

O papel da prosódia no processamento mental de frases: teste perceptivo de *Self-Paced Listening* em Português Europeu

Aline Alves Fonseca

Programa de Pós-graduação em Estudos Linguísticos FaLe/UFMG
Belo Horizonte, Brasil
alineafon@yahoo.com.br

Resumo — Nossa pesquisa examina a realização prosódica, em Português Europeu, de sentenças com ambiguidades estruturais temporárias, conhecidas na literatura psicolinguística como sentenças *Garden-Path*. Em um teste perceptivo, do tipo *self-paced listening*, analisamos os efeitos da marcação prosódica na estruturação sintática das sentenças. Com respeito à análise prosódica, investigamos, em particular, a estruturação da sentença em constituintes prosódicos, a marcação entoacional e os efeitos de alongamento duracional que acontecem na parte final dos sintagmas entoacionais, na porção ambígua das sentenças.

Palavras-chave - prosódia, entonação, parsing, ambiguidade, psicolinguística, sentenças *Garden-Path*.

I. INTRODUÇÃO

Nosso trabalho analisa a realização prosódica, em Português Europeu (PE), de frases com ambiguidades estruturais temporárias, conhecidas na psicolinguística como sentenças *Garden-Path* [5]. Tais estruturas possuem um SN em posição ambígua que pode ser erroneamente interpretado como Objeto Direto do verbo antecedente, mas que é, na verdade, Sujeito do verbo seguinte, como em:

- (1) Enquanto Gil caçou os coelhos correram pelo bosque com medo.
- (2) A Maria convidou o João e o Pedro foi comer o almoço noutro lado.

Na primeira leitura em voz alta das frases, sem que se tenha havido um contato anterior ou uma leitura prévia, os leitores tendem a realizar uma fronteira de sintagma entoacional (doravante I) logo após o SN ambíguo (sublinhado), ligando-o como objeto direto do verbo precedente. Este efeito de aposição errada é chamado efeito *Garden-Path* (GP) e é previsto, sobretudo, pelo princípio sintático *Late Closure* (LC), usado pelo nosso processador mental de sentenças (*parser*). O Princípio *Late Closure* prevê que os novos elementos que vão sendo encontrados em uma sentença devem ser apostos ao sintagma que estiver sendo correntemente processado.

Na segunda leitura da sentença, os leitores fazem a reanálise do material sintático, pois percebem que o SN ambíguo não pertence ao SV anterior. Na realização sonora, fazem o fechamento antecipado do SV, sem a inclusão do SN, produzindo uma fronteira de I logo após o verbo. Desta

maneira, o SN ambíguo fica livre da associação com o verbo precedente e pode ser aposto, acertadamente, como argumento externo do verbo que se segue.

Os aspectos prosódicos, tanto da leitura errônea (que chamaremos de Leitura GP) quanto da leitura de Reanálise de um conjunto experimental de 24 sentenças do tipo *Garden-Path* foram analisados a partir de um teste de produção com 12 informantes do PE (falantes nativos de Lisboa). As sentenças foram criadas em Português Brasileiro (PB), baseadas em [9], e, posteriormente, adaptadas para o PE. Seleccionamos, dentre as leituras, um par de leitura para cada frase, somando um total de 48 sentenças analisadas acusticamente. Os parâmetros utilizados na análise acústica foram: a divisão em constituintes prosódicos hierárquicos como em [7] e [6], a marcação entoacional como em [8], [12] e [6], e os efeitos de duração associados à fronteira de I que se forma no trecho ambíguo como em [6]. Após o teste de produção e com base nos resultados encontrados (que serão expostos na próxima seção), realizamos um teste de percepção com a metodologia de testes psicolinguísticos chamada *self-paced listening*. Nesta metodologia, as frases experimentais são divididas em trechos e os ouvintes são expostos aos trechos consecutivamente até que a frase completa seja ouvida. Para ouvir cada trecho, o informante deve acionar um botão de comando, o tempo de reação (o tempo que o informante gasta para acionar o botão e “chamar” o trecho) é computado pelo programa. No fim de cada frase, o informante deve ainda responder uma pergunta de compreensão sobre a frase que acabou de ouvir. A taxa de acerto e o tempo gasto nas respostas também foram computados. Os resultados do teste de percepção apontam para um atraso no tempo de reação dos informantes às frases em que a prosódia é incongruente com a estrutura sintática.

Os resultados que serão aqui discutidos corroboram a *The Rational Speaker Hypothesis (RSH)*, proposta por [2], [3] e [4] que afirma: os falantes são conscientes na execução prosódica e empregam a entonação de maneira consistente com a intenção da mensagem e, os ouvintes interpretam a entonação assumindo que o falante não fez tal escolha prosódica sem razão.

Feita esta breve introdução do trabalho, passaremos às metodologias, aos resultados e análises e às conclusões preliminares.

II. O TESTE DE PRODUÇÃO

Verificamos que a realização prosódica das leituras GP e de reanálise, no PE, diferem entre si, principalmente, no que diz respeito ao local da marcação da fronteira de I e no número de acentos de sintagmas fonológicos (ϕ) atribuídos. Na leitura GP, o acento tonal H+L* recai sobre a sílaba tônica do SN ambíguo (95% de ocorrência) e é seguido por um tom fronteira do tipo H% (72,7% de ocorrência). Os informantes realizaram cerca de 31 acentos de ϕ . Na leitura de reanálise, o acento tonal H+L* recai sobre a sílaba tônica do primeiro verbo (a ocorrência deste acento cai para 72,7%) e é seguido por um tom fronteira H% (a ocorrência se mantém, 72,7%). O número de acentos de ϕ também cai, ocorrendo 19 vezes.

Com relação aos dados duracionais, procedemos à medição das sílabas tônicas e pós-tônicas em posição de fronteira final de I. Para este procedimento, as medições de duração foram feitas comparando a ocorrência da sílaba em questão em posição de fronteira e não-fronteira, proporcionalmente a um trecho idêntico da frase em sua primeira e segunda leitura. Vejamos o exemplo:

(3) Leitura GP: [Depois de comerem] os morangos /₁ T%... VS. Leitura Reanálise: [Depois de comerem] /₁ T% os morangos...

No exemplo (3) as sílabas sublinhadas foram medidas na leitura GP quando estas estavam em posição de não-fronteira *versus* na leitura de reanálise quando ocupavam a posição de fronteira de I. Por se tratar de leitores diferentes, medidos a duração das sílabas (sublinhadas) em milissegundos (ms) e consideramos o tamanho percentualmente em relação ao trecho marcado por []. Os parâmetros de medição de duração aqui utilizados foram baseados no trabalho de [6]. Com relação ao alongamento dos elementos em posição final de fronteira de I, obtivemos resultados diferentes dos achados de [6], que encontrou um alongamento significativo na sílaba tônica em posição de fronteira de I, e um alongamento significativo da sílaba pós-tônica somente quando essa é seguida de pausa. Em nosso estudo, encontramos uma média de duração significativamente maior somente para as sílabas pós-tônicas (média Pos-T front.: 16,29% – média Pos-T não-front.: 9,06% / Teste T das médias de %, $p= 0,001$) independentemente da ocorrência de pausas. Atribuímos a diferença encontrada entre os dados de [6] e os nossos à natureza do material em estudo. A pesquisa de [6] analisou sentenças declarativas não focalizadas e fez tais medições para caracterizar a ocorrência de fronteiras de ϕ e I no PE. Por outro lado, nossa pesquisa analisou sentenças que possuem uma ambiguidade estrutural e que parecem precisar de uma espécie de “reforço prosódico” para que sejam corretamente interpretadas pelos ouvintes. Pudemos observar que o alongamento da sílaba pós-tônica em posição de fronteira de I não sofre alterações da primeira para a segunda leitura e que trata-se de um elemento robusto na marcação dessa fronteira.

Com os dados obtidos, concluímos que os falantes marcam prosodicamente a interpretação que projetam para uma dada estrutura sintática, principalmente usando o alongamento duracional como marcador efetivo da fronteira de I.

III. O TESTE PERCEPTIVO *SELF-PACED LISTENING*

Uma vez constadada as diferenças prosódicas na mudança de interpretação dos leitores, partimos para a aplicação de um teste perceptivo para verificarmos se a prosódia na leitura de sentenças ambíguas do tipo *Garden-Path* pode conduzir a interpretação de ouvintes quanto a estruturação sintática das sentenças. A técnica experimental adotada foi a chamada *Self-paced Listening*. Essa técnica é uma variação auditiva da conhecida metodologia experimental das tarefas de *Self-paced Reading*. Os autores de [10] em “*Language processing*” fazem uma breve revisão de vários tipos de tarefas e paradigmas experimentais usados na psicolinguística. Os autores descrevem que na técnica de *Self-paced reading* ou *listening* o pesquisador controla a quantidade de texto (escrito ou falado) que o informante pode ver/ouvir de cada vez (palavra por palavra ou sintagmas, ou trechos de sentenças determinados...), essa quantidade de texto é estabelecida em função do tópico que está em investigação. Quando o informante termina de ler/ouvir um trecho, ele aciona um botão e o próximo trecho é apresentado. O programa usado na apresentação da tarefa registra o tempo gasto pelo informante para acionar o botão e “chamar” o trecho seguinte. A tarefa pode ser do tipo cumulativa - o material que já foi lido pelo informante pode ser mantido na tela até o fim da sentença - ou não cumulativa - o material já lido desaparece quando o informante “chama” o próximo trecho. Essa diferença metodológica também depende dos interesses da pesquisa, mas, a grande maioria das tarefas com *self paced reading* já descritas são não cumulativas. Uma das críticas feitas ao método, não só por [10], é sobre a falta de naturalidade gerada pela segmentação do texto (seja escrito ou falado). Os pesquisadores afirmam que a leitura nas tarefas de *self-paced*, em geral, são mais lentas e que os leitores podem desenvolver diferentes estratégias de compreensão para esse tipo de tarefa. Apesar das críticas referentes à naturalidade das produções segmentadas em tarefas de *self-paced listening*, justificamos a escolha dessa técnica experimental por acreditarmos que o fato de a segmentação feita para a tarefa coincidir ou não com a segmentação prosódica natural da leitura da sentença poderá acarretar em resultados positivos quanto à percepção dos ouvintes.

Criamos um *corpus* com 75 frases ambíguas divididas em 3 condições experimentais (EC, SW e LC) e realizadas em duas leituras diferentes: (i) a prosódia é incongruente com a estrutura sintática (Leitura GP) e (ii) a prosódia é congruente com a sintaxe (Leitura Reanálise). Vejamos alguns exemplos (o símbolo /% mostra a mudança da fronteira prosódica de I da leitura GP para a leitura de reanálise e as “/” mostram a divisão das frases nos fragmentos que foram apresentados aos ouvintes e o fragmento sublinhado é o fragmento crítico):

(4a) Enquanto Gil caçava/ os coelhos %I/ correram pelo bosque/ com medo. (Frase EC - Leitura GP)

(4b) Enquanto Gil caçava %I/ os coelhos / correram pelo bosque/ com medo. (Frase EC - Leitura Reanálise)

(5a) Enquanto Gil caçava/ o tractor %I/ bloqueava a passagem/ da Quinta. (Frase SW - Leitura GP)

(5b) Enquanto Gil caçava %I/ o tractor/ bloqueava a passagem/ da Quinta. (Frase SW - Leitura Reanálise)

(6a) Enquanto Gil caçava %I/ os coelhos/ acertou no cachorro/ do vizinho. (Frase LC - Leitura “GP”)

(6b) Enquanto Gil caçava/ os coelhos %I/ acertou no cachorro/ do vizinho. (Frase LC - Leitura “Reanálise”)

As frases experimentais foram lidas por uma leitora portuguesa fonologicamente treinada para marcar os dois tipos de leituras com pistas prosódicas similares às encontradas nas leituras espontâneas do teste de produção. As frases na condição EC (exemplos 4a e 4b) são assim chamadas porque precisam de uma fronteira antecipada (*Early Closure*) para que a ambiguidade não ocorra; as frases SW (*Semantic Weak*) (exemplos 5a e 5b) possuem um SN semanticamente incompatível com a posição de OD do primeiro verbo e são, portanto, menos ambíguas do que as frases EC, aquelas possuem uma ambiguidade apenas estrutural enquanto estas são semântica e sintaticamente ambíguas; e as frases LC (*Late Closure*) (exemplos 6a e 6b) não são ambíguas, o SN é o OD do verbo precedente, e a posição de sujeito é preenchida pelo sujeito da primeira oração que está elíptico. Esta terceira condição (Frases LC) foi criada para testar a magnitude do efeito da estruturação prosódica na estruturação sintática, uma vez que temos a prosódia incongruente conduzindo o *parser* em uma antecipação da fronteira sintática que contraria a estrutura *default* e o princípio de processamento *Late Closure*.

Em hipótese, se a prosódia conduzir a concatenação sintática das sentenças no momento do processamento, o tempo de reação ao fragmento crítico (tempo que o ouvinte vai demorar para acionar o botão de comando e chamar o fragmento seguinte ao trecho sublinhado nos exemplos de 4 a 6) será maior na audição dos fragmentos críticos da leitura GP do que na audição dos fragmentos da leitura de reanálise. Isso porque a fronteira de I após o SN faz com que este elemento seja apostado ao verbo do primeiro fragmento como seu OD, quando o leitor se deparar com um verbo sem sujeito no fragmento crítico, terá que refazer a estrutura sintática (que foi direcionada pela prosódia) e desligar o SN do primeiro fragmento para poder interpretá-lo como sujeito do verbo presente no fragmento crítico. Nosso experimento foi aplicado, individualmente, a 60 informantes portugueses que ouviam cada trecho das frases com fones de ouvido do tipo concha e “chamavam” o trecho seguinte acionando um botão de comando em um *joystick* ligado a um *notebook*. Na montagem e aplicação do experimento utilizamos o programa DMDx para estudos psicolinguísticos.

IV. RESULTADOS DO SELF-PACED LISTENING

Vejamos abaixo um resumo das médias dos tempos de reação (TR) ao fragmento crítico, no teste perceptivo SPL, separados pelas 3 condições de teste e pelas 2 leituras:

TR (tempo de reação) do Fragmento Crítico - Condições GP, SW e LC			
Condição (EC, SW e LC) e Leitura (GP ou Re)	Médias de TR (ms)	Diferença médias (GP-Re)	p (anova)
Cond.EC – Leitura GP	1446,4	75,79	0,013
Cond. EC – Leitura Re	1370,61		

Cond.SW – Leitura GP	1399,71	41,3	0,155
Cond. SW– Leitura Re	1358,41		
Cond. LC – Leitura “GP”	1480,99	141,41	0,001
Cond. LC – Leitura “Re”	1339,58		

A diferença positiva e estatisticamente significativa para as médias de tempo de reação (TR) das frases nas condições EC e LC, nas leituras GP e de reanálise, mostram-nos que a marcação prosódica feita na leitura de reanálise atuou no momento do processamento evitando a entrada do ouvinte no efeito *Garden-Path*, diminuindo o tempo de reação ao fragmento crítico. Por outro lado, a marcação prosódica da leitura GP fez com que os ouvintes cometessem um engano na concatenação sintática das sentenças, acarretando a necessidade de reanálise da estrutura para sua compreensão, consequentemente, acarretou em um tempo maior de reação ao fragmento crítico. Para a condição SW (*Semantic Weak*) a diferença não significativa entre as médias de TR do fragmento crítico era esperada, pois nesta condição acontece uma antecipação da desambiguação da sentença causada pela incompatibilidade semântica entre o SN ambíguo e o verbo precedente.

Com relação às respostas de fim de frase, encontramos dados interessantes que, apesar de serem dados *off-line*, corroboram a hipótese de que a incongruência entre a estrutura prosódica e sintática dificulta e atrasa a compreensão das sentenças pelos ouvintes. Vejamos abaixo a taxa de erro encontrada e um quadro resumo dos testes estatísticos para o TR na resposta, nas 3 condições:

Taxa de erro por Condição	Leitura GP (% erro)	Leitura Reanálise (% erro)
Frases EC	67/79 (84,8%)	12/79 (15,2%)
Frases SW	34/43 (79%)	9/43 (20,1%)
Frases LC	62/76 (81,6%)	14/76 (18,4%)
Totais	163/198 (82,3%)	35/198 (17,7%)

A taxa de erro para as perguntas de fim de frase é baixa, cerca de 13,2% (198 respostas erradas em 1500 respostas). Esse resultado era esperado, uma vez que a ambiguidade presente nas frases é apenas temporária, ou seja, no fim da frase o informante torna-se consciente da interpretação correta para a sentença. No entanto, se analisarmos somente a porcentagem de respostas erradas (veja tabela acima), veremos que cerca de 82,3% (163 respostas em 198) acontecem na audição da leitura GP. Ou seja, a incongruência entre a estrutura prosódica e sintática dificulta a compreensão global das sentenças, provocando uma maior taxa de erro nesta condição.

Com relação ao tempo de reação na pergunta de fim de frase, temos, também, um atraso na compreensão provocado pela incongruência prosódia/sintaxe. Vejamos o quadro:

TR Resp. Condição GP			
(I) Condição (J) Condição	Médias de TR (ms)	Diferença das médias(I-J)	p-valor (anova)
Cond.EC – Leitura GP	3030,03	661,1	0,001
Cond. EC – Leitura Re	2368,93		
Cond.SW – Leitura GP	2764,97	167,49	0,134
Cond. SW– Leitura Re	2597,48		
Cond. LC – Leitura “GP”	2930,48	286,83	0,026
Cond. LC – Leitura “Re”	2643,61		

Dentre as respostas corretas, cerca de 1300 dados, temos que o tempo de reação para responder à tarefa de compreensão das frases na leitura GP (nas condições Ec e LC) é estatisticamente maior do que na reação às frases lidas em reanálise. Quanto à condição SW, mais uma vez, a diferença entre os tempos de reação não é estatisticamente significativa. Para esta condição temos mais um fator de incompatibilidade: o fator semântico. A incompatibilidade semântica gera uma antecipação da desambiguação da sentença, afetando os tempos de reação.

V. CONCLUSÕES

A partir do teste de produção, podemos concluir que os falantes de PE, assim como os falantes de outras línguas já testadas como o inglês americano em [3] e [4] e o alemão em [1] e [11], marcam prosodicamente a interpretação que projetam para uma dada estrutura sintática. Nesta marcação prosódica, não encontramos diferenças de natureza tonal entre a leitura *Garden-Path* e a leitura de Reanálise, as duas leituras se diferem apenas na localização da fronteira, ou seja, a fronteira final de sintagma entoacional marca a extensão do constituinte sintático, marcando consequentemente o papel sintático do SN (se OD do verbo precedente ou Suj. do verbo seguinte). Com relação às pistas prosódicas duracionais, vimos que o alongamento da sílaba final de I parece ter um papel fundamental numa marcação clara da fronteira deste constituinte, sendo que este alongamento acontece na última sílaba do constituinte, ou seja, na sílaba que recebe o tom fronteira e não na sílaba que recebe o acento tonal, como previsto por outros autores, como em [6]. Esta achado experimental pode estar relacionado com as diferenças de materiais em análise nos trabalhos de [6] e nos aqui analisados. Nosso material é composto por frases com ambiguidades estruturais e precisam de um certo “reforço” prosódico para serem bem compreendidas, já as frases estudadas por [6] são declarativas neutras e foram analisadas com o intuito de caracterizar as propriedades dos constituintes prosódicos I e ϕ no PE.

Os resultados encontrados no teste perceptivo *Self-paced Listening* confirma a hipótese da influência da prosódia na

concatenação sintática feita pelo *parser* no momento do processamento. Sobretudo os achados para as frases da condição LC. Nesta condição, a prosódia conduz o *parser* em uma antecipação da fronteira sintática que contraria a estrutura *default* e o princípio de processamento *Late Closure*.

A incongruência semântica nas frases da condição SW antecipou a desambiguação das sentenças, mas não foi capaz de impedir a concatenação sintática do SN por *Late Closure* quando a prosódia conduzia para tal.

Os resultados corroboram nossa proposição de que a prosódia empregada na leitura de sentenças com ambiguidades estruturais, como as sentenças *Garden-Path* aqui estudadas, é correntemente ativada no *input* do processamento mental, levando os ouvintes a construir a sintaxe da estrutura a partir dos dados prosódicos disponíveis.

Nossos resultados corroboram a *The Rational Speaker Hypothesis*, proposta por [2], [3] e [4] que afirma: os falantes são conscientes na execução prosódica e empregam a entoação de maneira consistente com a interpretação que dão às sentenças e, os ouvintes interpretam a entoação assumindo que o falante não fez tal escolha prosódica sem razão.

REFERÊNCIAS

- [1] M. Bader. Prosodic Influences on Reading Syntactically Ambiguous Sentences. In: J. D. Fodor & F. Ferreira. (orgs) *Reanalysis in Sentence Processing*. Dordrecht: Kluwer Academic Press. 1998. p. 01-46
- [2] K. Carlson, C. Clifton Jr. & L. Frazier. Prosodic boundaries in adjunct attachment. *Journal of Memory and Language*, 45. 2001. pp. 58-81.
- [3] C. Clifton Jr., K. Carlson, & L. Frazier. Informative prosodic boundaries. *Language & Speech*, v.45. 2002. p. 87-114.
- [4] C. Clifton Jr., K. Carlson, & L. Frazier. Tracking the what and why of speakers' choices: Prosodic boundaries and the length of constituents. *Psychonomic Bulletin & Review*. v.13. 2006. p. 854-861.
- [5] L. Frazier. *On comprehending sentences: Syntactic parsing strategies*. 1979. PhD dissertation, University of Connecticut.
- [6] S. Frola. Prosody and focus in European Portuguese. Phonological phrasing and intonation. New York: Garland Publishing. 2000.
- [7] M. Nespor & I. Vogel. *Prosodic Phonology*. Dordrecht-Holland: Foris Publications. 1986.
- [8] J. Pierrehumbert. *The Phonology and Phonetics of English Intonation*. 1980 PhD Thesis, MIT.
- [9] A. J. C. Ribeiro. *Late Closure em parsing no Português do Brasil*. 2004. Tese de Doutorado - Universidade Federal do Rio de Janeiro, Rio de Janeiro.
- [10] K. Rayner., & C. Clifton Jr. Language processing. In: D. Medin. (Volume Editor) Stevens. *Handbook of Experimental Psychology: Memory and Cognitive Processes*. Third Edition: Volume 2. New York: John Wiley and Sons, Inc. Copyright John Wiley & Sons, Inc. 2002. pp 261-316.
- [11] K. Steinhauer & A. D. Friederici. Brain potentials indicate immediate use of prosodic cues in natural speech processing. *Nature Neuroscience*, 2(2), 1999. pp 191-196.
- [12] M. Vigário. *Aspectos da Prosódia do Português Europeu: estruturas com advérbio de exclusão e negação frástica*. Braga: Universidade do Minho/CEHUM. 1998.