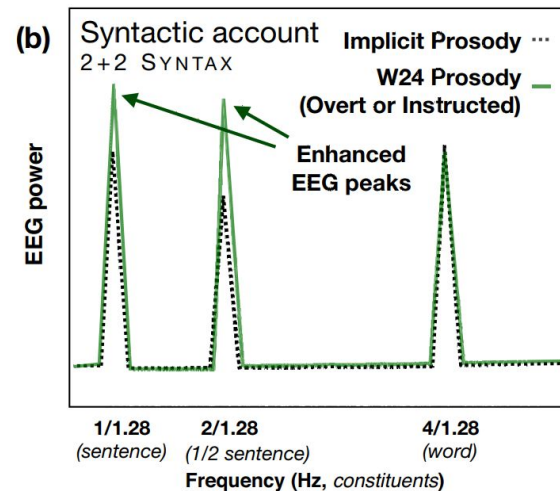
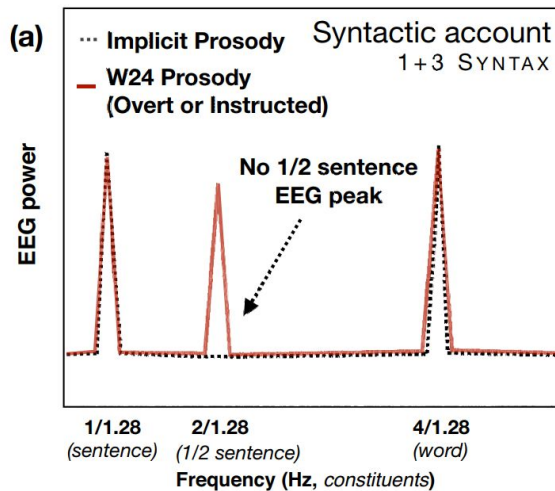
Presente estudo

Estímulos em alemão continham sentenças com dois sintagmas (SN+SV) contendo duas palavras cada (2+2), ou sentenças com dois sintagmas contendo uma palavra e o outro, três (1+3). Neste estudo específico, uma fronteira prosódica em meio de sentença pode ser compatível com ambas as estruturas sintáticas, mas a manipulação artificial com aumento de acento nas palavras 2 e 4 da sentença (W24) seria incompatível com as sentenças 1+3, gerando conflito com prosódia natural que suprimiria a resposta neuronal mas aumentaria a da estrutura 2+2, com a qual é compatível.

Exemplo de sentença (1+3):

- [John]SN [likes big trees]SV = John likes | big trees
- [*John*]SN [*gosta de árvores grandes*]SV

Metodologia



Metodologia

Blocos:

- **Prosódia implícita (implicit prosody):** características prosódicas das sentenças são removidas, de forma que sua prosódia é reproduzida apenas na mente de cada falante conforme ela costuma ocorrer.
- **Prosódia explícita/perceptível (overt prosody):** sentenças são ouvidas com suas características prosódicas presentes nos estímulos.
- **Prosódia instruída (instructed prosody):** participantes primeiro escutam as sentenças com a prosódia explícita/perceptível e depois são instruídos a reproduzir, mentalmente, a mesma prosódia nas sentenças em que características prosódicas foram removidas.

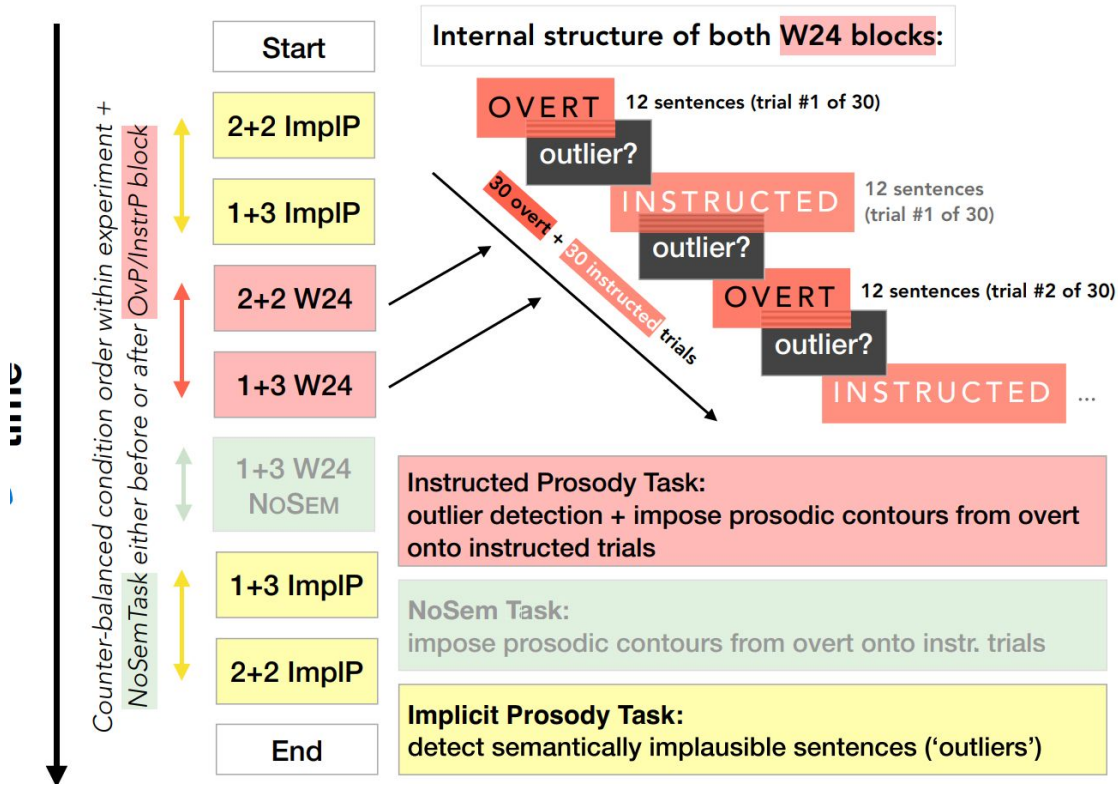
Metodologia

- **Participantes:** 26, 19-45 anos (média: 27), 15 mulheres. Visitas de 5 a 6 horas.
- **Materiais:** sentenças de 4 palavras monossilábicas em alemão. 80 sentenças plausíveis (40 2+2, 40 1+3) e 24 semanticamente implausíveis. Sentenças compostas por SN + SP.
 - Exemplo 2+2: [dein Song] [klingt nett] (*[sua música] [soa boa]*)
 - Exemplo 1+3: [Paul] [riecht nach Rauch] (*[Paul] [cheira a fumaça]*)
- **Tarefa experimental:** detecção de *outlier* ("ponto fora da curva"), que é uma sentença anômala.

Metodologia - procedimentos

- Houve tarefa de familiarização com os estímulos e participantes puderam ler a lista completa de estímulos (incluindo *outliers*). Desenho experimental de bloco.
- Bloco de Prosódia Implícita: 30 sentenças (22 corretas + 8 *outliers*). Tarefa a cada 12 sentenças. Aqui, espera-se resposta de meio de sentença (pico de 2 Hz) em ambas as estruturas.
- Blocos de Prosódia Explícita e Prosódia Instruída:
 - 12 sentenças com estrutura sintática semelhante em bloco, assim como as que possuem estrutura 1+3 (com contorno W24).
 - Manipulação artificial W24 faria com que resposta de 2 Hz na estrutura 2+2 (com a qual se alinha) seja aumentada e com a estrutura 1+3 (que se beneficiaria desse contorno apenas em prosódia natural) seja suprimida.

Metodologia - desenho experimental



Metodologia - análise estatística

- Modelo de efeitos mistos.
- Comportamental, Modelo 1:
 - Variáveis independentes: Prosódia, Sintaxe e Tipo de Item
- Comportamental, Modelo 2 (para testar efeitos de cansaço e ordem de apresentação):
 - Variáveis independentes: Parte do experimento, Sintaxe e Tipo de Item
- EEG
 - Variáveis independentes: Prosódia, Sintaxe, Anterioridade (Frontal, Central, Posterior), Lateralidade (canais Esquerdos, Mediais, Direitos) e valores d-prime.

Resultados - comportamental

Acurácia média de 72.2%

Acurácia maior nas rodadas sem sentenças anômalas.

No grupo de sentenças corretas, acurácia levemente maior nas sentenças 1+3 do que nas 2+2.

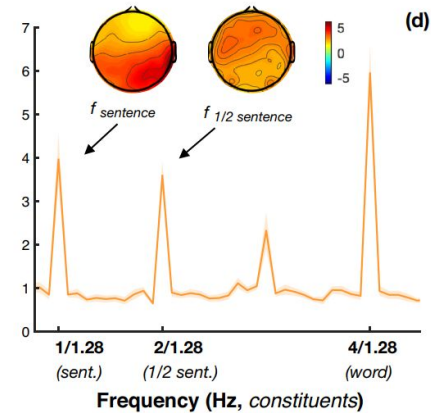
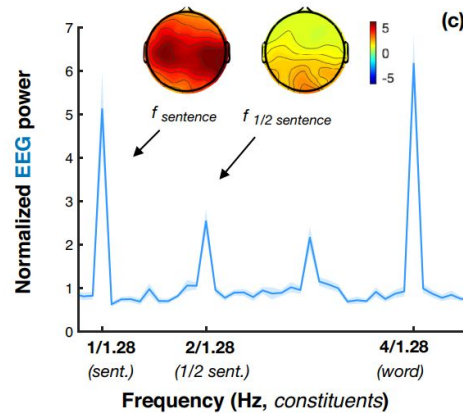
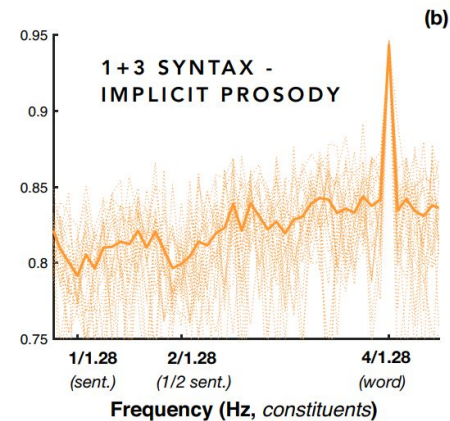
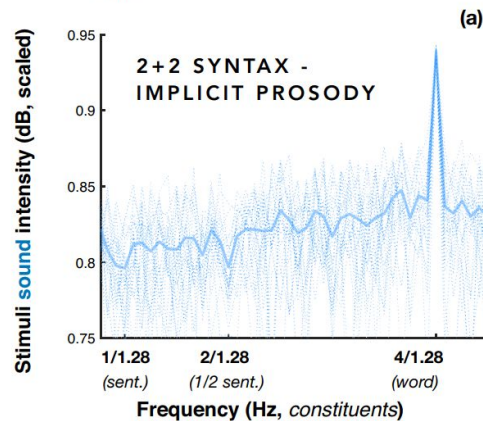
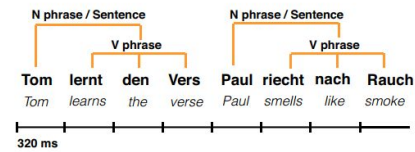
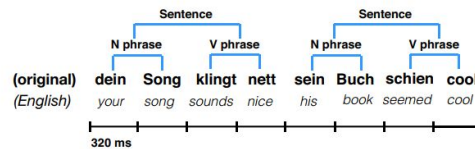
Performance levemente melhor nas condições de prosódia explícita e instruída do que na condição de prosódia implícita.

Resultados - EEG, prosódia implícita

Houve pico de 2 Hz em meio de sentença tanto nos blocos 1+3 quanto 2+2, o que contraria a explicação sintática dos efeitos de oscilação. Conjectura de que participantes incluíram uma fronteira prosódica no meio da sentença 1+3.

Em todas as condições prosódicas, há diferença na distribuição topográfica da resposta de meio de sentença das estruturas 2+2 e das 1+3 (menos posterior nesta), indicando que respostas têm naturezas diferentes.

Resultados - EEG



Resultados - EEG, prosódias explícita e instruída

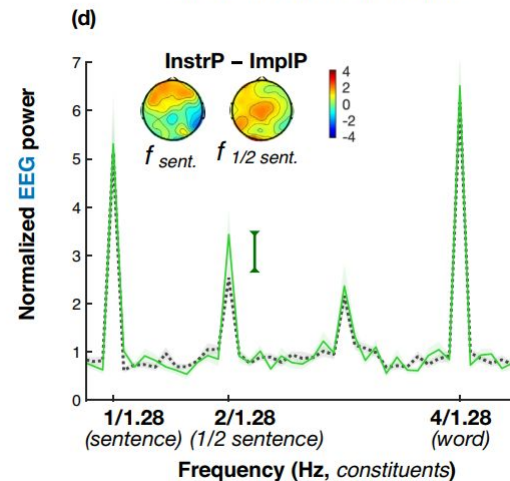
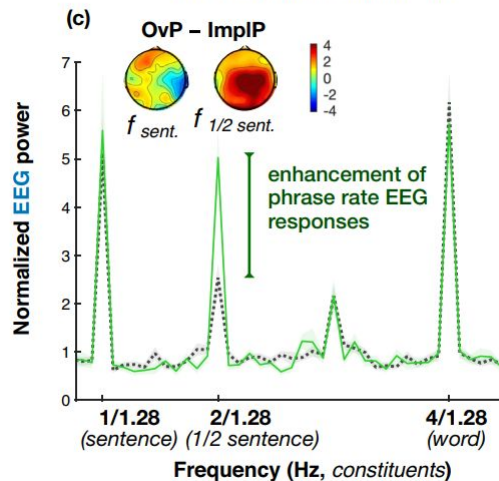
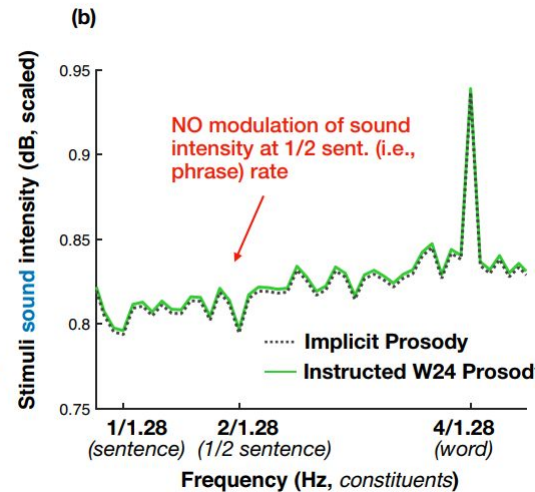
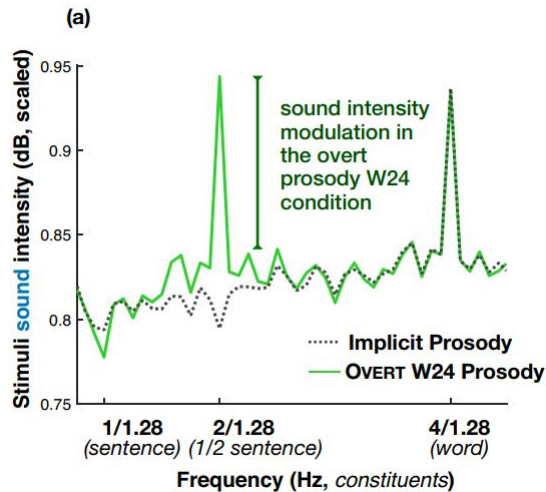
Resposta de meio de sentença na estrutura 1+3 foi mais distribuída e menor ("mais fraca") do que nas estruturas 2+2.

Imposição de contorno W24 teve interação significativa com sintaxe nas respostas de meio de sentença e final de sentença, mostrando efeitos diferentes nos picos espectrais das sentenças 1+3 e 2+2.

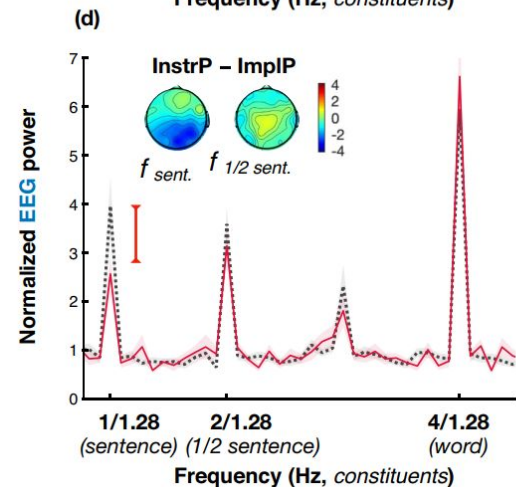
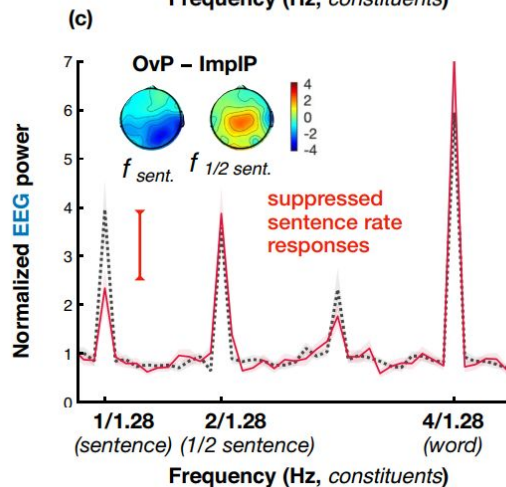
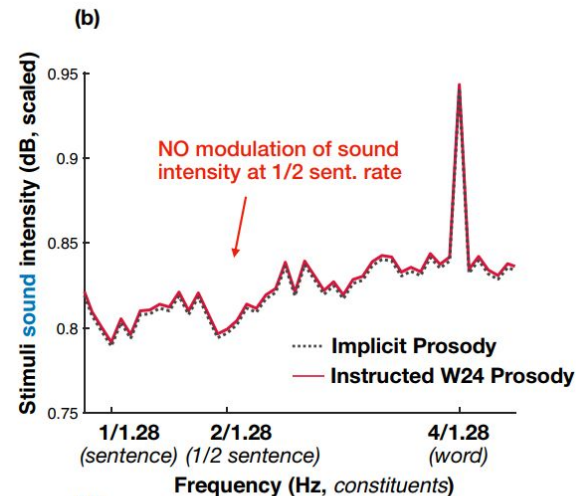
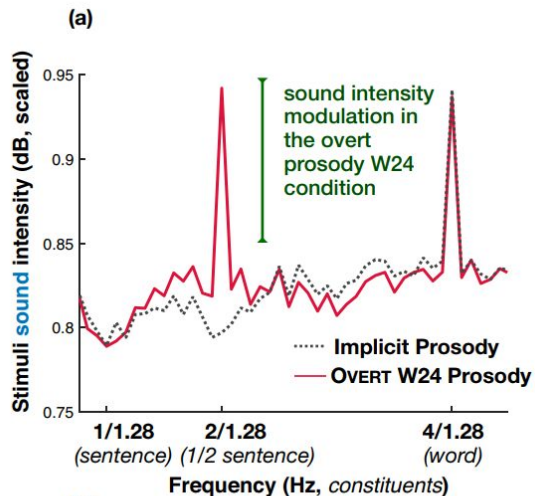
Observação de resposta semelhante nas condições de prosódia explícita e instruída.

Houve supressão da resposta de meio de sentença nos estímulos com estrutura 1+3 nestas condições. Ou seja, quando não há alinhamento entre prosódia e estrutura sintática, a resposta de meio de sentença é suprimida.

Resultados - EEG



Resultados - EEG



Discussão

Fronteiras prosódicas podem ser motivadas por fatores não-linguísticos, como a restrição de "mesma irmã", que pode levar a sintagmas prosódicos de número igual de sílabas, ou por sintagmas sintáticas longos que não mudam de estrutura.

Ficou demonstrado que os participantes ativam uma representação prosódica mesmo quando ela não está no sinal.

Houve resposta de meio de sentença nas duas estruturas (1+3 e 2+2) na condição de prosódia implícita, com efeitos de sintaxe e prosódia "dissociados" (*unconfounded*). Os estímulos empregados neste experimento tinham sentenças de estrutura 1+3 compatíveis com contorno prosódico em meio de sentença (prosódia 2+2).

Contudo (!), interpreta-se que as respostas não possuem exatamente a mesma natureza, sendo mais sintáticas na estrutura 2+2, o que seria evidenciado por sua distribuição mais posterior e por ter tido um pico de meio de sentença com diferença significativa do pico da estrutura 1+3. Ou seja, também há processamento sintático.

Picos referentes à sentença foram similares em ambas as estruturas, sugerindo mecanismos cognitivos semelhantes, ainda que sua natureza (podendo ser prosódica, léxico-semântica ou sintática) permaneça incerta.

Discussão

Efeitos das condições de prosódia explícita e instruída dão suporte ao efeito de "voz interna" e contradizem efeitos puramente "de baixo para cima".

Ainda sobre estas condições, houve correlação entre topografia e mecanismo, com mecanismos sintáticos envolvendo partes posteriores e prosódicos envolvendo parte frontal do escalpo.

Imposição do contorno W24 levou a supressão de pico de 2 Hz na estrutura 1+3 e aumento de pico na estrutura 2+2.

Os achados são condizentes com mecanismos cognitivos "de cima para baixo" e "de baixo para cima" prosódicos mas, também, com mecanismos "de cima para baixo" sintáticos. Há relativização dos achados de Ding et al, mas não há negação de efeitos sintáticos.

Obrigado a todos! Mas antes de encerrar...

um encorajamento...



ChatGPT

E uma homenagem!

