

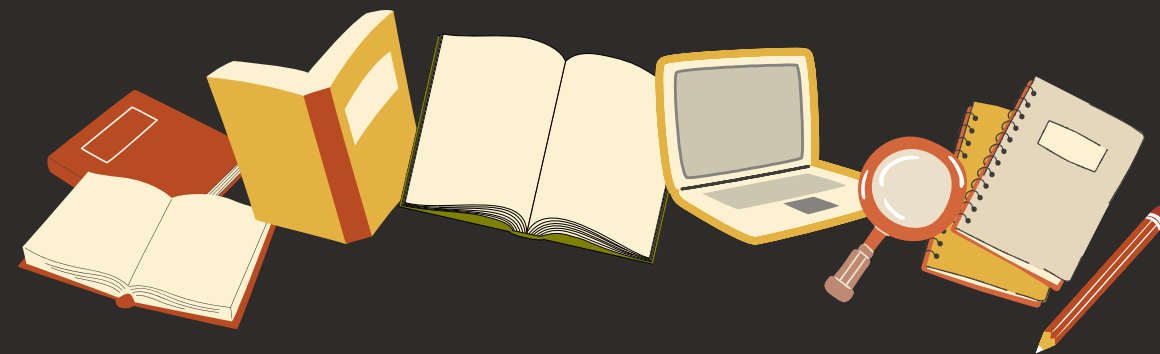
ESTRUTURA E PREDIÇÃO

Language and the brain:
a slim guide to neurolinguistics (Brennan, 2022)

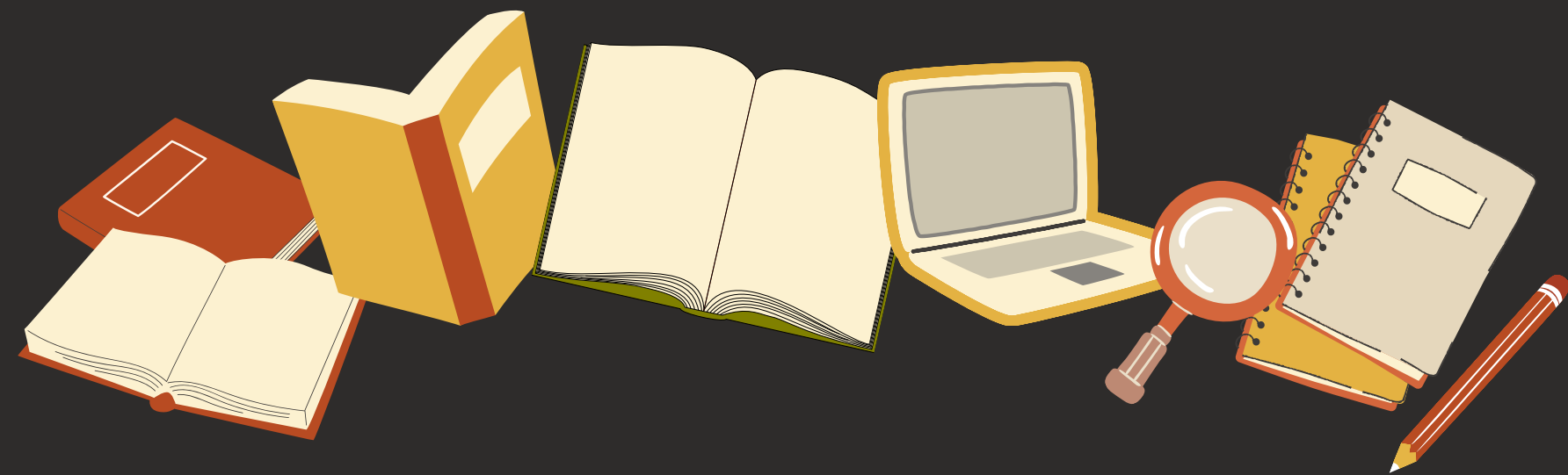
CAP. 7

Eliandra Viana





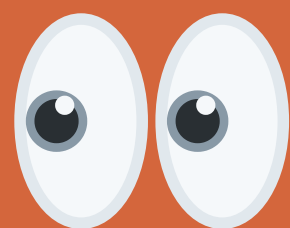
- 1- Aquecimento
- 2- Introdução
- 3- Estrutura da frase
- 4- Os Ns e os Ps das predições de sentenças
- 5- Estudo de previsibilidade e plausibilidade
- 6- N_{400} em contextos maiores que uma frase
- 7- P_{600}
- 8- As previsões são dinâmicas
- 9- Considerações finais



I - Aquecimento

IMAGINE UMA CENA A PARTIR DA FRASE:

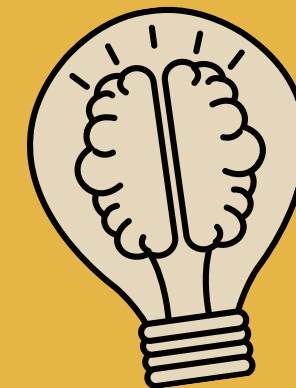
“Não pise no urso!”

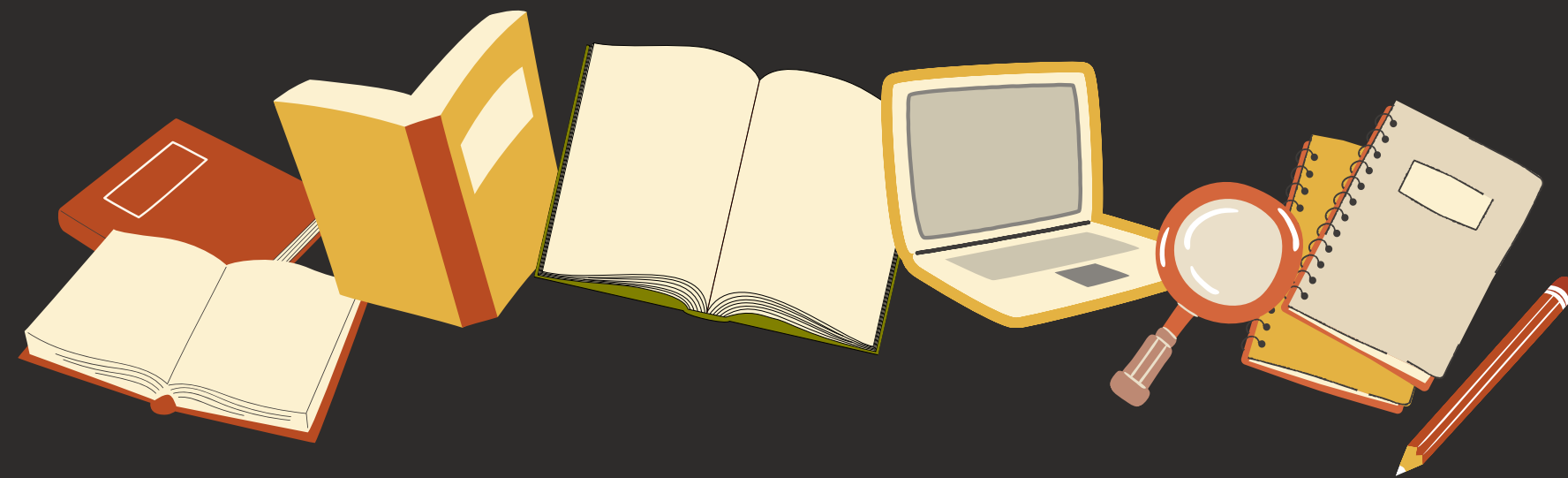




VAMOS PENSAR EM UM CONTEXTO!

1. "Não acorde esse vulcão!"
2. "Não alimente a sombra!"
3. "Não abra esse guarda-chuva!"





2-Introdução

OBJETIVO DO CAPÍTULO:

tentar entender como o cérebro combina palavras para formar frases e orações com significado.



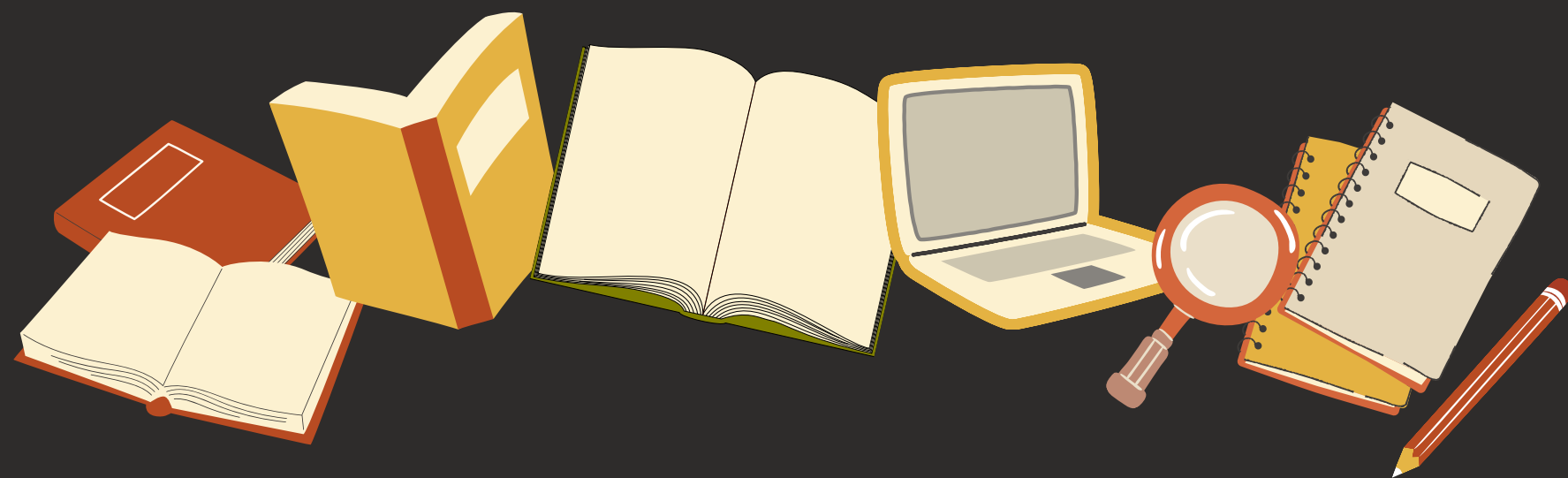
“Não pise naquele urso!”

“A raposa que estava
embaixo da cama está agora
na cozinha.”

O QUE BRENNAN PRETENDE
DEMOSTRAR COM AS FRASES ACIMA?

Demonstrar a capacidade de:

- compreender sentenças novas;
- juntar significados;
- fazer essa junção de forma sistemática e governada por regras de uma gramática, que os falantes da língua conhecem.



3- Estrutura da frase

ESTRUTURA DA FRASE

“Embora nos pareça fácil, há muito trabalho envolvido na formação de frases significativas a partir de sequências de palavras.”

(p. 116)



ALGUNS CONCEITOS

CONSTITUINTES OU ESTRUTURAS FRASAIS

são, geralmente, agrupamentos hierárquicos de palavras, mas podem ser representado(a)s por uma única palavra.

Kenedy e Othero (2018, p.16):
constituintes são unidades intermediárias de análise, consideradas maiores que palavras e menores que frases, mas uma única palavra ou uma frase podem representar um constituinte.

DEPENDÊNCIAS

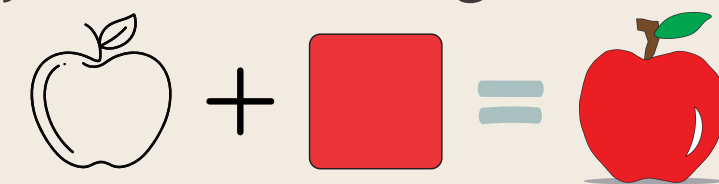
Ocorrem devido à concordância ou à relação sintática de complementação.

ESTRUTURA ARGUMENTAL

“Quem fez o que a quem”.

COMPOSICIONALIDADE

Leva em conta os constituintes e as relações de dependência, para construção de um significado geral.



ALGUNS CONCEITOS

ARGUMENTO



argumento (*argument*) – Cada um dos sintagmas nominais que são exigidos por um determinado verbo. Cada verbo exige um número determinado de sintagmas nominais que deverão acompanhá-lo na sentença para que o resultado seja gramatical; esses sintagmas nominais são seus *argumentos*, e o número de SNs exigidos pelo verbo é a *valência* desse verbo. Por exemplo, os verbos intransitivos simples como *sorrir* e *chegar* são *monovalentes*, pois exigem somente um argumento, o sujeito, como em *Suzana sorriu*. Note-se que **Suzana sorriu Natália* é agramatical (como marca o asterisco). Já um verbo transitivo simples como *beijar* ou *beliscar* é *bivalente*, exigindo um sujeito e um objeto, como em *Suzana beijou Natália*. (Note-se que **Suzana beijou* é agramatical). Mas um verbo bitransitivo como *dar* ou *mostrar* é *trivalente*, exigindo um sujeito e dois objetos, como em *Suzana deu um presente a Miguel*. Um verbo português exige habitualmente de um a três argumentos, mas cabe notar o comportamento incomum do verbo *chover*, que não exige nem permite argumento nenhum, a não ser que se considerem como seu sujeito os sintagmas nominais *uma chuva fina* e *pedras* em sentenças como *chovia uma chuva fina*, ou *choveu pedras*.

Além de seus argumentos, os verbos permitem frequentemente alguns outros sintagmas, que são opcionais. Esses sintagmas opcionais são *adjuntos*, e os adjuntos, em português, são expressos no mais das vezes como *sintagmas preposicionais* ou *sintagmas adverbiais*. Por exemplo, a sentença mínima *Suzana beijou Natália* pode ser expandida por meio de alguns adjuntos opcionais, dando origem a *Suzana beijou Natália no pescoço, na cozinha, esta manhã*, em que há três adjuntos.

Ver: complemento; relação gramatical; transitividade

PREPARAÇÃO PARA O PÓXIMO SLIDE...

Brennan quer que você se concentre em apenas três aspectos-chave da estrutura frasal.

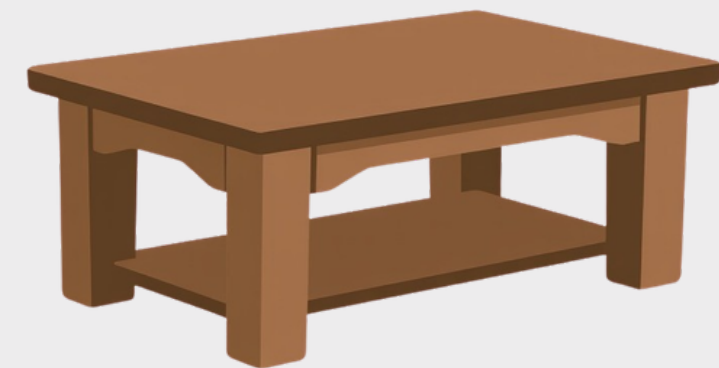
(p. 117)

COMPOSICIONALIDADE

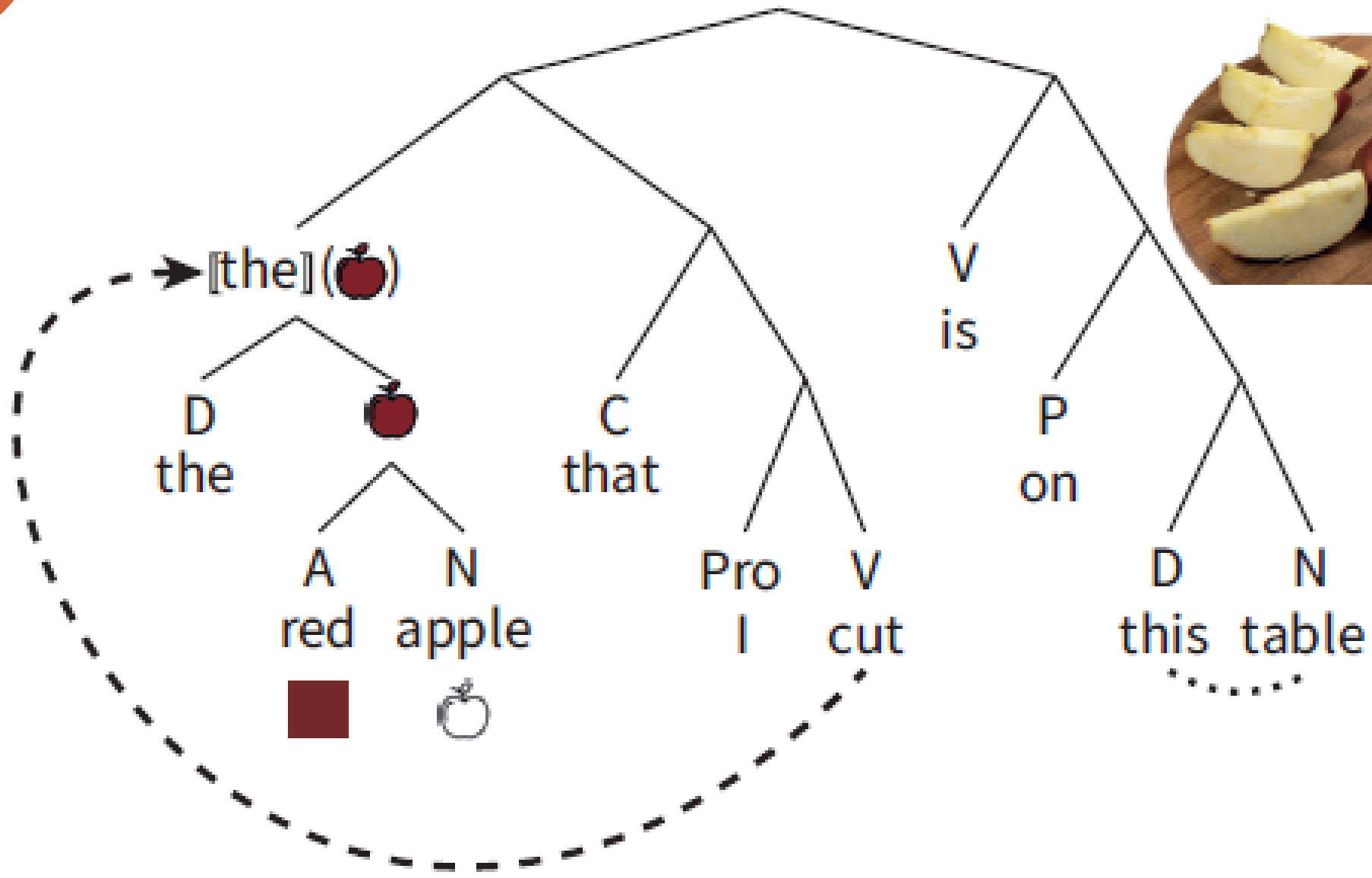
[a [maçã vermelha]]



[em [esta mesa]]



The red apple that I cut is on this table.



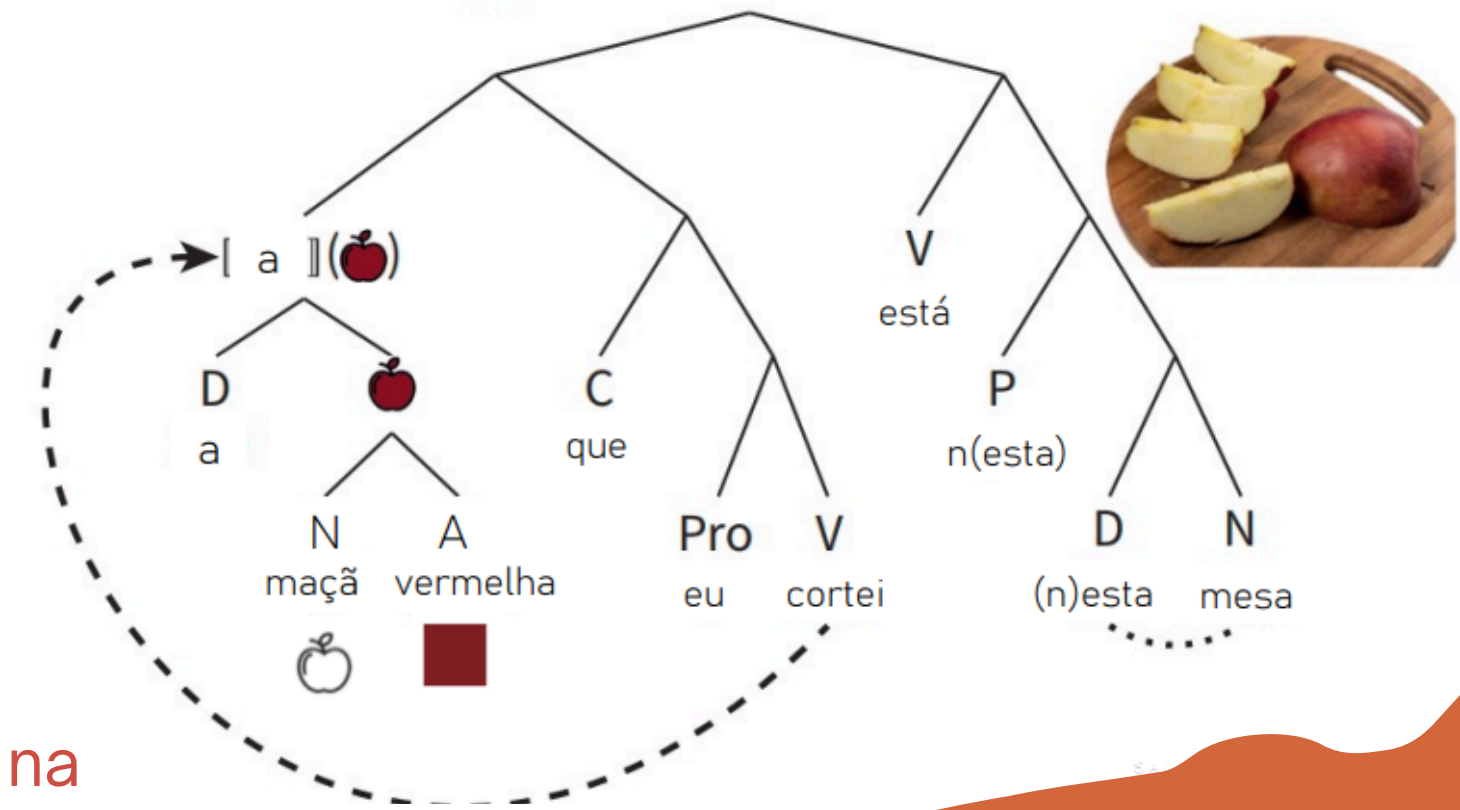
Categoria:

P- preposição

N- nome

V- verbo

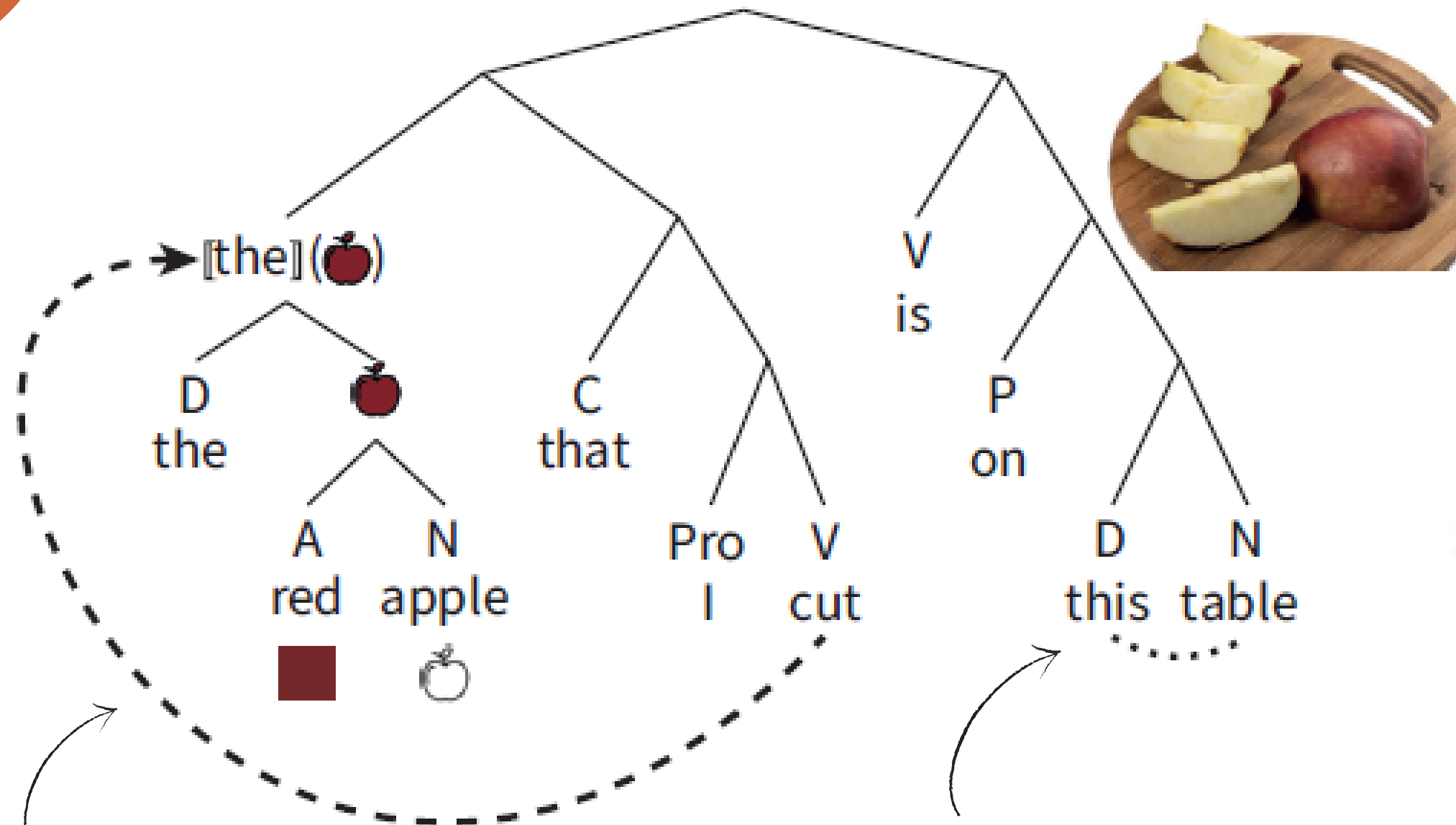
A maçã vermelha que eu cortei está nesta mesa.



As regras de formação de constituintes baseiam-se na categoria sintática (ou classe gramatical) de cada palavra.



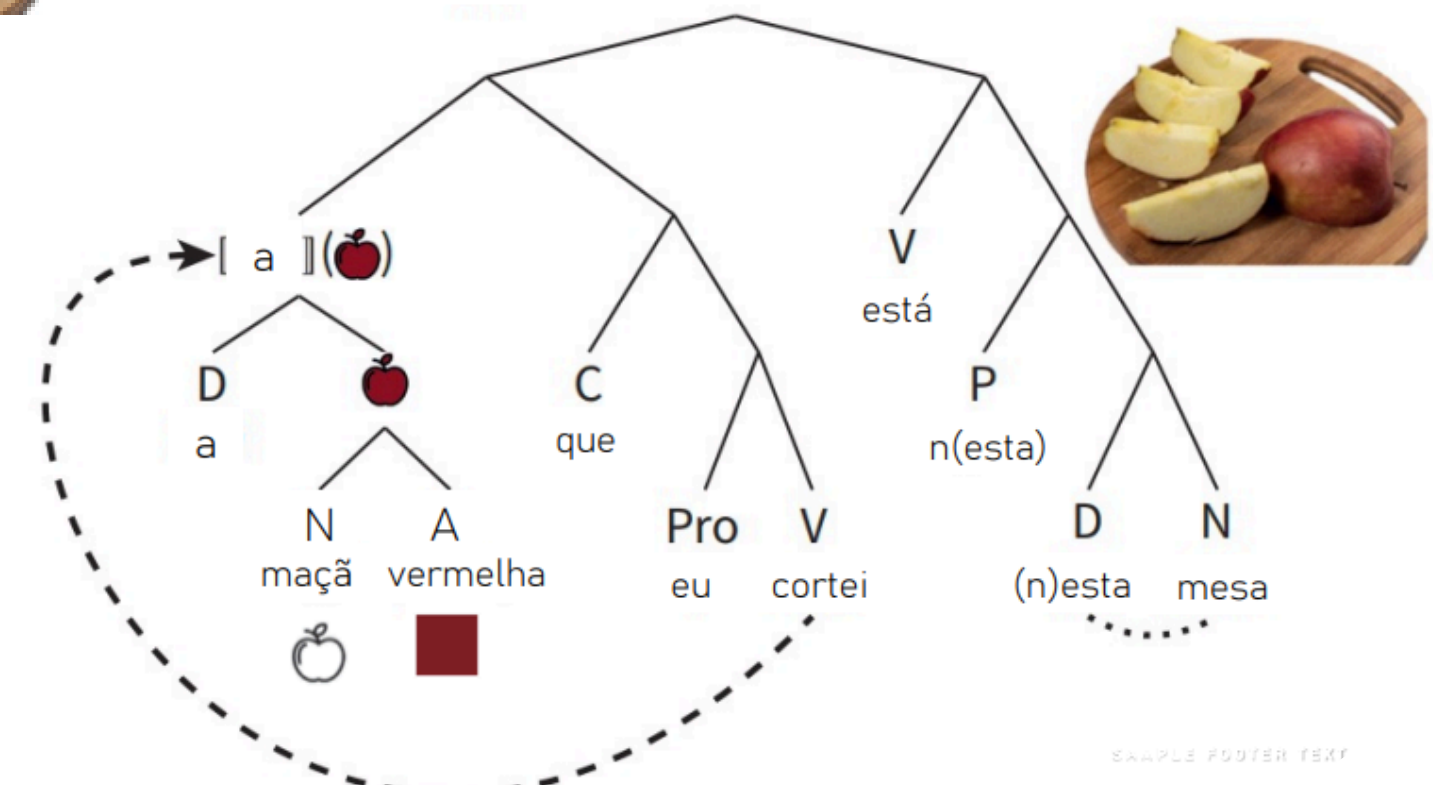
The red apple that I cut is on this table.



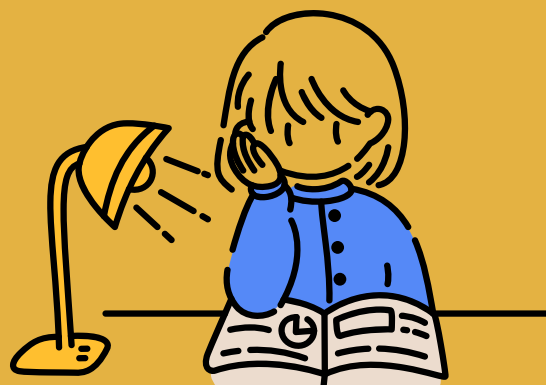
Dependência (de longa distância): a seta tracejada, conecta [a maçã vermelha] com o verbo cortar: capturando o fato de que é a maçã que foi cortada.

Dependência (concordância): ocorre quando as palavras devem demonstrar concordância (linha pontilhada), como em "esta" concordando com o substantivo "mesa".

A maçã vermelha que eu cortei está nesta mesa.



SAMPLE FOOTER TEXT



Verificação...

1- Cérebro

() ... relações entre palavras, mesmo distantes.

2- Constituintes

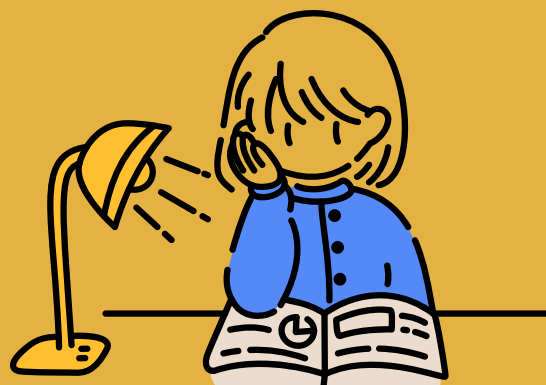
() ...decodifica a estrutura da frase.

3- Dependências

() ...construção do significado do todo a partir das partes.

4- Composicionalidade

() ... são agrupamentos hierárquicos de palavras.



Verificação...

1- Cérebro

(3) ... relações entre palavras, mesmo distantes.

2- Constituintes

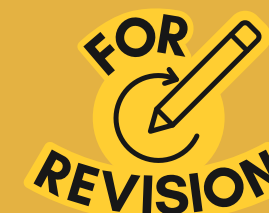
(1) ...decodifica a estrutura da frase.

3- Dependências

(4) ...construção do significado do todo a partir das partes.

4- Composicionalidade

(2) ... são agrupamentos hierárquicos de palavras.



RESUMINDO ...

➤ Para entender uma frase, o cérebro deve decodificar sua estrutura de **constituintes** (agrupamentos hierárquicos de palavras), reconhecer **dependências** (relações entre palavras, mesmo distantes) e aplicar a **composicionalidade** (construir o significado do todo a partir das partes).

ALGUNS CONCEITOS

```
graph TD; A[ALGUNS CONCEITOS] -.-> B[GRAMÁTICA]; A -.-> C[ANÁLISE SINTÁTICA]
```

GRAMÁTICA

Os constituintes e dependências frasais seguem as regras de um saber linguístico de uma dada língua. A esse saber chamamos de **gramática**.

ANÁLISE SINTÁTICA

“Descobrir” quais regras gramaticais correspondem a uma determinada sequência de palavras e consegue compor, de forma eficiente, significados pretendidos.

ALGUNS CONCEITOS

ANÁLISE SINTÁTICA

METÁFORA DO JOGO DA MEMÓRIA

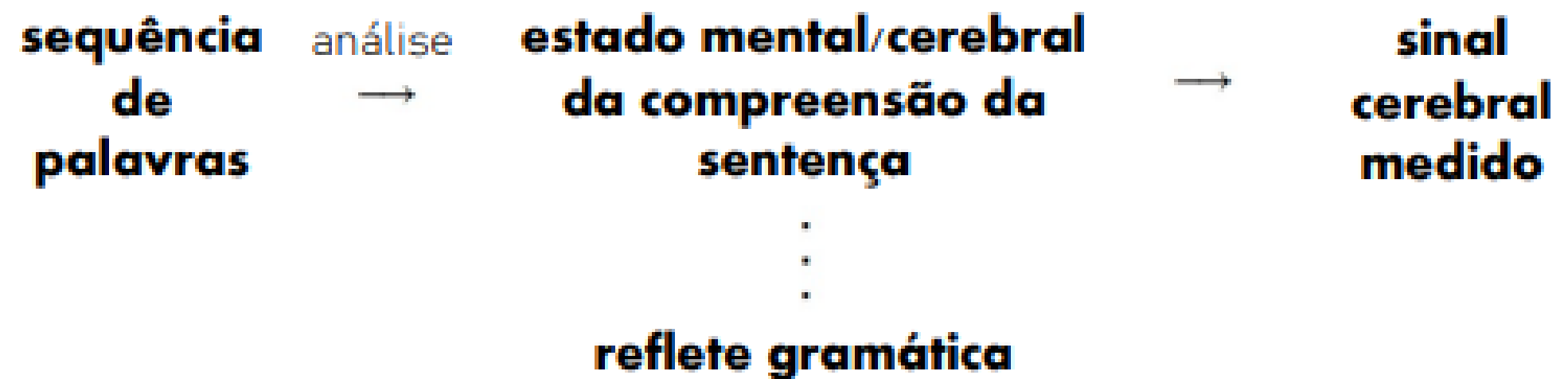


Encontrar e aplicar exatamente os fragmentos necessários para dar sentido à forma como as palavras se encaixam.

Para fazer isso de forma eficaz, o cérebro faz previsões sobre quais tipos de regras gramaticais — quais tipos de estruturas — podem se adequar melhor a uma frase, à medida que ela se desenvolve.

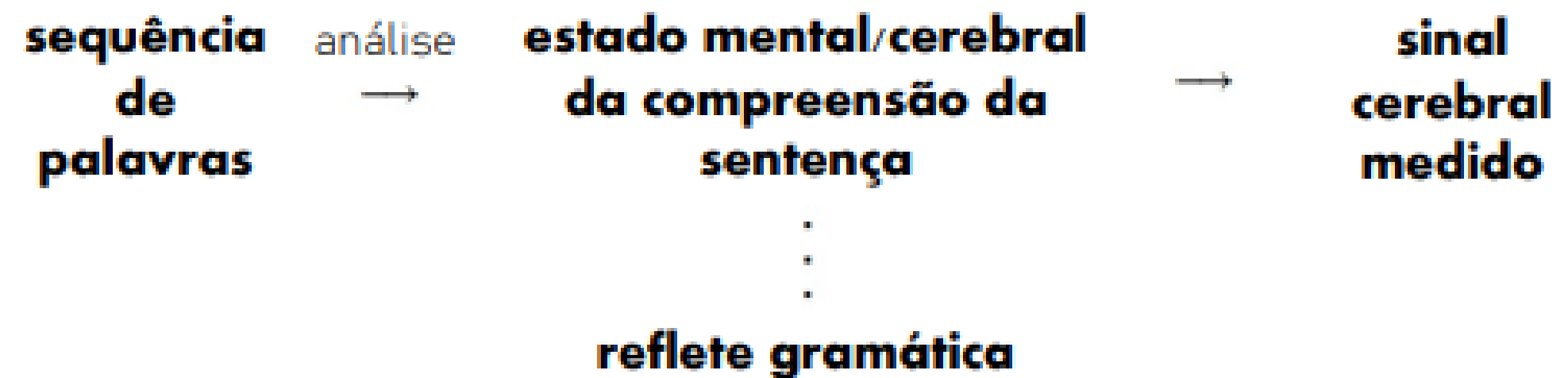


Quando medimos os sinais cerebrais, não estamos medindo diretamente a base cerebral de uma gramática, mas sim os reflexos desse processo de análise sintática:



A relação entre a gramática e os sinais cerebrais que medimos não é, portanto, direta; ela depende de diversas funções conectivas.

Para Brennan, buscamos, no conhecimento gramatical armazenado em nossa memória, o necessário para compreendermos sentenças. Isso é feito, na fala natural, muito rapidamente,



logo, o cérebro recorre a previsões para ser eficiente.



4- Os N s e os P s das predições de sentenças

O COMPONENTE N₄₀₀: O MARCADOR DA PREVISÃO SEMÂNTICA



1.

- O N₄₀₀ é um componente do potencial evocado relacionado a eventos (ERP), que ocorre entre 300 e 500 *ms*, após o cérebro encontrar um estímulo significativo, e é medido por eletroencefalografia (EEG).

2.

- Ele pode ser medido em frases ou palavras.

3.

- A magnitude do N₄₀₀ é inversamente proporcional à previsibilidade da palavra: palavras esperadas geram uma resposta menor (pré-ativação na memória semântica).

AUTORES CITADOS

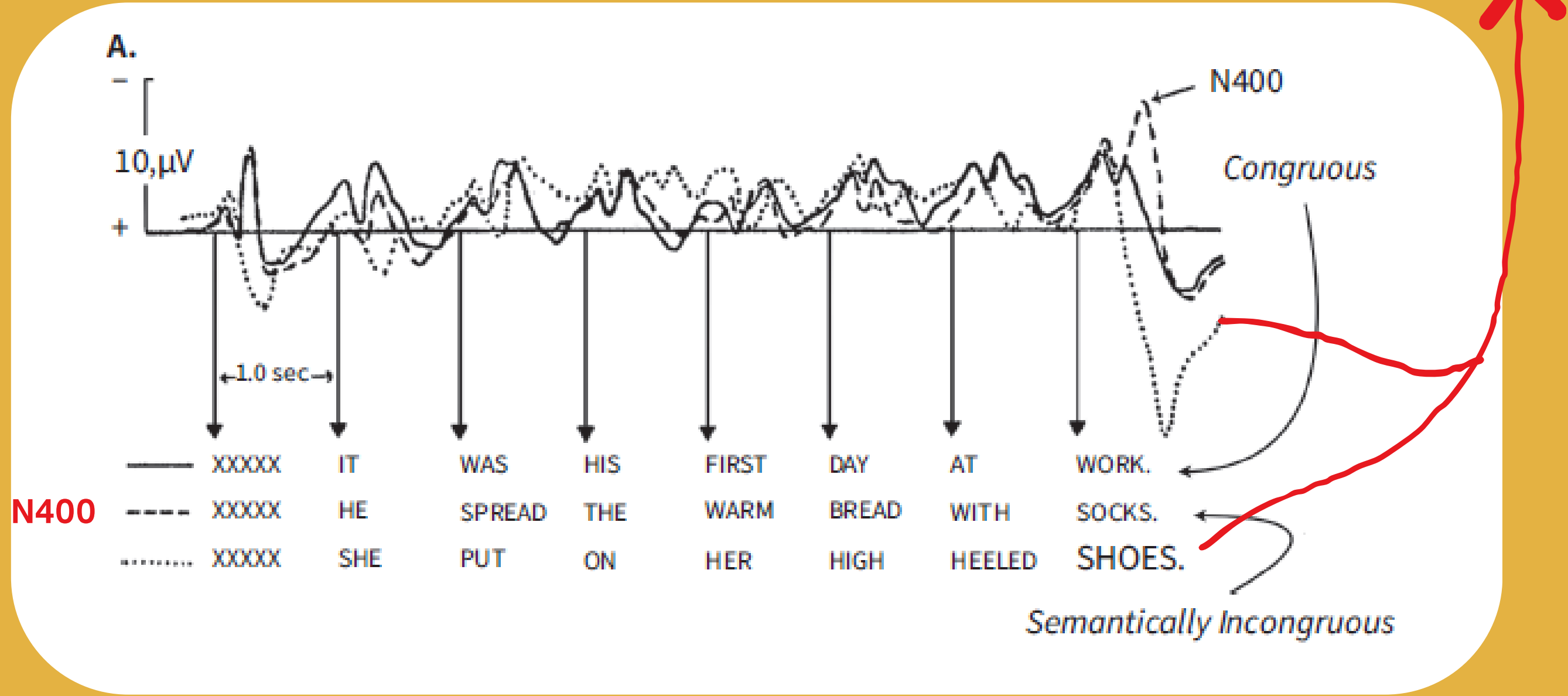
- Marta Kutas e Steven Hillyard (publicação: 1980) mediram o N₄₀₀ pela 1ª vez
 - EEG
-

- Kutas e Hillyard, (1984)
- a intensidade do N₄₀₀ é proporcional ao quão inesperada uma determinada palavra pode ser.

Experimento

Em uma condição, eles variaram se a palavra final de uma frase apresentada visualmente aparecia na mesma fonte que as palavras anteriores. Quando as expectativas visuais eram violadas, isso levava a uma grande voltagem positiva. No entanto, quando a palavra final da frase aparecia em uma fonte esperada, mas tinha um **significado inesperado**, havia então uma grande voltagem negativa, que eles rotularam como N₄₀₀

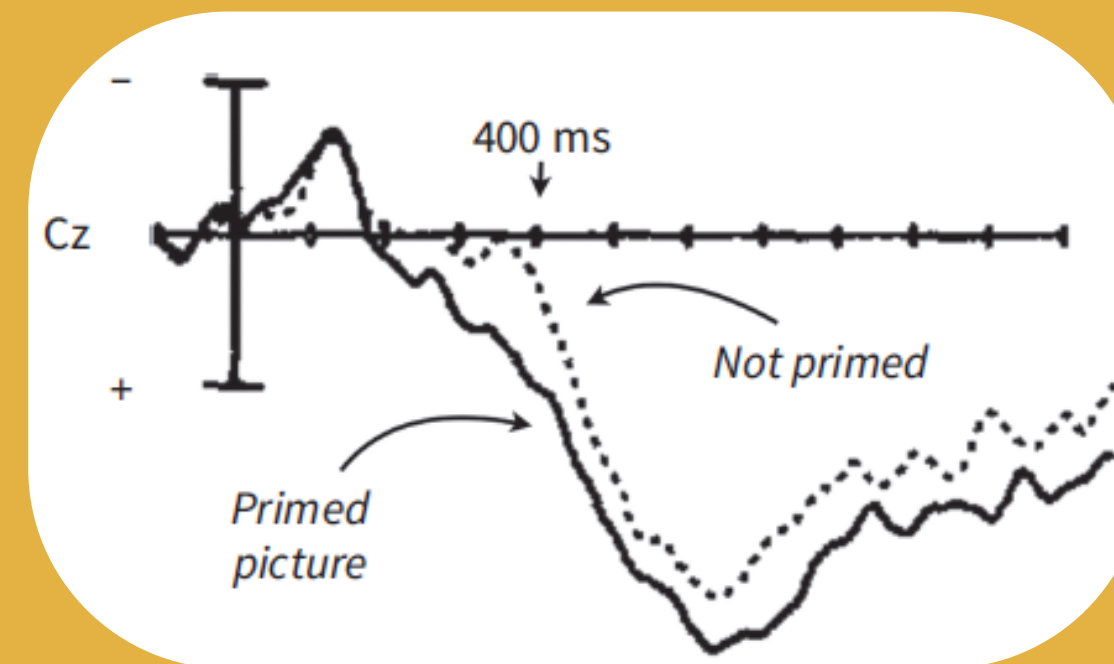
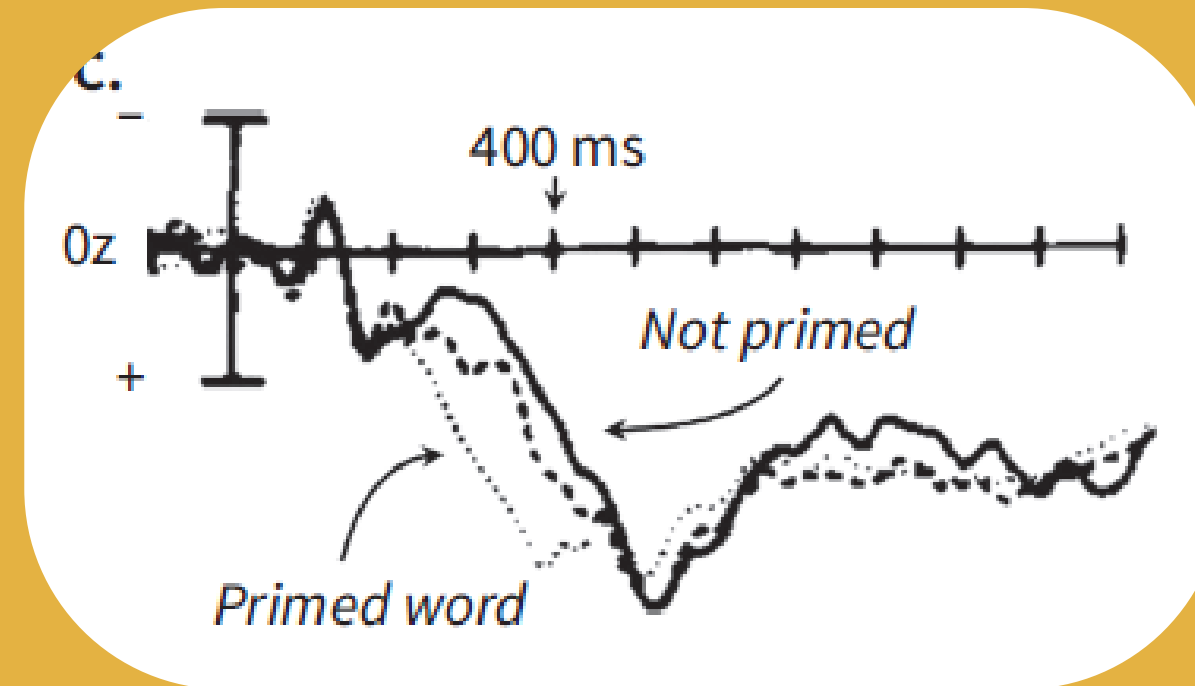
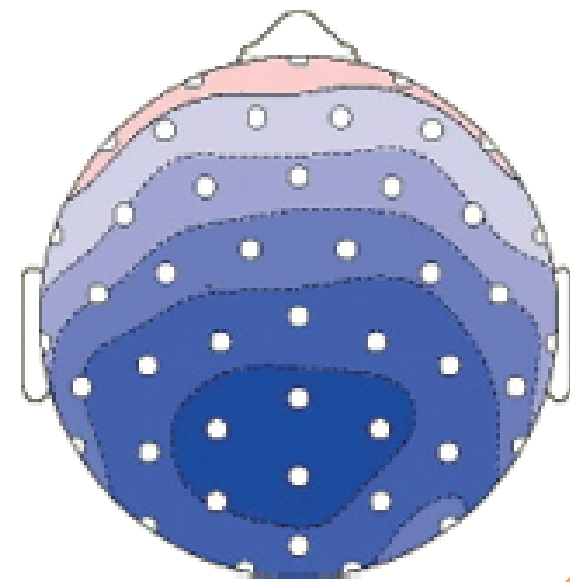
(A)- Quando as expectativas visuais eram violadas, isso levava a uma grande voltagem positiva.



_____ Foi o seu (dele) primeiro dia de trabalho.
- - - - Ele espalhou o pão quente com meias.
..... Ela colocou seus (dela) SAPATOS de salto alto.

(B)- O N400 é geralmente mais forte sobre a parte centro-posterior do escalpo (B).

B.
Difference between
semantically
congruous and
incongruous
at 300 to 500
milliseconds



(C)- O efeito de preparação semântica. O cérebro gasta mais esforço cognitivo (gera mais negatividade) para processar uma palavra "não primada", do que a palavra que já foi "preparada" pelo contexto. O mesmo ocorre com imagens (D).

AUTORES CITADOS

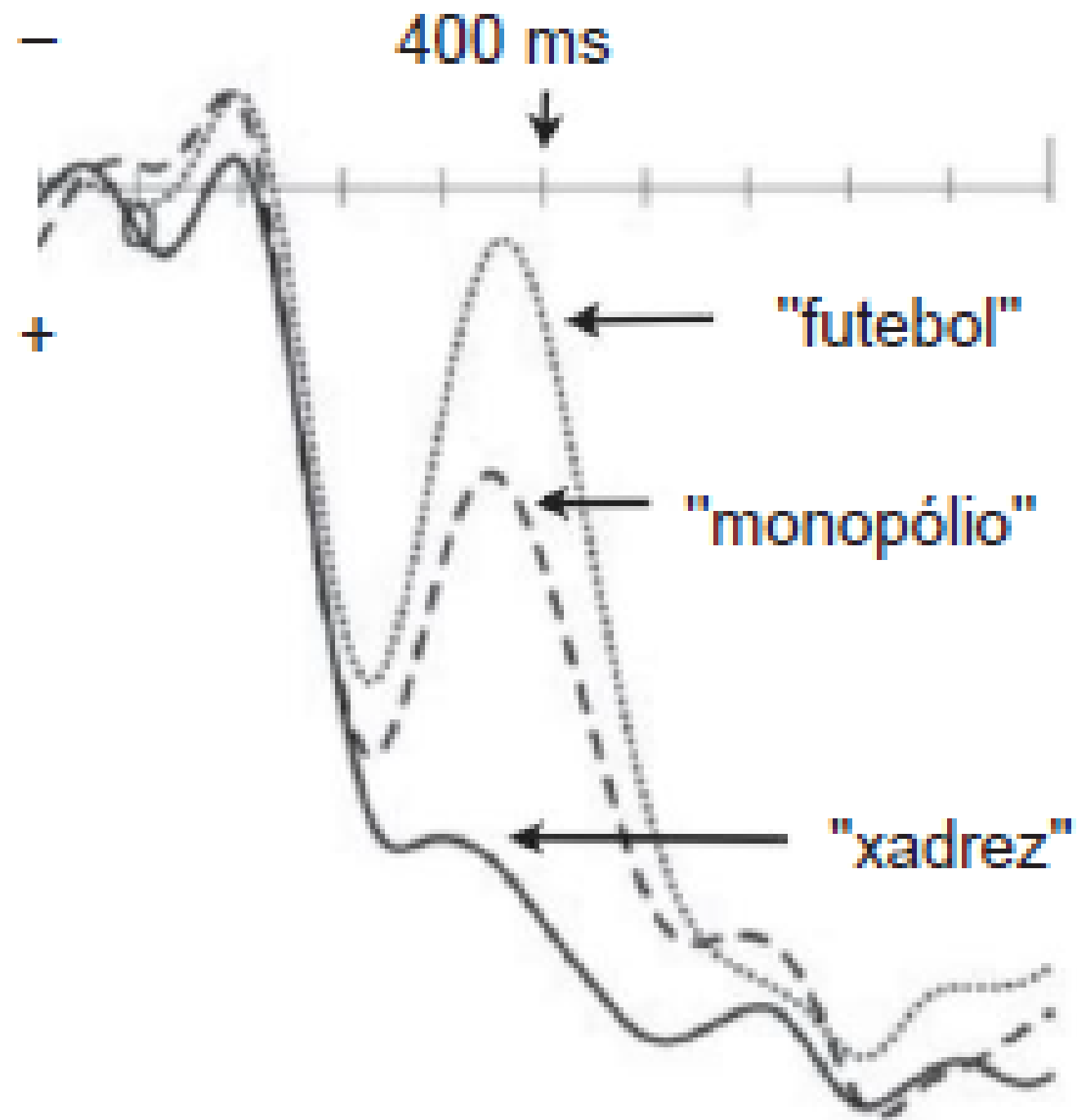
- Kara Federmeier e Marta Kutas (1999)

Experimento

As pesquisadoras apresentaram aos participantes frases como a seguinte:

(1) 'Xeque-mate.' anunciou Rosalinda com alegria.
Ela estava ficando muito boa em...

E.



- Palavra esperada “xadrez”.
- Palavras inesperadas: futebol ou Monopoly

Todas as palavras são do mesmo grupo semântico (jogos).

Palavras da mesma categoria provocam Ns 400 menores do que palavras de uma categoria diferente.

ALGUNS CONCEITOS

TEORIA DA INTEGRAÇÃO SEMÂNTICA & TEORIA DA MEMÓRIA SEMÂNTICA

A teoria da integração semântica:

é uma das principais hipóteses para explicar o N400.

- **Definição:** Ela propõe que a resposta neural (o N400) reflete a plausibilidade do significado que resulta da inclusão de uma nova palavra combinada ou "integrada" ao contexto anterior da frase.
- **Processo de Composição:** Diferente de outras teorias, ela liga o N400 diretamente ao processo composicional de construir o significado de uma sentença inteira, em vez de focar apenas na ativação de palavras individuais.
- **Etapas de Processamento:** Sob esta visão, o cérebro primeiro gera o significado do contexto anterior, ativa a nova palavra e, então, tenta integrá-la. Se essa combinação for difícil ou implausível (como em "espalhar o pão quente com meias"), o sinal N400 é gerado.

ALGUNS CONCEITOS

TEORIA DA INTEGRAÇÃO SEMÂNTICA & TEORIA DA MEMÓRIA SEMÂNTICA

- **Diferenciação:**

A **teoria da memória semântica** defende que o N400 reflete apenas a facilidade de acessar uma palavra que já foi pré-ativada pelo contexto (previsibilidade).

As evidências científicas discutidas no livro sugerem que ambas as teorias podem estar parcialmente corretas. Estudos que separaram **previsibilidade*** de **plausibilidade**** mostraram que, embora a memória (previsibilidade) seja o principal motor do N400, a integração semântica (plausibilidade) também tem um efeito mensurável, porém menor e um pouco mais tardio, ocorrendo por volta de 500 *ms* após o surgimento da palavra.

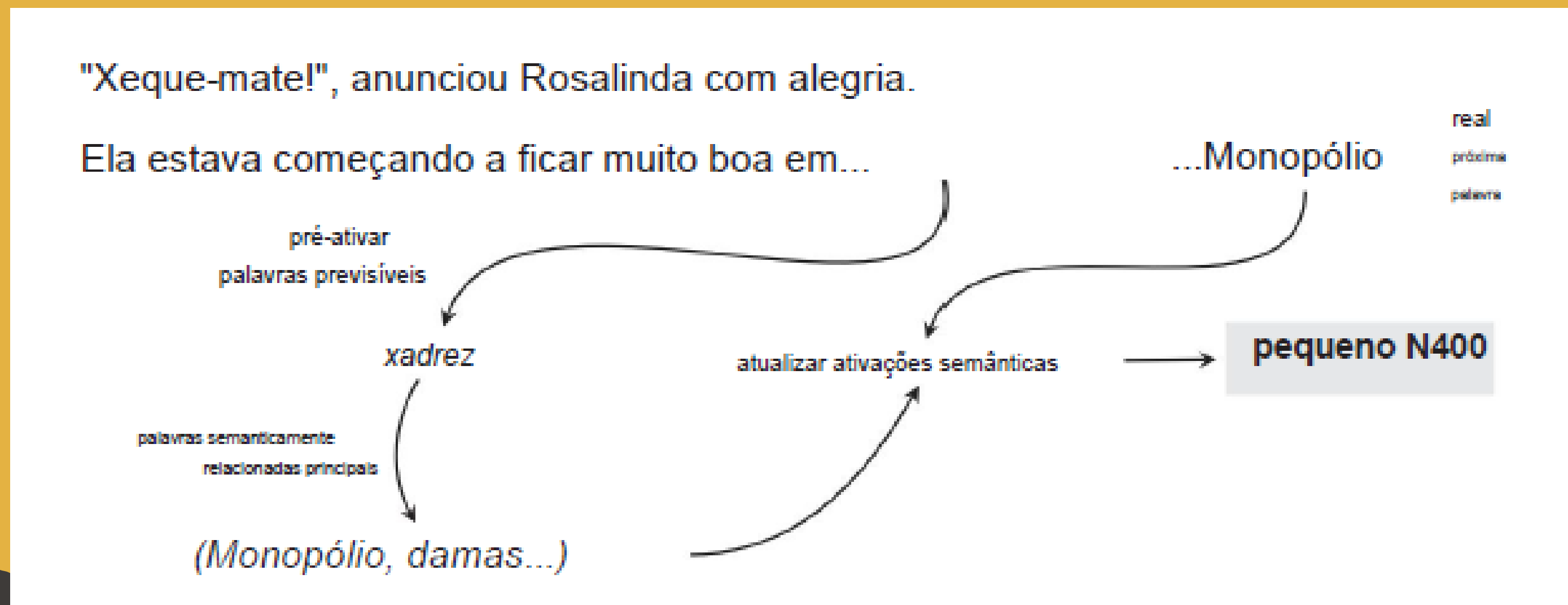
*Sugere-se uma Tarefa Cloze.

**Sugere-se um julgamento de plausibilidade, fornecendo a palavra alvo, analisando-a no contexto da frase.

Sequência de estágios de processamento segundo a **teoria da memória semântica**.

À medida que o significado de uma frase é construído durante a compreensão, palavras previsíveis, como "xadrez", são pré-ativadas na memória semântica. Essa ativação, por sua vez, leva ao priming semântico de palavras relacionadas, as quais também são parcialmente ativadas.

"Xadrez" ativa outros jogos de tabuleiro, como "Monopoly". Com "Monopoly" parcialmente ativado, o N400 é menor do que seria para palavras que não foram ativadas, como "futebol".



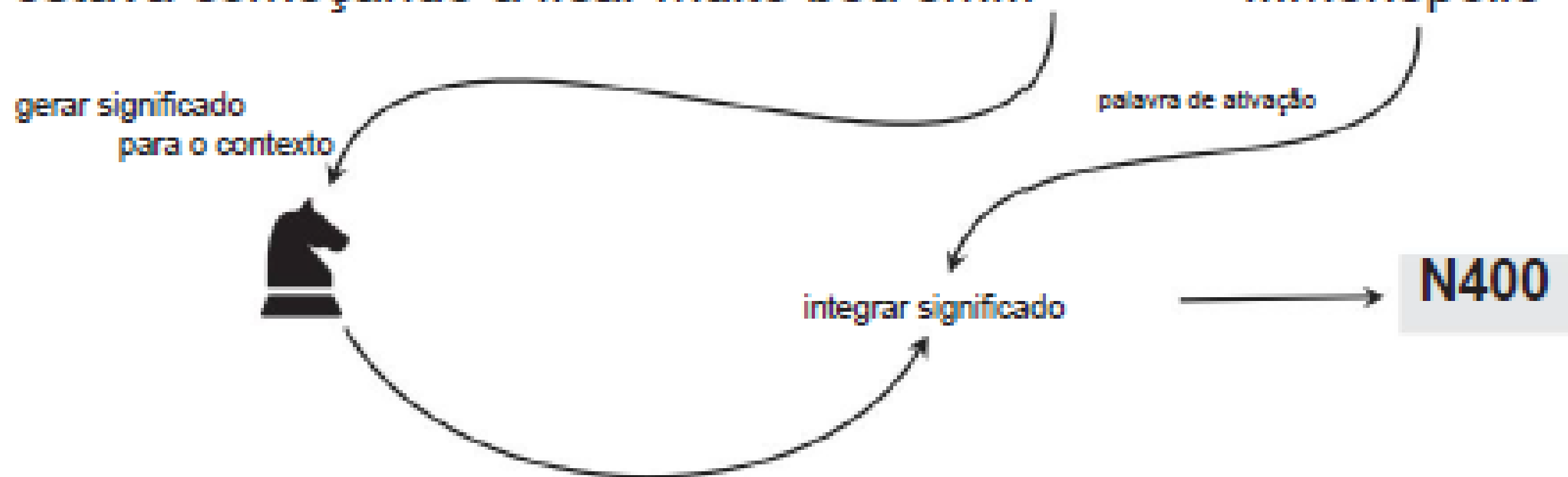
O componente N400 ilustra como aspectos do significado da frase podem afetar ou modular vários estágios do processamento. Mas existe uma explicação alternativa para o N400, que o relaciona mais diretamente com o próprio cálculo do significado da frase. A **teoria da integração semântica** do N400 defende que a resposta neural reflete a plausibilidade do significado resultante da combinação (integração) de uma nova palavra com o contexto anterior.

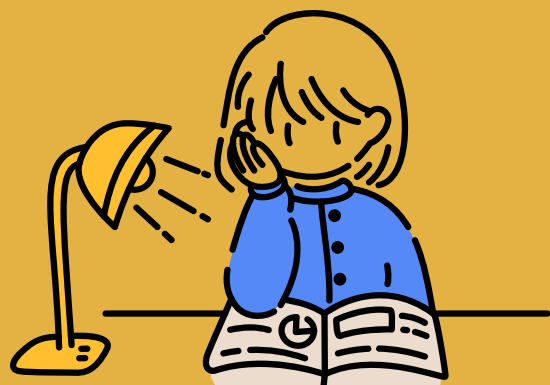
"Xeque-mate!", anunciou Rosalinda com alegria.

Ela estava começando a ficar muito boa em...

...Monopólio

real
próxima
palavra

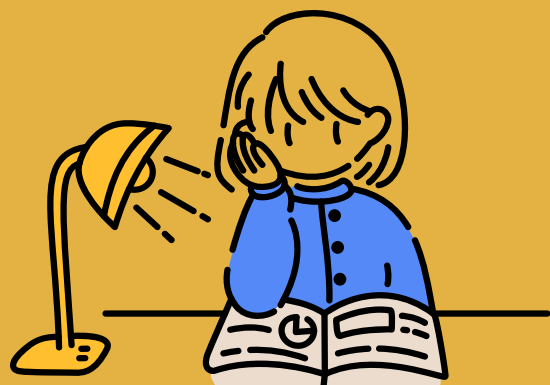




Verificação...

Com relação ao N400 (1) e ao pequeno N400 (2)...

- () Segundo a **teoria da memória semântica**, palavras previsíveis e relacionadas são parcialmente pré-ativadas na memória semântica, geram um...
- () É relacionado, na **teoria da integração semântica**, a um processo composicional de construção do significado de uma frase.
- () Segundo a **teoria da memória semântica**, priming semântico de palavras relacionadas geram um...



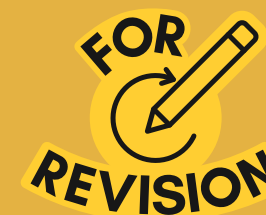
Verificação...

Com relação ao N400 (1) e ao pequeno N400 (2)...

(2) Segundo a **teoria da memória semântica**, palavras previsíveis e relacionadas são parcialmente pré-ativadas na memória semântica, geram um...

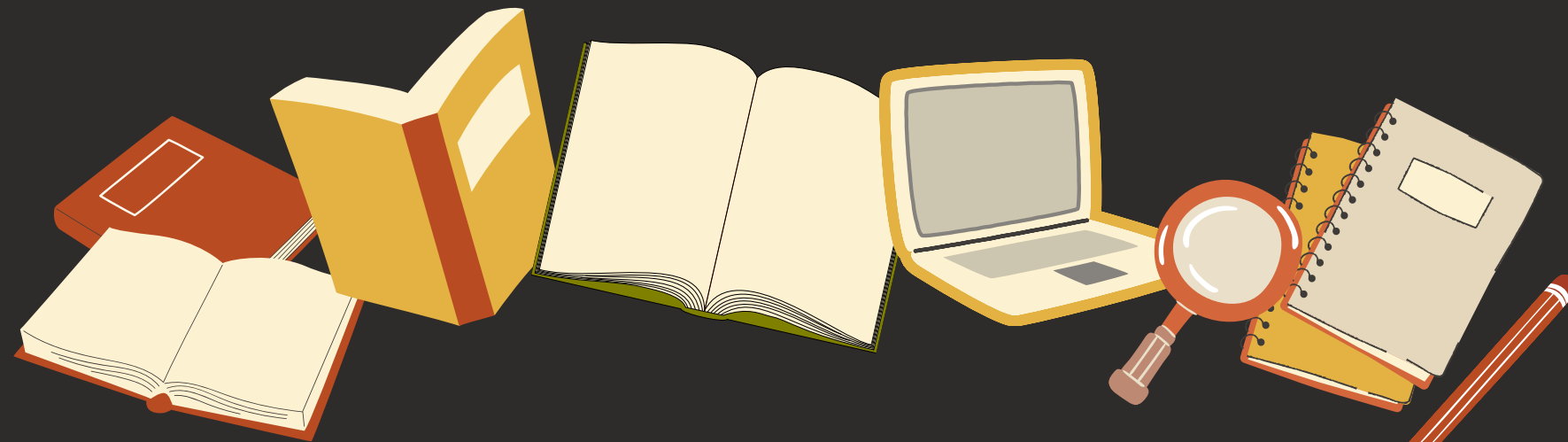
(1) É relacionado, na **teoria da integração semântica**, a um processo composicional de construção do significado de uma frase.

(2) Segundo a **teoria da memória semântica**, priming semântico de palavras relacionadas geram um...



A teoria da integração relaciona o N_{400} a um processo composicional de construção do significado de uma frase, enquanto a teoria da memória semântica o relaciona à ativação dos significados individuais das palavras.

Ambas as teorias preveem uma maior amplitude do componente N_{400} para palavras que não correspondem ao contexto da frase anterior, mas associam o N_{400} a diferentes estágios de processamento.



5- Estudo de previsibilidade e plausibilidade



I, 2, 3, testando...

ESTUDO DE PREVISIBILIDADE E PLAUSIBILIDADE

Lisa bebeu um copo...

XXXXXXXXXXXX



ESTUDO DE PREVISIBILIDADE E PLAUSIBILIDADE

Lisa bebeu um copo...

... de suco de goiaba

Plausível, mas pouco previsível.



ESTUDO DE PREVISIBILIDADE E PLAUSIBILIDADE

- 9 laboratórios;
- 300 participantes;
- EEG;
- frases com substantivos que correspondiam ou não ao contexto;
- previsibilidade (Tarefa Cloze) → exercício de preencher lacunas.
- palavras mais frequentes → “alta probabilidade Cloze”;
- julgamento de plausibilidade (complementando a Tarefa Cloze) → fornece aos participantes uma frase completa com a palavra-alvo e pede que eles avaliem o quão plausível é o significado de toda a frase.

Resultados

Observaram-se voltagens mais positivas/menos negativas, para palavras mais previsíveis. Trata-se de um efeito N_{400} que atingiu o pico entre 300 e 400 *ms* após o início da palavra. Separadamente, o aumento da plausibilidade da frase também levou a voltagens mais positivas/menos negativas, mas esse efeito ocorreu um pouco mais tarde, atingindo o pico em torno de 500 *ms*, e também foi medido em uma área menor da região posterior do couro cabeludo.

ESTUDO DE PREVISIBILIDADE E PLAUSIBILIDADE

O componente N400 do ERP é sensível, pelo menos em parte, à previsibilidade de uma palavra dado o contexto da frase. Esse efeito reflete o fato de que palavras previsíveis podem ser pré-ativadas.

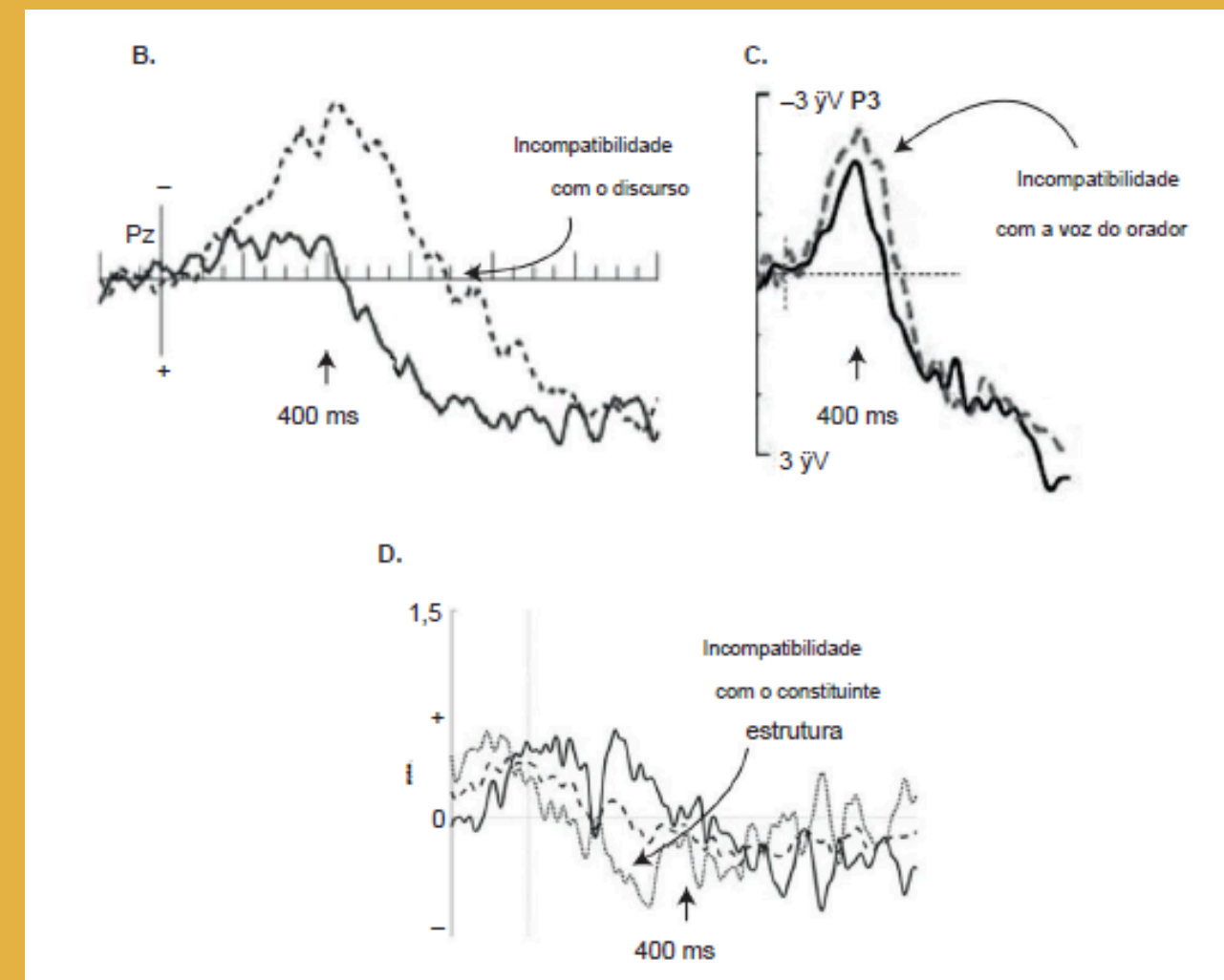
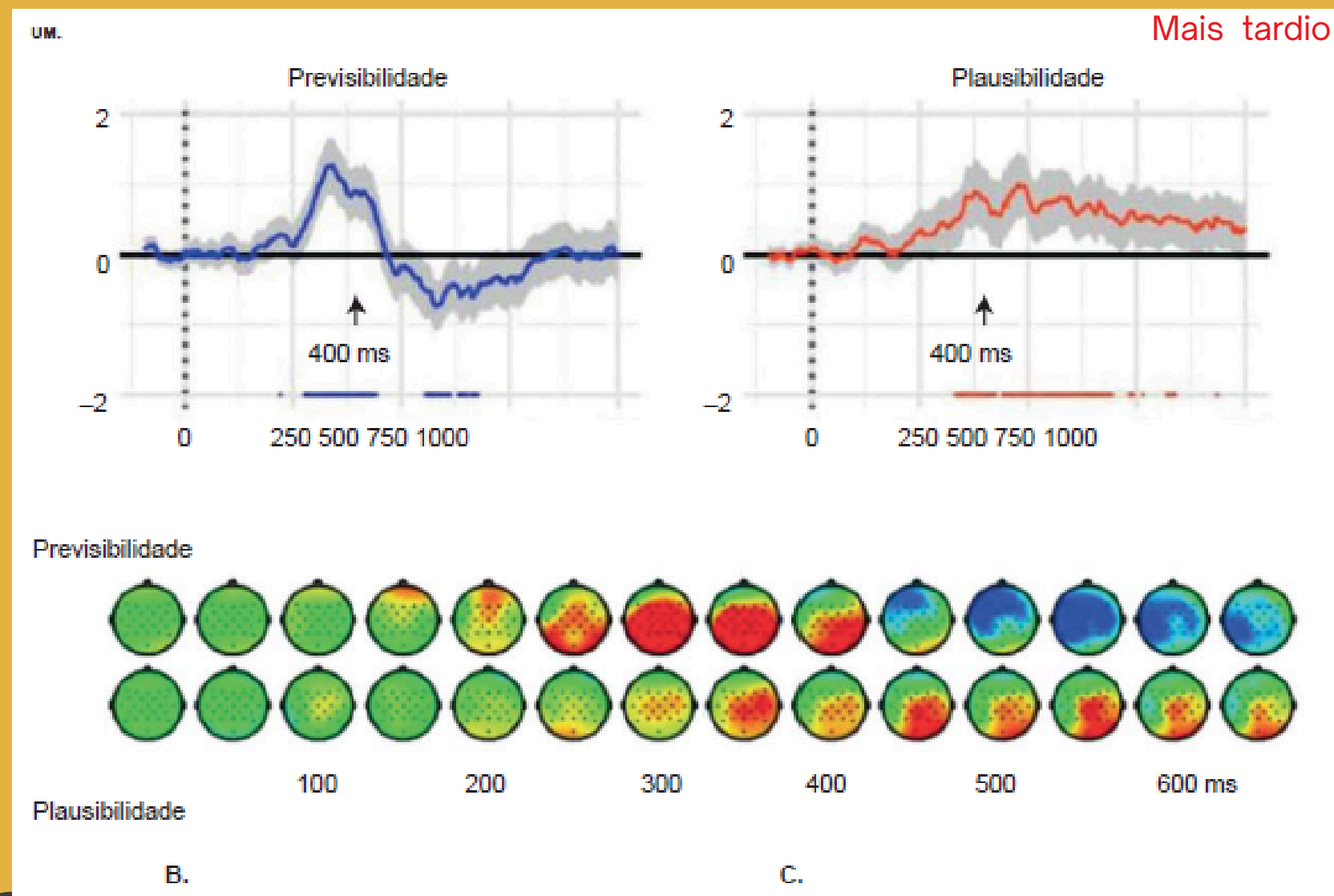


Figura 23. Previsibilidade e o N400. (A) Tanto a previsibilidade quanto a plausibilidade afetam o N400, sendo que o efeito da previsibilidade aparece mais cedo e com maior amplitude; lembre-se: mais previsível = menos negativo (N400 menor) = mais positivo. Diferentes fontes de informação afetam a previsibilidade e, conseqüentemente, o N400, incluindo (B) o discurso, (C) a identidade do falante e (D) a estrutura gramatical. (Preste atenção aos rótulos do eixo y!)

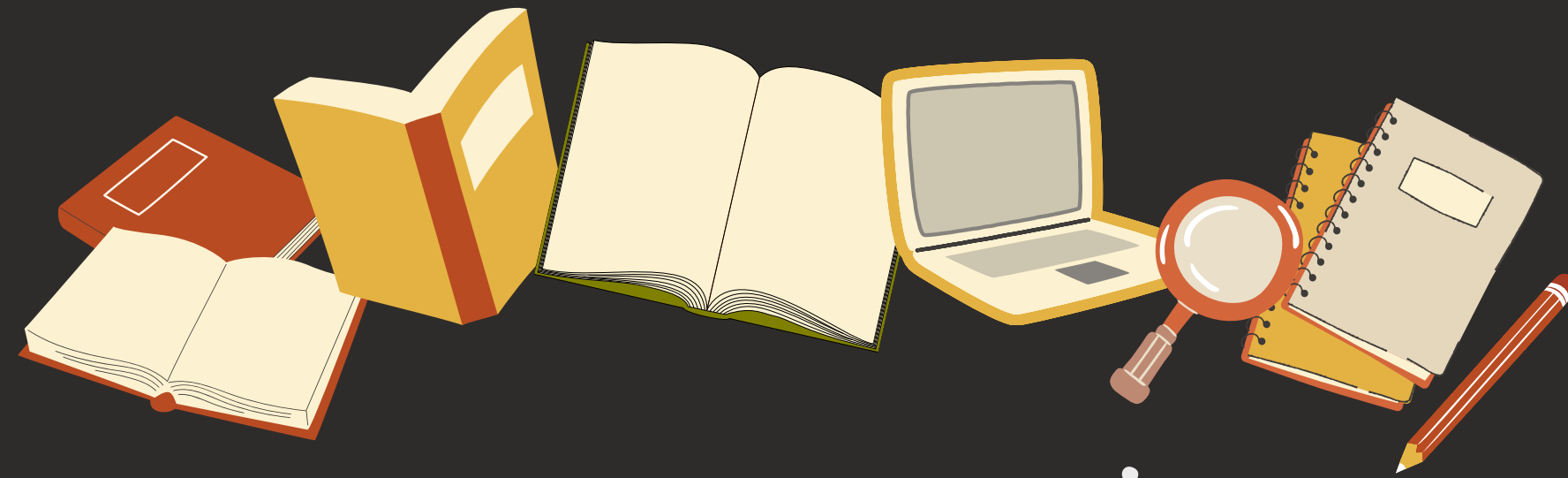
Fontes: A: Nieuwland et al. (2019); B: van Berkum et al. (2003); C: van Berkum et al. (2008); D: Brennan e Hale (2019).

ESTUDO DE PREVISIBILIDADE E PLAUSIBILIDADE

Mais tardio



Os dados indicam que a **previsibilidade** é o principal fator determinante do efeito N400, o que está de acordo com a **teoria da memória semântica**. Mas a **plausibilidade** também parece ter um efeito, embora menor, e é mais consistente com a **teoria da integração semântica**.



6- N_{400} em contextos maiores que uma frase

N₄₀₀ EM CONTEXTOS MAIORES QUE UMA FRASE

- (Van Berkum et al., 2003).

Ex. de contexto:

Conforme combinado, Jane deveria acordar sua irmã e seu irmão às cinco horas da manhã. Mas a irmã já havia se lavado e o irmão até já havia se vestido. Jane disse ao irmão que ele era excepcionalmente {rápido, lento}.

Palavras-alvo “rápido” ou “lento” → igualmente previsíveis (e plausíveis) na frase final, mas , no contexto geral, “lento” provoca um N₄₀₀.

N₄₀₀ EM CONTEXTOS MAIORES QUE UMA FRASE

- Jos van Berkum (2008), do Instituto Max Planck de Psicolinguística, e seus colegas usaram frases como:

Orador masculino ou feminino “Se eu ao menos tivesse a aparência da Britney Spears em seu último vídeo.”

Criança ou adulto: “Todas as noites eu bebo um pouco de vinho antes de dormir.”

Efeito N₄₀₀ na palavra-alvo., devido à não correspondência da mensagem x voz. Mas a diferença surge na mesma janela de tempo de 300 a 500 ms e nas mesmas áreas centro-posteriores do couro cabeludo, tanto para uma discrepância de falante quanto para os outros tipos de efeitos de predição.

Há N_{400} (há distância de tempo maior (1.2 seg.))

Resultados

- Brennan e Hale (2019)
- os pesquisadores usaram palavras de um capítulo de *Alice no país das maravilhas* e calcularam separadamente a probabilidade das palavras, com base na sequência de palavras que as precedia ou na estrutura de constituição das frases em que as palavras apareciam;
- experimento de audição (como tarefa cotidiana natural);
- EEG.

eles observaram um aumento nas voltagens negativas do couro cabeludo para palavras imprevisíveis, mas apenas quando a previsibilidade era baseada na estrutura constituinte de cada frase; esse efeito não foi observado com a previsibilidade baseada apenas em informações de sequência de palavras.

Há N₄₀₀ (há distância de tempo maior (1.2 seg.)

- Wing-Yee Chow et al. (2016) da Universidade de Maryland:
- O experimento utiliza estímulos em forma de frases com inversão semântica de papéis; ou seja, substantivos que normalmente são o agente de um verbo são apresentados como o paciente.

Normal semantic roles

The restaurant owner forgot which customer_{patient} the waitress_{agent} had served during dinner yesterday.

Reversed semantic roles

The restaurant owner forgot which waitress_{patient} the customer_{agent} had served during dinner yesterday.

Ex.:

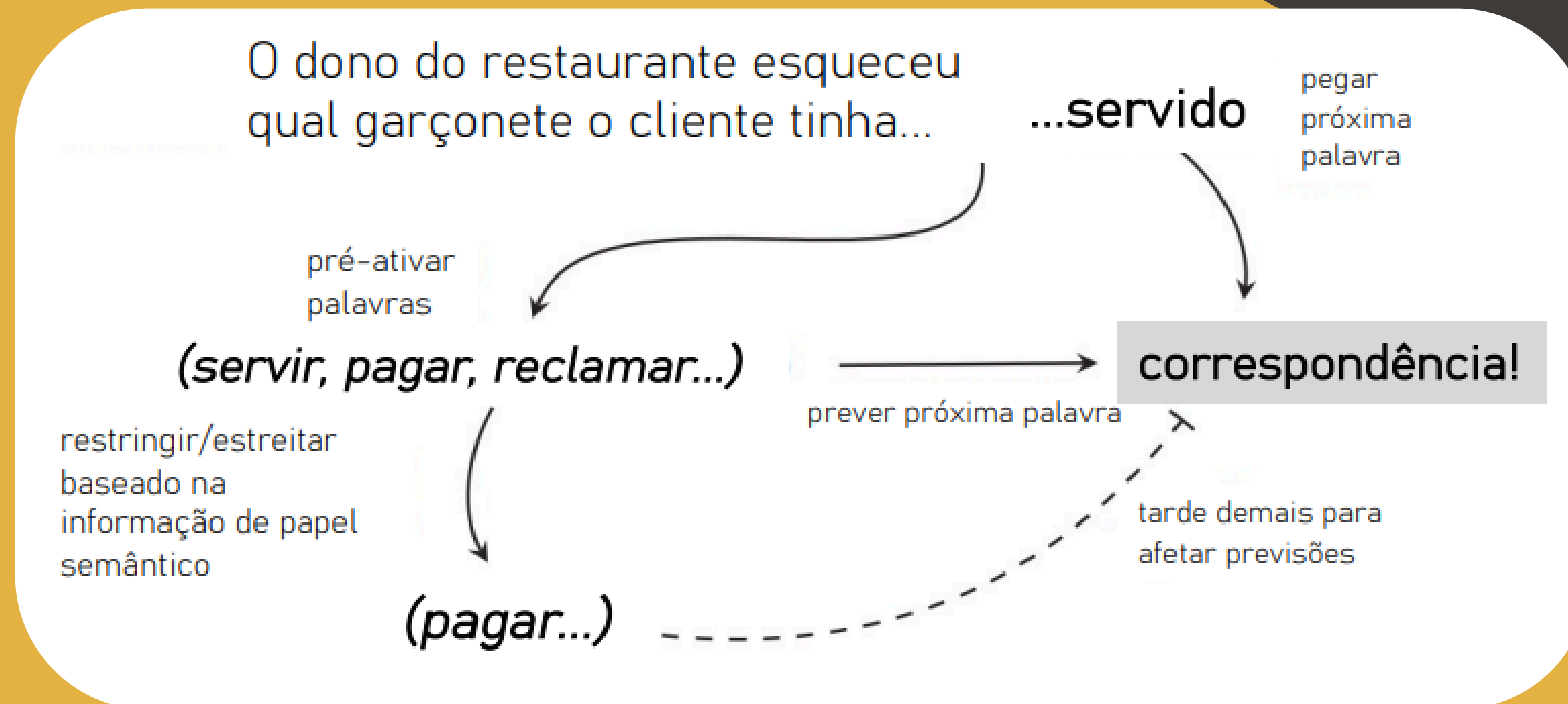
Papéis semânticos normais:

O dono do restaurante esqueceu qual cliente/ paciente a garçonete serviu/atendeu durante o jantar de ontem.

Papéis semânticos invertidos:

O dono do restaurante esqueceu qual garçonete o cliente serviu/atendeu durante o jantar de ontem.

Não houve N_{400} (há distância de tempo de 0.8 seg, muito curta).



Como as palavras relevantes estavam muito próximas umas das outras, não houve tempo suficiente para que a sequência de previsões se desenvolvesse; dados intrigantes sugerem que os compreendedores podem precisar apenas de alguns décimos de segundo extras para incorporar e fazer previsões com base em papéis semânticos e outras informações sobre a estrutura argumentativa

Brennan sinaliza a necessidades de mais estudos.

ESTRUTURA E PREVISÃO

- Shota Momma (2016) da Universidade de Maryland:

O estudo aproveita algumas propriedades-chave da gramática japonesa:

- 1- o japonês usa marcadores gramaticais para indicar o sujeito e o objeto de uma frase;
- 2- o japonês tem uma ordem de palavras flexível, de modo que tanto o sujeito (agente) quanto o objeto (paciente) podem aparecer antes ou depois do verbo;
- 3- os argumentos podem ser omitidos, ou "dispensados", em frases gramaticais. Essas três propriedades permitem a criação de itens de estímulo para inversão de papéis semântico.

Normal semantic role

bee_{agent} sting "The bee stings (something)"

Reversed semantic role

bee_{patient} sting "(Something) stings the bee"

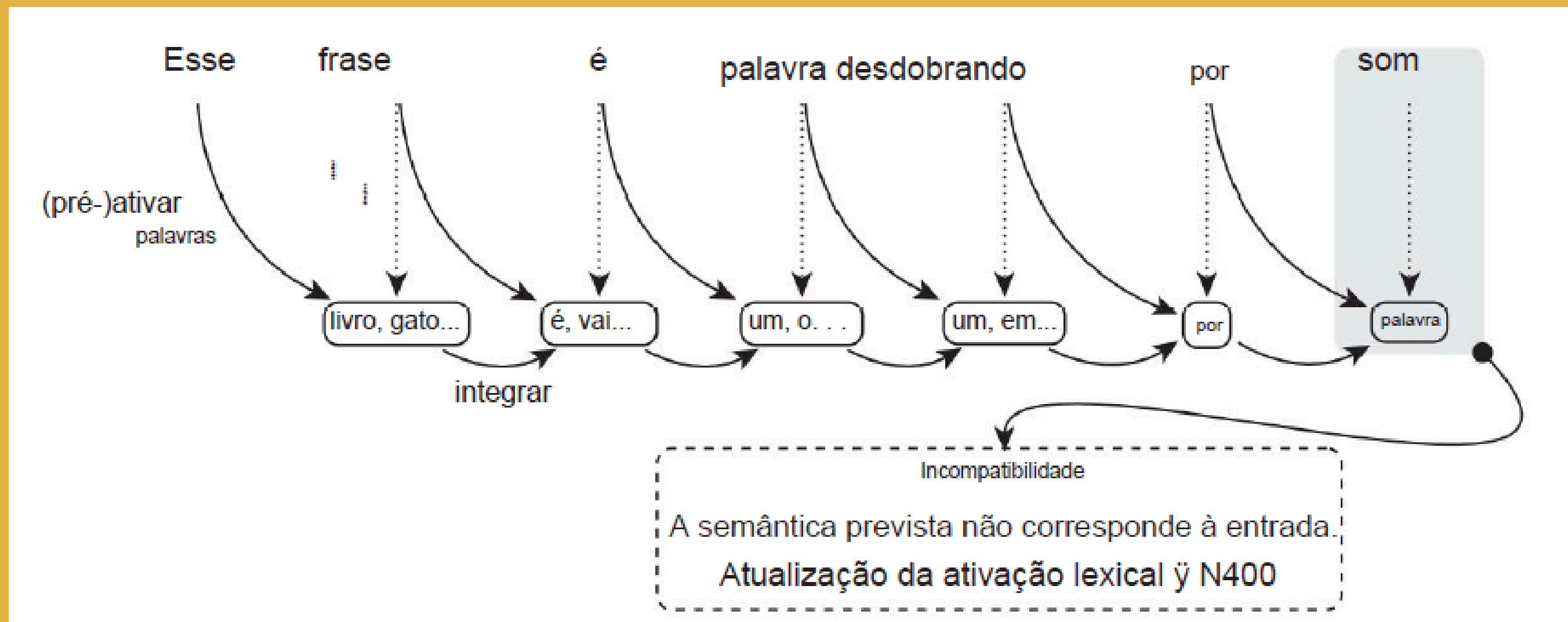
(5) *Papel semântico normal*

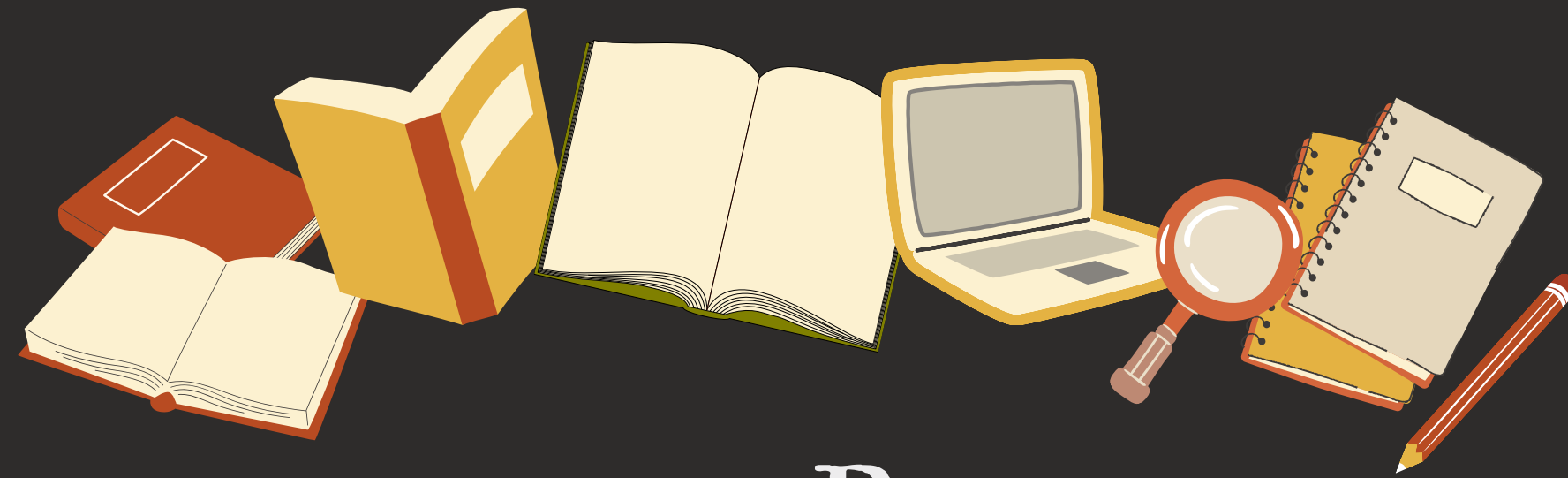
picada de abelha "A abelha pica (algo)"

Papel semântico invertido

picada de abelha paciente "(Algo) pica a abelha"

Três processos: pré-ativação (setas curvas sólidas e pelos itens “previstos” nos balões), atualização (quando a palavra é encontrada / setas verticais tracejadas) e integração.





7- P600

O COMPONENTE P600: SINTAXE E REANÁLISE



- O P600 é uma voltagem positiva que ocorre mais tarde, entre 600 e 900 *ms*.



- Este sinal é tipicamente associado a violações sintáticas (erros gramaticais) ou estruturas incomuns que exigem esforço extra de processamento.

O COMPONENTE P600: SINTAXE E REANÁLISE



- O capítulo discute o "P600 semântico", que ocorre em frases como "A refeição farta estava devorando...", em que o erro parece ser de significado, mas o cérebro responde com um P600, possivelmente tentando realizar uma reanálise sintática para acomodar a palavra inesperada.



- Resultados como este sugerem que o sinal P600 pode refletir expectativas (previsões) sobre estruturas sintáticas prováveis.

Há N_{400} (há distância de tempo maior (1.2 seg.))

- Helen Neville et al. (1991) :
- encontraram um P_{600} quando os participantes leram frases agramaticais, tais como:

Agramatical: (*) O cientista criticou a prova de Lucy do teorema.

Gramatical: O cientista criticou a demonstração do teorema feita por Lucy.

Ungrammatical

The scientist criticized Lucy's of proof the theorem.

Grammatical

The scientist criticized Lucy's proof of the theorem.

Há N₄₀₀ (há distância de tempo maior (1.2 seg.))

- Ana Gouveia et al.(2010)

Eles mostraram aos participantes frases gramaticais e agramaticais

Ungrammatical

The patient met the doctor while the nurse with the white dress show the chart during the meeting.

Grammatical

The patient met the doctor while the nurse with the white dress showed the chart during the meeting.

132 ESTRUTURA E PREVISÃO

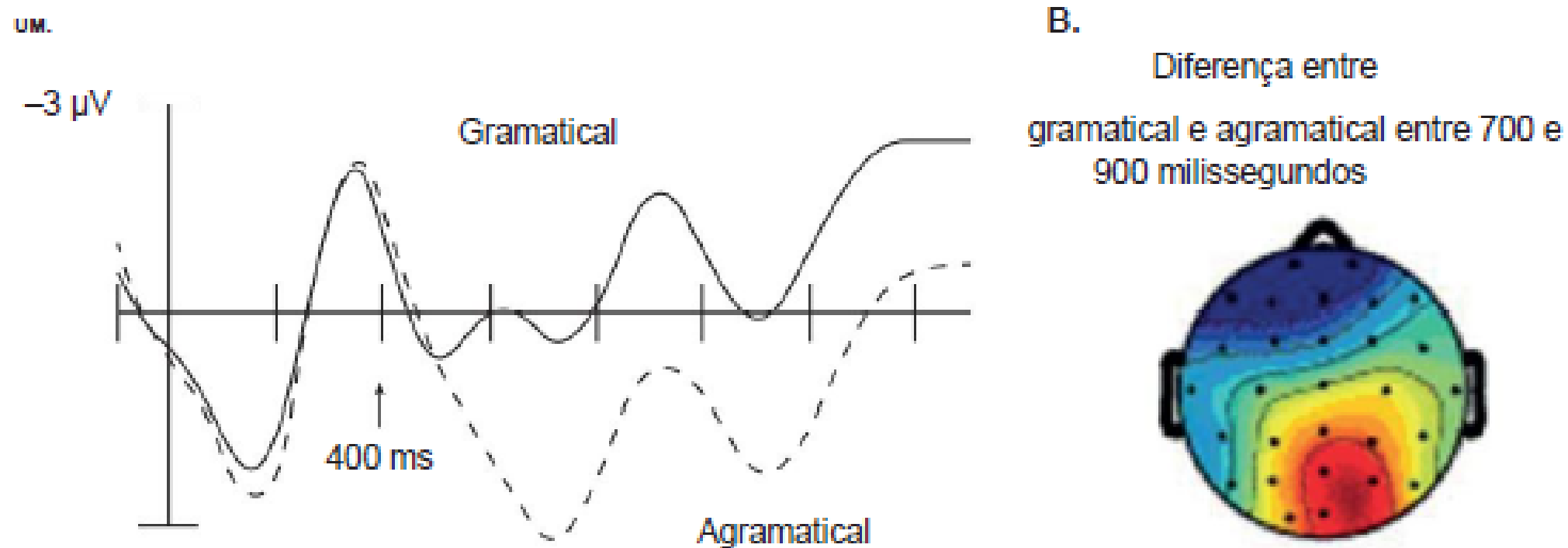


Figura 25. O ERP P600. (A) Frases agramaticais mostram aumento da resposta positiva a partir de cerca de 0,5 segundo após uma palavra agramatical.

(B) O P600 é mais forte nas partes centrais posteriores do couro cabeludo.

Fonte: Gouvea et al. (2010).

O P600 não é observado apenas quando as frases são agramaticais.

Também é observado em estruturas de frases gramaticais, porém incomuns.

Um exemplo disso vem de um estudo de Lee Osterhout e Philip Holcomb (1992)

Sintaxe mais comum: O cantor decidiu apresentar a ópera.

Sintaxe menos comum: O cantor teve permissão para gravar a música.

More common syntax

The singer decided to perform the opera.

Less common syntax

The singer allowed to record the song.

- Albert Kim e Lee Osterhout (2005).
- EEG;
- Apresentação de frases;

(9) The hearty meal was devoured...
 The hearty meal was devouring...

Semantic match
Semantic mismatch

(9) A refeição farta foi devorada... — **Correspondência semântica**
 A refeição farta estava devorando... — **Incongruência semântica**

Note que a segunda frase é incomum por razões aparentemente semânticas: as refeições não tendem a devorar pessoas, as pessoas devoram refeições. Apesar dessa aparente discrepância semântica, a resposta ERP a frases como as em (9) não é um N₄₀₀, como você poderia esperar, mas sim um P₆₀₀.

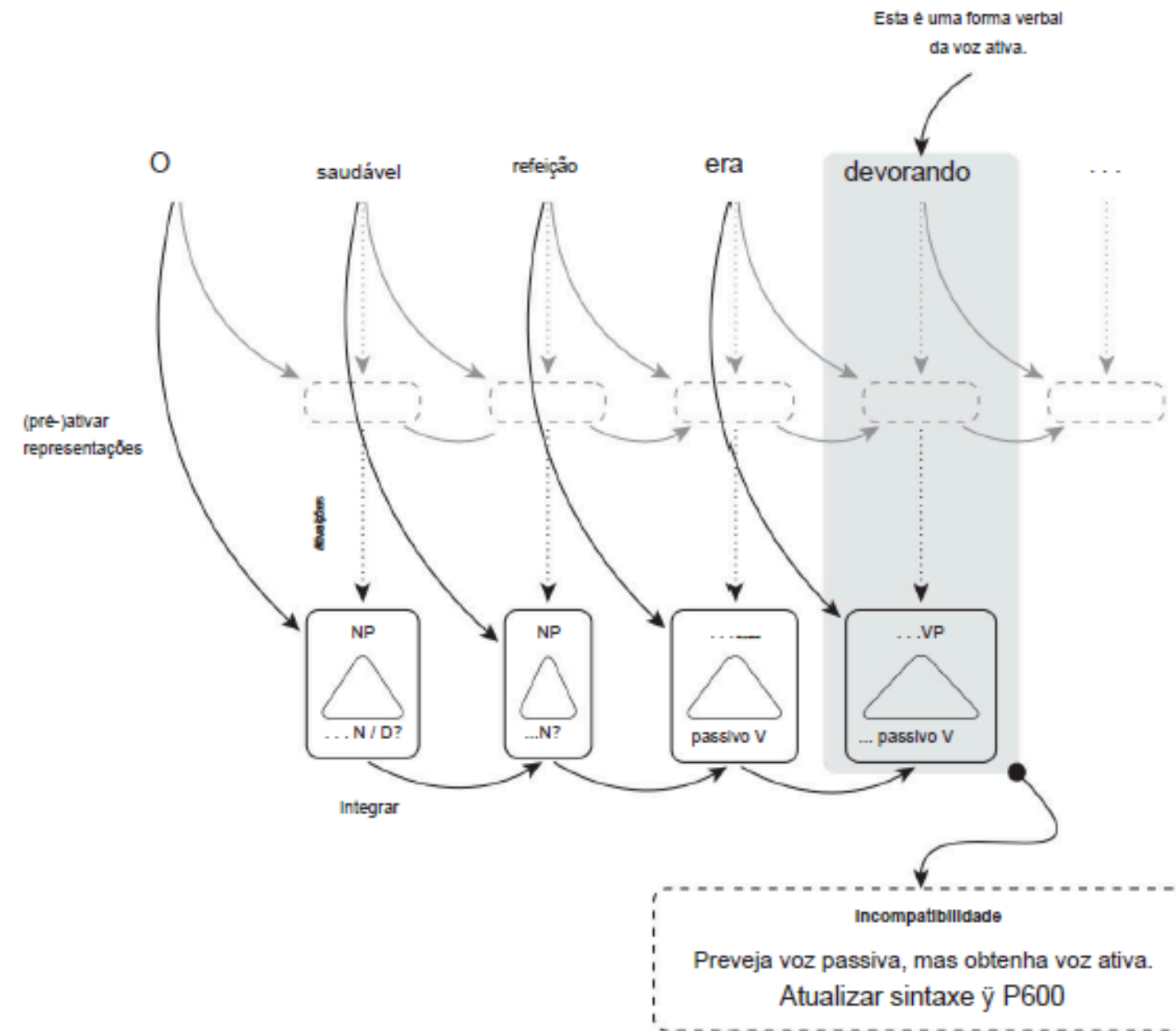
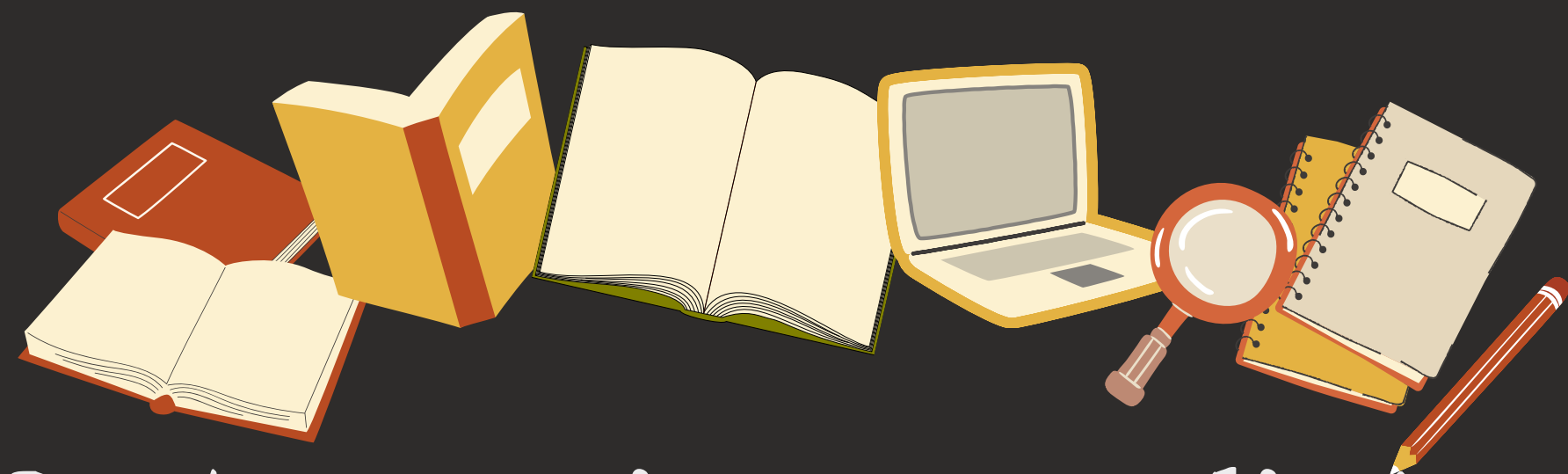


Figura 26. Como as previsões sintáticas podem se desenrolar. As previsões se desenrolam em múltiplos níveis linguísticos simultaneamente, incluindo a estrutura sintática; aqui, a palavra "devouring" viola a previsão sintática para uma frase verbal passiva, levando a uma resposta ERP P600.



8- As previsões são dinâmicas

- Alessandro Lopopolo (2017)
- fMRI (Ressonância Magnética Funcional)
- audição de uma série de narrativas;
- Probabilidade condicional (frequência e probabilidade de ocorrências de):
 - - fonemas;
 - - palavras;
 - - sequências de palavras;
 - - sintaxe (em termos de quantas vezes certas categorias sintáticas apareceram juntas e em ordem).

Estudo de fMRI: previsibilidade
de diferentes representações

$\Pr(\text{phoneme}_p$		$\text{phoneme}_{p-1}, \text{phoneme}_{p-2}\dots)$
$\Pr(\text{word}_w$		$\text{word}_{w-1}, \text{word}_{w-2}\dots)$
$\Pr(\text{category}_c$		$\text{category}_{c-1}, \text{category}_{c-2}\dots)$

fMRI → mostram áreas distintas do lobo temporal que são sensíveis à previsibilidade de diferentes representações.

Categorias sintáticas inesperadas, por exemplo, ativam áreas tanto posteriores quanto mais anteriores do lobo temporal esquerdo, enquanto itens lexicais inesperados ativam uma área que abrange a região central do lobo temporal, logo posterior ao córtex auditivo.

- Anastasia Klimovich-Gray e William Marslen-Wilson, (2019), Universidade de Cambridge .
- MEG (Magnetoencefalografia);
- frases simples compostas por um adjetivo e um substantivo (ex.: “banana amarela”);
- alguns adjetivos altamente preditivos do substantivo relacionado (ex.: “banana descascada”)
- Usaram 3 valores: préativação de representações, verificação de previsões e atualização de ativações.



- A préativação foi testada, comparando adjetivos que eram mais ou menos preditivos do substantivo seguinte.
- A etapa de verificação de previsões foi testada, calculando a correspondência entre as previsões do adjetivo e o primeiro fonema do substantivo. (por exemplo, [b] de "banana").
- O último valor semântico é a média simples de todos os *embeddings* (incorporações) de palavras que compõem a frase.

O MEG proporciona aos pesquisadores uma precisão notável no rastreamento desses estágios de processamento, tanto no espaço quanto no tempo; os resultados mostram um efeito de pré-ativação, mesmo antes do final da primeira palavra. Esse efeito ocorre no lobo frontal esquerdo, especificamente no giro frontal inferior. Essa região tem sido associada há muito tempo ao processamento da linguagem no cérebro, e vemos aqui os primeiros indícios de que ele pode desempenhar um papel importante na compreensão de sentenças.

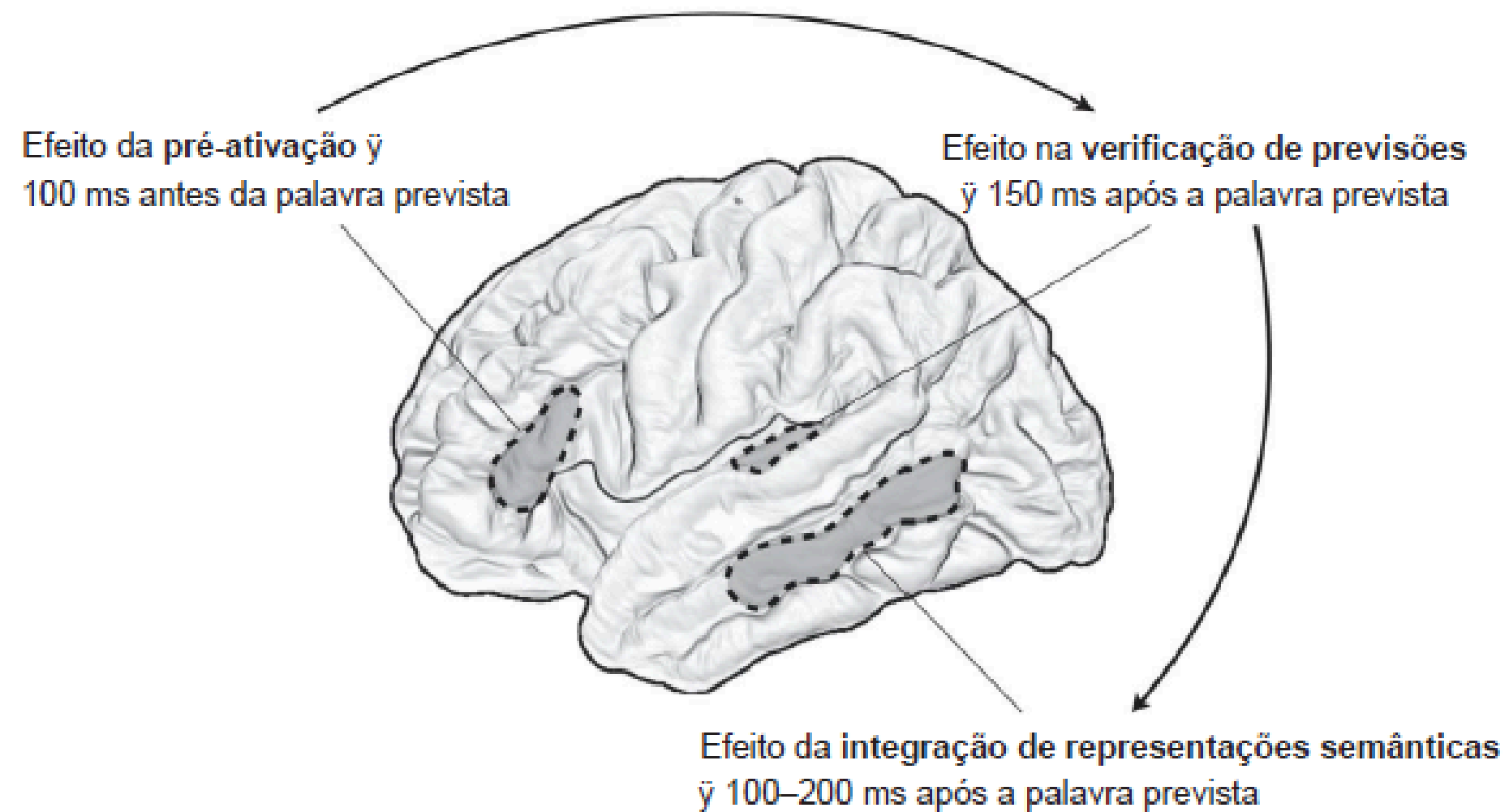


Figura 27. Dinâmica da previsão. O processamento preditivo, localizado no lobo frontal, afeta as previsões sensoriais e a integração semântica da entrada linguística subsequente no lobo temporal.

Fonte: Adaptado de Klimovich-Gray et al. (2019).



9- Considerações finais

O PROCESSO DE PARSING E A PREDIÇÃO



1.

- A compreensão de frases envolve um processo chamado *parsing*, no qual o cérebro usa o conhecimento gramatical para "figurar" a estrutura de uma sequência de palavras à medida que ela se desenrola.

2.

- Como a fala é rápida, o cérebro não espera o fim da frase; ele atua como um "motor de previsão", antecipando ativamente as próximas palavras e estruturas para ganhar eficiência.

O PROCESSO DE PARSING E A PREDIÇÃO



1.

- O cérebro utiliza diversas fontes para as previsões, incluindo o contexto do discurso, a identidade de quem fala e a estrutura hierárquica da frase.

2.

- No entanto, previsões mais complexas, como as baseadas em papéis semânticos (quem faz o quê), podem levar alguns décimos de segundo a mais para influenciar o processamento.



1.

- As previsões ocorrem em múltiplos níveis simultaneamente (fonemas, palavras e categorias sintáticas) e envolvem uma interação entre o lobo frontal (onde as previsões parecem ser geradas) e o lobo temporal (onde as previsões são verificadas e integradas).

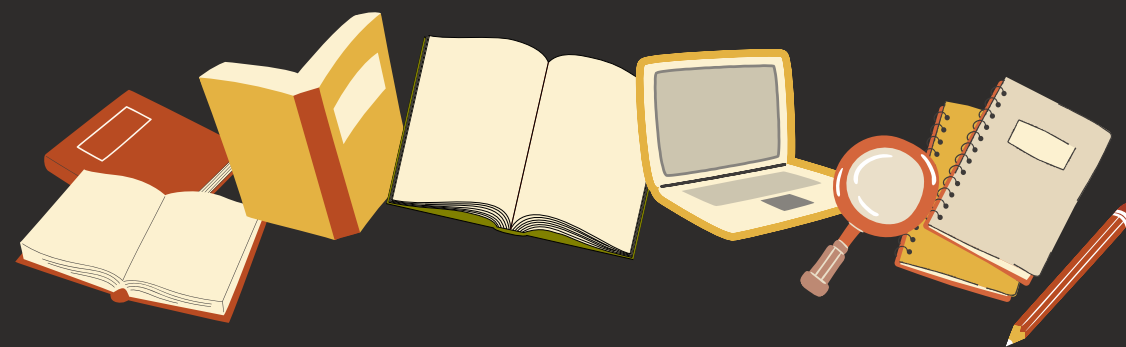
2.

- Em resumo, o cérebro não apenas reage à linguagem, mas antecipa constantemente a estrutura e o significado, gerando sinais de erro (como N400 e P600) quando suas expectativas são frustradas.

Um N400 pode ocorrer nos casos usuais. A teoria da memória semântica defende que o N400 reflete a ativação de um item lexical; ele é maior para palavras imprevisíveis porque é necessário mais ativação para palavras que ainda não foram pré-ativadas.

A ideia principal é que o N400 não reflete a correspondência (ou não correspondência) da previsão em si, mas sim o que o cérebro faz depois que uma previsão falha.

Portanto, se uma previsão for violada, o cérebro pode precisar ativar outros itens lexicais, o que leva a um sinal N400. Porém, por vezes, diante da violação da predição, em vez de reativar itens lexicais, por exemplo, talvez o cérebro possa alterar a sintaxe, para acomodar, na frase, as palavras que ela já ativou.



Referências de complementação:

KENEDY, Eduardo; OTHERO, Gabriel de Ávila Othero. *A noção de constituintes*. Para conhecer Sintaxe. São Paulo: Contexto, 2018. p. 11-26.

TRASK, R. L. *Argumento*. In: Dicionário de Linguagem e Linguística. São Paulo: Contexto, 2015. p. 39.



Gratidão

