

EDSON FRANÇOZO

CORRELATOS ELETROENCEFALOGRAFICOS DA ESTRUTURA INFORMA-
CIONAL DE SENTENÇAS DO PORTUGUÊS.

Tese apresentada ao Instituto de
Biologia da Universidade Estadual
de Campinas, para a obtenção do
título de MESTRE em Biologia na
área de Fisiologia e Biofísica.

CAMPINAS
-1979-

UNICAMP
BIBLIOTECA CENTRAL

ÍNDICE

	Pg.
INTRODUÇÃO	01
1. Estrutura Informacional da Frase	01
2. Estrutura Intonacional e Processamento Neural	06
3. Respostas Eletroencefalográficas Correlatas a Fun- ções Linguísticas	10
MÉTODO	14
1. Sujeitos	14
2. Material	14
3. Procedimento	20
RESULTADOS	23
DISCUSSÃO	32
RESUMO E CONCLUSÕES	42
APÊNDICE	45
REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS	46

INTRODUÇÃO

Entre as múltiplas funções, lingüisticamente relevantes ou não, que a intonação pode desempenhar na interação conversacional, ressalta-se o fato de poder carrear o que tem sido habitualmente chamado de estrutura informacional da sentença, ou seja, a oposição entre informações novas e dadas. O processamento de informações é uma das atribuições básicas do sistema nervoso de animais em qualquer ponto da escala zoológica, e a neurofisiologia da cognição e do processamento de informações tem sido alvo de muito interesse e investigações recentemente. O objetivo do presente trabalho é relatar um experimento preliminar que procura estabelecer a existência de correlatos eletroencefalográficos da intonação, indicar a possível correlação entre a estrutura informativa carregada por ela e respostas evocadas no eletroencefalograma e, finalmente, avaliar a relevância lingüística dessa correlação.

1. Estrutura Informacional da Frase

Entre as várias funções que HALLIDAY (1967 ,

1970) discute com relação a sentenças, a estrutura informa
cional constitui-se pela oposição entre as informações que
o falante julga não recuperáveis textual ou situacionalmen
te por seu interlocutor (elemento novo) e as que ele julga
recuperáveis (elemento dado). O foco da unidade informati
va é a atribuição pelo falante do maior valor relativo a
um ponto dela, a saber, a informação nova. A estrutura in
formacional em português, como em várias outras línguas ,
pode ser realizada pela intonação. Nessa instância, o gru
po tonal (conforme definido em HALLIDAY, 1973) corresponde
à unidade informativa, sendo que ao segmento tônico dessa
unidade corresponde o novo e ao pré-tônico, opcional, cor
responde o dado. O critério para se conhecer o domínio ou
extensão do elemento novo consiste em identificar o consti
tuinte de nível superior onde a sílaba tônica é a última
acentuada. Assim, da mesma forma que a unidade intonacio -
nal é descrita pela sequência (pré-tônico) tônico, a unida
de informacional pode ser descrita pela cadeia (dado) no
vo, onde as expressões entre parênteses são consideradas
opcionais.

Usando-se as noções acima esquematizadas e

a notação intonacional proposta por HALLIDAY*, podemos analisar a sentença (1) como segue:

(1) //Haroldo tem estado doente//
 estr. intonacional pré-tônico /tônico
 estr. informacional dado /novo

No exemplo acima, a sentença coincide com o grupo tonal (unidade intonacional). No entanto, como se pode ver em (2), este não é sempre o caso:

(2) //O Haroldo // tem estado doente//.
 estr. informacional novo / dado /novo

Neste caso, tem-se dois grupos intonacionais, e consequentemente duas unidades informativas. Além disso, na primeira unidade, o elemento dado, opcional por definição, não está presente. Obviamente, o valor pragmático de (2) é di-

* Há diversos sistemas de representação das características intonacionais de sentenças. Por uma questão de uniformidade utilizar-se-á, ao longo deste trabalho, aquela proposta por HALLIDAY, embora os diversos autores citados possam utilizar-se de outro sistema descritivo.

ferente do de (1).

Os linguistas do Círculo de Praga (DANES̃ , 1972; SGALL, HAJIČOVÁ e BENEŠOVÁ, 1973) tem também estudado a estrutura de informação em termos de uma articulação entre tópico e comentário (*Topic-Comment Articulation* - TCA). Uma propriedade básica da comunicação é a de que o falante, por meio de uma sentença declarativa, diga algo sobre alguma coisa ou alguém, na tentativa de fazer com que seu interlocutor modifique pontos da informação estocada em sua memória. Como a memória humana é um vasto domínio estruturado, a efetividade da comunicação estará garantida se o falante escolher e marcar algum ponto dessa estocagem que ele presume tenha sido salientado pela situação ou contexto, e a ele ligar os novos elementos ou novas relações entre os elementos. Assim, o tópico, aquilo de que se fala, é visto como a informação em grande medida ativada pelo contexto, e, nesse passo, contexto-dependente (*contextually bound*).

A articulação entre o tópico e o comentário é garantida no fenômeno da comunicação pelo grau relativo de Dinamismo Comunicativo (*Communicative Dynamism* - CD) que cada elemento da frase carrega. O grau de CD de um ele

mento consiste na medida relativa em que ele pode fazer com que a comunicação avance. Isto implica, como aliás o reconhecem os linguistas checos, encarar a comunicação como um fenômeno essencialmente dinâmico e, em função disso, encarar o binômio tópico-comentário não como um par de unidades discretas opostas, mas sim como os extremos de um contínuo. Como consequência dessa postura, pelo menos para frases mais complexas ter-se-iam elementos de transição entre tópico e comentário, cujo grau de CD estaria localizado em algum ponto entre os extremos da escala. Tipicamente, aspectos modais e temporais de verbos seriam portadores de graus intermediários de CD; no exemplo da frase (1), teríamos:

	(1)	//Haroldo	tem estado	<u>doente</u> //
<u>TCA</u>		tópico	transição	comentário

A marca da função comunicativa dos elementos numa frase é dada ou por mecanismos intonacionais ou por alterações na ordem das palavras (caso específico da língua checa), e tem influência sobre a estrutura gramatical da sentença, no caso da determinação da voz verbal (a passiva permite

topicalizar o paciente da ação descrita pelo verbo).

O exame da organização da frase como mensagem trocada entre os participantes do ato de comunicação parece evidenciar que fenômenos cruciais da sua estrutura, como por exemplo a ordem de palavras em língua como checo, a escolha do padrão intonacional, a pronominalização, etc., dependem, entre outras, da estrutura informacional do discurso. Além disso, esse exame permite perceber que a esse nível a análise linguística aproxima-se bastante de suas fronteiras com as outras ciências do homem, principalmente ao recorrer a conceitos como memória, situação social de comunicação, etc. Essas relações interdisciplinares tem sido reconhecidas e sancionadas no âmbito do pensamento linguístico contemporâneo, como é o caso da sociolinguística, da psicolinguística e da neurolinguística, esta última preocupando-se ou com os aspectos patológicos ou com o processamento neural da linguagem em humanos normais.

2. Estrutura Intonacional e Processamento Neural

A idéia de que a intonação está envolvida de

alguma forma com o processamento neural da linguagem tem sido bastante explorada principalmente por foneticistas e pesquisadores na área da psicolinguísticas. Em geral, os estudos dessa natureza apontam para duas funções da intonação no processamento lingüístico; de um lado, parece existir um bom corpo de evidências que indicam que a unidade intonacional é processada como um todo pelo Sistema Nervoso Central (SNC); de outro, existem indicações de que o segmento tônico da unidade intonacional tem papel importante na compreensão da linguagem, dirigindo a atenção do ouvinte para os elementos potencialmente mais importantes da frase.

GLANZER (1976), estudando a memória verbal, indicou que o agrupamento intonacional de palavras melhora sensivelmente a recuperação de itens da memória de curto-prazo e o agrupamento intonacional de palavras relacionadas semanticamente entre si melhora a recuperação de itens da memória de longa duração. Como conclusão, GLANZER indica que a intonação parece estabelecer pelo menos as unidades iniciais do processamento neural da linguagem.

LAYER (1970), revendo estudos sobre a produ

ção da fala, indica que cinco funções neurolinguísticas devem ser satisfeitas para que a fala seja produzida: idea-ção, que determina o conteúdo semântico a ser transmitido; estocagem das informações linguísticas que o falante possui; programação e planejamento da fase neuromuscular da fonação; execução do programa neuromuscular e, finalmente, monitoração do que está sendo falado, para detecção e correção de erros. Com relação à terceira fase, programação, há evidências de que a unidade intonacional, o grupo tonal conforme de HALLIDAY (1973), é a unidade usual da pré-pre-paração linguística da fala. O primeiro grupo dessas evidências vem da observação da fala contínua isenta de erros que indica que escolhas intonacionais e até mesmo sintáticas da parte inicial do grupo tonal podem depender de esco-lhas feitas para a parte final, isto é, a parte tônica. Um segundo grupo de evidências é dado pela ocorrência predizí-vel e não aleatória (FROMKIN, 1973) dos chamados *lapses - linguae*. BOOMER e LAVER (1968), analisando as falhas envol-vidas com segmentos representando fonemas, notaram que a perturbação do segmento em questão pelo interferente lo-calizavam-se usualmente no interior de um único grupo tonal, raramente ultrapassando a barreira entre grupos to-

nais diferentes. Notaram também esses autores que as falhas quase sempre envolviam a sílaba tônica (ou a palavra em que a sílaba tônica ocorria) como a localização usual do segmento interferente. Eles comentam que falhas típicas geralmente envolvem interferência da sílaba tônica antes que ela seja enunciada.

Finalmente, CUTLER e FOSS (1978) estudaram o tempo de reação ao fonema inicial de palavras, tônicas e não tônicas, incluídas em um contexto frasal. Os resultados desse estudo mostram que o tempo de reação para itens tônicos é menor que o tempo de reação a itens não tônicos, e indicam que o segmentoônico tem importância no processamento diferenciado de partes da sentença. Adicionalmente, esses autores argumentam que o fato de que o tempo de reação a itens acentuados no final da frase é menor do que a itens iniciais indica uma certa predição da localização do acento. Este último argumento sugere a idéia de que a existência de uma unidade cujo padrão seja predizível tem papel importante no processamento neural da linguagem.

3. Respostas Eletroencefalográficas Correlatas a Funções Lingüísticas.

Em 1875, RICHARD CATON, um médico inglês, relatou as primeiras observações a respeito de atividade elétrica gravada a partir da superfície exposta do cérebro de coelhos e macacos (LINDSLEY e WICKE, 1974). Ele foi o primeiro a observar dois tipos de ondas elétricas cerebrais: a primeira é hoje conhecida como potencial evocado e a segunda é a atividade elétrica espontânea, cujo registro é hoje conhecido como eletroencefalograma (EEG). Meio século passou-se entre as observações de CATON e a descoberta de ondas cerebrais em humanos pelo psiquiatra alemão HANS BERGER (KILOH, McCOMAS e OSSELTON, 1976). O progresso tecnológico representado pelo uso de amplificadores eletrônicos permitiu a BERGER gravar as flutuações elétricas diretamente do couro cabeludo por meio de macroeletrodos embebidos em solução salina.

A tentativa básica dos investigadores que se utilizam do EEG é entender como o sistema nervoso central funciona, isto é, como grupos de unidades funcionais interagem no cérebro. O objetivo desses estudos é estabelecer

os correlatos eletrofisiológicos da percepção, do comportamento e de estados patológicos. A investigação que se utiliza de potenciais evocados, por sua vez, apresentando estímulos sensoriais tenta encontrar correlações entre parâmetros do estímulo sensorial e parâmetros do padrão de ondas do potencial evocado (CHILDERS, 1977). JOHN e SCHWARTZ (1978) arrolam uma vasta bibliografia que permite indicar que as porções mais tardias do potencial evocado não são determinadas apenas por parâmetros físicos do estímulo, mas refletem reações subjetivas e estágios do processamento de informações relacionados ao significado ou à relevância do estímulo. Uma visão geral das linhas de pesquisas atuais é fornecida por esses autores e engloba os seguintes fenômenos: alerta, habituação, desabituação, atenção, componente P300, detecção, processamento de informação, expectativa, significação e especialização hemisférica.

O estudo dos correlatos eletroencefalográficos da linguagem tem recebido grande impulso recentemente. BROWN, MARSH e SMITH (1973) analisando o potencial evocado eliciado pelas palavras duck e fire em frases em que essas palavras tinham significados semânticos e sintá

ticos diferentes, relatam uma tendência significativa para o aparecimento de padrões de onda dissemelhantes na região da área de Broca. Diferenças similares também foram comunicadas (BROWN, MARSH e SMITH, 1976) para uma única frase ambígua (*It was /led/*) que se tornava clara ao instruir - se o sujeito para visualizar /led/ como um nome ou como verbo logo antes da apresentação de cada bloco de estímulos. Os autores interpretam esses resultados como evidência de um potencial evocado correlato ao significado contextual de palavras. Também MEGELA, TEYLER e HESSE (1977), ao estudarem estímulos linguísticos em paradigmas de habituação, notaram que os componente tardios de potenciais evocados obtidos da área temporoparietal esquerda (área de Wernicke) eram sensíveis ao significado do estímulo. CHAPMAN, McCRARY , CHAPMAN e BRAGDON (1978) estudaram os potenciais evocados por palavras apresentadas visualmente tendo em vista a hipótese de que os componentes eletrofisiológicos comuns às palavras de uma dada classe semântica devem ser preservados pela promediação de potenciais evocados. Os resultados desse estudo confirmam a hipótese e indicam que a representação neural do significado linguístico pode ser semelhante para indivíduos diferentes já que houve conside

rável semelhança entre os potenciais evocados dos sujeitos desse estudo. Finalmente, ROTH, KOPELL e BERTOZZI (1970) ocuparam-se dos efeitos de mudanças de atenção ao estímulo lingüístico e concluíram que as variações de atenção produziram diferenças no padrão de onda do potencial evocado. Essas diferenças eram ideossincráticas, aparecendo usualmente na região inicial ($N_1 - P_2$) da resposta evocada.

MÉTODO

1. Sujeitos

Trinta falantes nativos do Português apresentaram-se voluntariamente para as sessões experimentais. Todos os sujeitos tinham idade superior a dezoito anos e eram alunos, professores ou funcionários do Departamento de Fisiologia e Biofísica da UNICAMP. Nenhum deles reportou deficiências auditivas ou distúrbios da fonação. Apenas uma das voluntárias comunicou um problema neurológico na infância sendo que, no entanto, nenhum sinal de disfunção cerebral pode ser identificado nas duas derivações do EEG usadas no experimento.

2. Material

Usou-se neste trabalho um pequeno texto jornalístico e um conjunto de cinco sentenças lidos por um falante nativo do português. O texto (veja Apêndice) era uma chamada de primeira página de um artigo de fundo de uma

edição dominical do jornal "O Estado de São Paulo". Este texto, que foi lido da maneira menos tensa possível, visava acostumar o sujeito às características individuais da voz do locutor.

Gravou-se repetidas vezes o texto e cada uma das frases em um gravados AKAI, modelo 4000 DS. Para selecionar apenas uma versão de cada item, tomou-se como critério que o texto deveria ser uma leitura a menos tensa e enfática possível; com relação às frases, procurou-se aquelas cuja palavra acentuada fosse unicamente a previamente escolhida pelo experimentador. O texto e as frases assim escolhidas foram transferidos para um gravador Gradiente modelo CD 1667, que serviu de fonte de estimulação durante o experimento. O intervalo entre as frases variou de uma a duas vezes e meia a duração da frase anterior.

As frases utilizadas e sua descrição intonacional, segundo HALLIDAY (1973), são abaixo reproduzidas.

1. //1 -Eu / não / quero / balas de / coco//
2. //1 -Eu não / quero / balas de / coco//
3. //1 -Eu não / quero / balas de / coco
4. //1 -O profe/ssor es/tava do/ente//

5. //1 ~Tem / feito / frio / à noite//

6. //1 ~O / gato co/meu o / rato//

7. //1 ~Dei/xei o / livro em / ca/sa//

Na descrição acima, as barras inclinadas duplas (//) indicam o início ou o fim de um grupo tonal, enquanto a barra inclinada simples (/) indica os limites de um pé (unidade de ritmo da língua portuguesa), com a sílaba forte de ca da pé seguindo-se à barra inclinada. O sinal ~ indica que a sílaba forte do pé inicial é silenciosa, marcando seu início. O pé sublinhado indica o componente tônico dessa frase, e os não sublinhados prévios constituem o componente pré-tônico. O número 1 logo após as barras duplas iniciais identifica o tom (isto é, a variação melódica da fa la) da frase em questão. O tom 1 segundo as modificações do sistema de HALLIDAY propostas por CAGLIARI (1978) para o português, é composto por uma pré tônica média e uma tônica descendente média-baixa.

A uniformidade intonacional (sempre relativa por sinal; veja-se ABERCROMBIE (1976), especialmente o cap. 6) conseguida deveu-se ao fato de uma lista de frases ter sido dada ao locutor com a instrução de dar maior real

ce às palavras sublinhadas previamente. Nesse caso, a obtenção de tom 1 (neutro, segundo HALLIDAY) e de uma estrutura rítmica bastante uniforme para todas as frases reflete a condição em que as frases foram gravadas. A única exceção parece ser a última frase, em que a última sílaba da palavra *casa* teve duração extra-longa, fato aparentemente não habitual em Português.

As frases na fita teste foram ordenadas da seguinte maneira (as palavras sublinhadas indicam a posição do acento).

1. Eu não quero balas de côco.
 Eu não quero balas de côco.
 Eu não quero balas de côco.
2. Eu não quero balas de côco.
 Eu não quero balas de côco.
 Eu não quero balas de côco.
3. Eu não quero balas de côco.
 Eu não quero balas de côco
 Eu não quero balas de côco.
4. O professor estava doente.
 O professor estava doente.

5. *Tem feito frio à noite.*

Tem feito frio à noite.

6. *O gato comeu o rato.*

O gato comeu o rato.

7. *Deixei o livro em casa.*

Deixei o livro em casa.

A ordem dada à apresentação das frases permi
tiu a criação de três condições experimentais:

Condição I - repetição de frases intonacio
nal, lexical, sintática e se-
manticamente idênticas. É o ca
so dos grupos 1 a 7, individu-
almente.

Condição II - repetição de sentenças lexi-
cal, sintática e semanticamen-
te idênticas, mas cujo padrão
intonacional varia. É o caso
da transição entre os grupos 1,
2 e 3.

Condição III - repetição de sentenças internacionalmente semelhantes mas cujas descrições lexicais , sintáticas e semânticas variam. É o mesmo caso dos grupos 4 a 7, tomados em blo-co.

O EEG foi registrado em fita de papel por um fisiógrafo NARCO, modelo Six-B, usando-se acopladores de alto ganho (High Gain Couplers, modelo 7171) e pré-amplificadores diferenciais GRASS, modelo P-511. Eletrodos ativos de prata (AgAgCl) foram fixados no couro cabeludo dos sujeitos por meio de pasta de bentonite, aproximadamente sobre a localização da área de Wernicke (entre de C_3 e T_3 de acordo com o sistema 10/20) e uma localização homóloga do lado direito. Os eletrodos de referência, também AgAgCl, foram colocados nos lobos das orelhas ipsilaterais. Uma pequena placa de aço foi colocado em um dos braços do sujeito para providenciar a ligação de terra . De toda a gama de frequências do EEG, registrou-se apenas aquela compreendida entre 0,3 e 30 Hz, empregando-se uma

constante de tempo de 0,3 segundos. A velocidade da fita de papel era 50 milímetros por segundo.

O sinal proveniente do gravador GRADIENTE era amplificado por um GRASS ULTRALINEAR AUDIO MONITOR , modelo AM-3. Paralelamente, alimentava-se o fisiógrafo via transdutor (Transducer Coupler modelo 7173) e registrava-se na fita de papel uma filtragem em 30 Hz do contorno acústico do material linguístico.

3. Procedimento

O experimento consistiu de duas sessões iguais para cada sujeito, separadas por um intervalo de trinta minutos. Durante cada sessão, o sujeito permanecia deitado em uma sala com iluminação reduzida e com o volume do amplificador de áudio ajustado segundo sua preferência. Previamente ao início de cada sessão, observava-se um período de cerca de cinco minutos para que o sujeito se acostumasse à condição experimental. Durante esse tempo o registro do EEG era verificado e calibrado de modo a se obter, ao final, um traçado em que dez micro-wolts provocassem uma deflexão de um centímetro na pena do fisiogra-

fo.

Antes de se iniciar a gravação, o sujeito era instruído a respeito de um teste de desempenho lingüístico que teria de executar após cada sessão. Esse teste consistia em reproduzir o texto e marcar, numa cópia escrita da lista de frase, a localização do segmento tônico de cada frase. Além disso, uma tarefa que consistia na repetição mental da frase ouvida, era dada ao sujeito. A tarefa e o teste lingüístico procuravam confirmar que o sujeito compreendesse o material que lhe era apresentado e que mantivesse um nível de atenção geral relativamente alto e constante em vista dos dados de ROTH e cols. (1970) sobre os efeitos da atenção no potencial evocado. A seis dos sujeitos, no entanto, não se pediu a execução de nenhuma tarefa ou teste lingüístico, a fim de se ter controle sobre seus efeitos.

Previamente à primeira sessão o sujeito era entrevistado com o objetivo de se avaliar fatores patológicos, situação profissional ou escolar, conhecimentos lingüísticos, habilidades (por exemplo, musicais), etc., que pudessem influir no seu desempenho tanto no teste lingüístico como na sessão de EEG. Além disso, antes da primeira ses

são interrogava-se o sujeito quanto às suas expectativas em relação ao teste, bem como sobre fatores emocionais (grau de ansiedade porventura existente) que pudessem afetar seu desempenho. Ao final da segunda sessão, pedia-se ao sujeito que avaliasse sua atenção durante as sessões e a realização ou não de suas expectativas prévias. Pedia-se também uma apreciação sobre o que mais havia chamado sua atenção durante o procedimento experimental.

A análise dos resultados compreendeu dois passos. No primeiro deles, isolaram-se as épocas do EEG em ambas as derivações que correspondiam ao período de tempo em que as frases estavam sendo apresentadas ao sujeito. Em seguida, identificava-se, no interior de cada frase a palavra tônica e a época do EEG correspondente a essa palavra. O segundo passo consistiu na observação da amplitude, do padrão de onda e da duração da resposta evocada por uma palavra. Uma vez estabelecida a existência de um potencial evocado, observava-se também a latência entre o início da palavra e o início da resposta.

RESULTADOS

Um rápido exame das Figuras I e II é suficiente para demonstrar que as épocas do EEG correspondentes à palavra tônica são diferentes quanto a amplitude e formas de onda em relação às épocas precedentes e subsequentes em uma apresentação de uma sentença. Embora essas figuras apresentem os traçados eletroencefalográficos de apenas um sujeito (Ri), essas diferenças foram observadas em maior ou menor grau, em todos os sujeitos deste experimento. Com relação à amplitude, latência, duração e forma de onda da época do EEG correspondente à tônica de cada frase, pode-se observar uma grande variação. Contudo, essas variações parecem seguir um padrão definido.

Na Condição I, dois grupos característicos de variação do potencial evocado foram observados. O primeiro deles caracteriza-se por uma variação de latência (geralmente redução; veja Figura 1 - frase 1) e um aumento de amplitude e/ou duração da resposta (veja Figura 1 - frase 2). em ambas as derivações empregadas neste trabalho. O segundo grupo de variações, embora menos frequente, é uma modifica

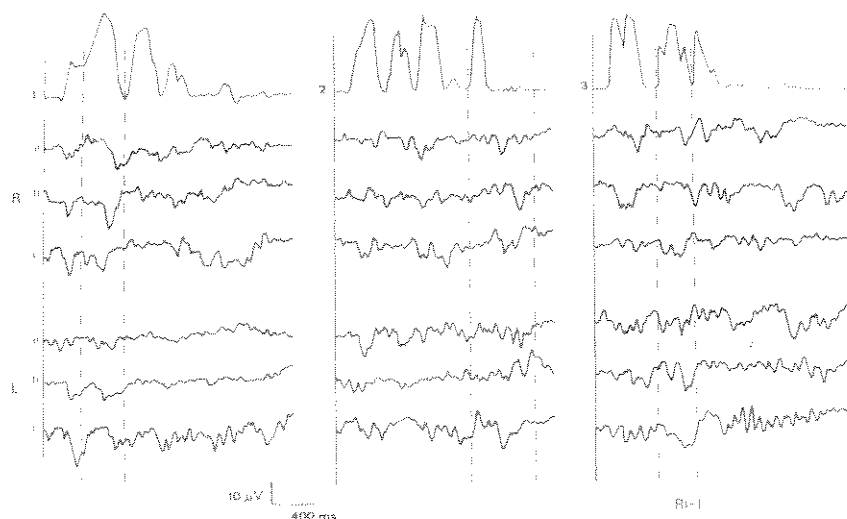


Figura 1 - Épocas individuais do EEG correspondente às três vezes que um sujeito (Ri) ouviu as sentenças 1, 2 e 3. O traçado superior representa o contorno acústico das frases. R e L representam, respectivamente, os registros das derivações direita e esquerda do EEG. As apresentações sucessivas de cada sentença são indicadas por a, b e c. I indica a primeira sessão de registro, enquanto que as linhas tracejadas indicam a posição da palavra tônica.

ção do padrão de onda do potencial evocado. A Figura 1 (derivações direitas) exemplifica a modificação mais observada, que é a transformação de um padrão em V em um padrão em W. Algumas vezes também a modificação reversa ocorre.

Na Condição II, um novo padrão de onda é obtido na época da nova palavra acentuada (veja a primeira apresentação da frase 2 na Figura 1). Contudo, na época do EEG correspondente à palavra tônica na frase anterior, também aparece um padrão de onda característico mas, em geral, atenuado em relação ao da nova palavra acentuada (veja as transições entre 1 e 2 e entre 2 e 3 na Figura 1).

Com relação à Condição III, podem-se observar diferenças (veja Figura 2) entre a época das palavras tônicas e aquelas que as antecediam. Não foi, porém, possível nesse caso observar conjunto algum de variações características que pudesse constituir-se um padrão de variabilidade causado por essa condição experimental.

Os resultados acima descritos com relação às condições I, II e III referem-se a sujeitos que executavam a tarefa de repetição mental das frases e, após a sessão experimental, executavam o teste linguístico. No grupo de sujeitos que não cumpre a tarefa e o teste, porém, padrões

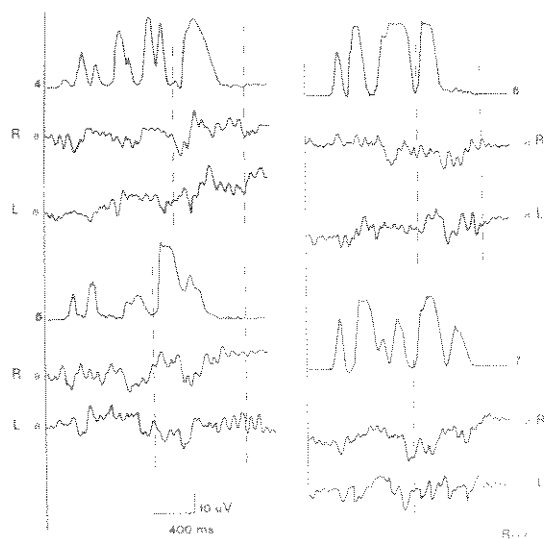


Figura 2 - Épocas individuais do EEG correspondentes à primeira vez que um sujeito (Ri) ouviu as sentenças 4, 5, 6 e 7. Convenções como na Figura 1.

de variabilidade são raramente observados. De fato, nesses sujeitos, nota-se um decréscimo substancial de amplitude logo após o segundo ou terceiro grupos de sentenças. Dessa maneira, as sentenças que aparecem ao final da gravação (grupos 6 e 7, por exemplo) não eliciam praticamente nenhuma resposta.

No que diz respeito ao teste de desempenho linguístico, as respostas eletroencefalográficas parecem estar fortemente correlacionadas ao desempenho individual no teste. De fato, os padrões de variação da resposta evocada acima descrito foram observados para sujeitos que conseguiram um bom desempenho no teste linguístico, isto é, conseguiram localizar acertadamente os segmentos tônicos das sentenças. Aproximadamente três em cada quatro indivíduos tiveram bom desempenho, sendo que os sujeitos restantes apresentaram um desempenho em maior ou menor grau insatisfatório, isto é, não conseguiram indicar ou indicaram erradamente a posição da tônica. Falhas no desempenho estão associadas a desvios dos padrões acima descritos. Além do mais, esses desvios parecem ser caracterizados pelo tipo de erro cometido no teste linguístico.

A frase 1 da Figura 3 é um exemplo de EEG no qual o sujeito identificou corretamente a palavra não como

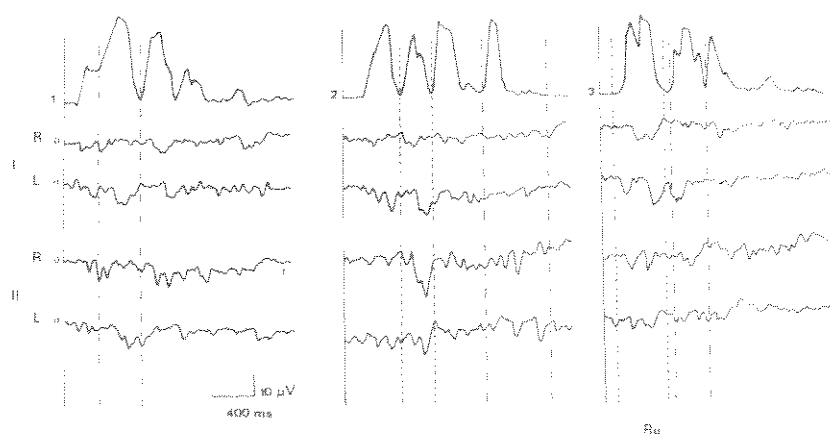


Figura 3 - Épocas individuais do EEG correspondentes à primeira vez que um sujeito (Ru) ouviu as sentenças 1, 2 e 3 na primeira (I) e segunda (II) sessões. As linhas pontilhadas representam escolhas erradas da tônica na primeira e/ou segunda sessões. Outras convenções como na Figura 1.

tônica. Nesse caso, as variações da atividade elétrica seguem os padrões já discutidos. Porém, com relação à frase 2, o sujeito escolheu novamente a palavra não, embora de fato coco fosse a palavra tônica. O EEG para essa frase apresenta um padrão de onda para não ainda mais claro que os de 1, e virtualmente nenhuma resposta evocada pode ser identificada na época da palavra coco. No teste após a segunda sessão, no entanto, esse sujeito mudou sua marcação da tônica, escolhendo coco. O EEG da segunda sessão (ver Figura 3 - frase 2) mostrou a manutenção de uma resposta evocada para não e o aparecimento de outra, ligada a coco. A frase 3 na Figura 3 ilustra outro erro cometido pelo mesmo sujeito. Mais uma vez ele escolheu a palavra não como tônica, ao invés da correta, quero. A diferença aqui é que o sujeito manteve não como tônica mesmo após a segunda sessão. Neste caso, também, não se pode identificar com segurança variações da atividade elétrica relativas a quero que pudessem ser classificadas como resposta evocada. De interesse, com relação ao sujeito cujo EEG aparece na figura 3, é o fato de ele ter relatado, ao final do experimento, estar preocupado com um problema pessoal no dia do experimento, o que ainda segundo ele, poderia explicar seu

insucesso no teste lingüístico.

Uma última observação tem que ser feita com relação à frase 6 - O gato comeu o rato. As respostas evocadas por essa sentença estão distribuídas numa razão constante entre as palavras gato e rato, embora a última fosse a tônica da frase (veja Figura 4). O teste lingüístico, coerentemente, mostrou uma maior incidência de erros que as outras sentenças. Um fato interessante em relação ao teste lingüístico foi que cerca da metade dos sujeitos fez uma escolha errada (gato) após a primeira sessão, e corrigiu-a ao final da segunda sessão.

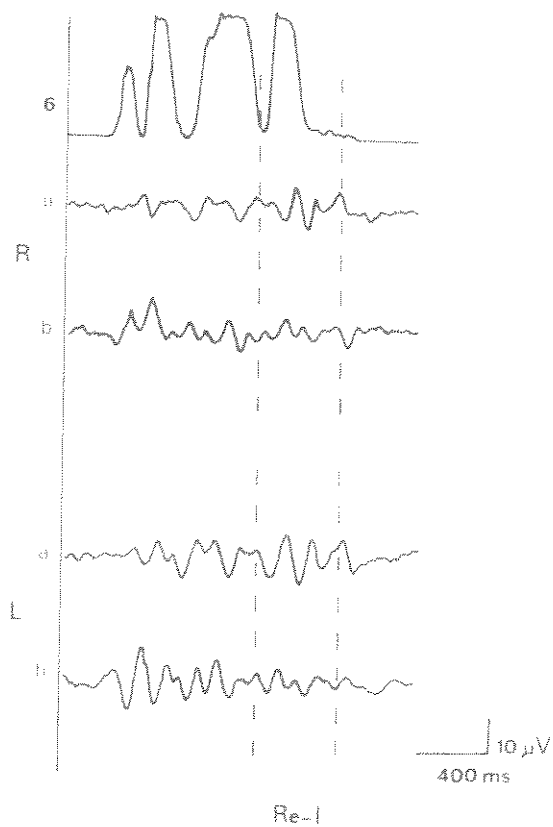


Figura 4 - Épocas individuais do EEG correspondente a ambas as vezes que um sujeito (Re) ouviu a sentença 6. Convenções como na Figura 1.

DISCUSSÃO

Os resultados do presente trabalho indicam que o segmento tônico da sentença pode evocar uma resposta na época do EEG correspondente à palavra acentuada, a despeito da posição que esta palavra possa ocupar na sentença. Além do mais, quando o segmento tônico é deslocado de uma palavra para outra, isto é, quando o padrão intonacional da sentença é mudado, mudanças correlatas são registradas no EEG, com a evocação de uma nova resposta pela nova palavra acentuada. Isto tudo parece suportar a hipótese deste trabalho de que existe uma correlação entre a tonicidade da sentença e respostas evocadas no EEG.

A natureza da relação entre os potenciais evocados e a intonação pode ser esclarecida, atentando para a natureza da informação carregada pela palavra acentuada. Como já sugeriu HADLER (1978), a informação veiculada pela palavra acentuada pode ser nova (fatorialmente ou não) ou pode ser apenas a confirmação de uma expectativa que o ouvinte tenha criado a partir do contexto. Ou, ainda, como reconhece CHAFE (1974, 1976) a palavra acentua

da pode estar servindo para estabelecer contraste ou discriminação, a que o falante deseja que seu interlocutor chegue.

SUTTON, BRAREN, ZUBIN e JOHN (1965) demonstraram que o padrão de onda do potencial evocado por estímulos luminosos e sonoros diferem em função do grau de incerteza a respeito da modalidade sensorial do estímulo a ser apresentado, e também em função de uma correta antecipação da modalidade sensorial do estímulo. BEGLEITER, PORJESZ, YERRE e KISSIN (1973) registraram as respostas eletroencefalográficas a um estímulo luminoso de intensidade média quando estímulos fracos ou fortes eram esperados. Quando um estímulo fraco ou forte era sinalizado, os potenciais evocados pelos estímulos médios eram semelhantes às respostas evocadas por estímulos fracos ou fortes reais. Esse resultado é interpretado pelos autores como indicação de que o padrão de onda obtido nesse experimento reflete a liberação de atividade neural relacionada às experiências passadas e à expectativa de ocorrência de um estímulo determinado. O padrão de variabilidade obtido para a Condição I deste trabalho parece ter sido resultado do mesmo tipo de mecanismo descrito acima para modalidades sensoriais.

Com efeito, dado que o sujeito pode prever a localização tardia da palavra tônica da frase (CUTLER e FOSS, 1978) , será correto predizer que a informação veiculada pela palavra acentuada na segunda ou terceira repetições de uma mesma sentença não mais será nova, mas sim a confirmação de uma expectativa adrede criada pelo sujeito. Portanto, a variabilidade das respostas eletroencefalográficas obtidas para a Condição I, deve refletir o papel das informações nova ou esperada no processamento neural da frase.

SUTTON, TUETING, ZUBIN e JOHN (1967) apresentaram um par de cliques separados por intervalo longo, médio ou curto, e pediram a seu sujeito que apostasse em qual dos intervalos o segundo clique iria ocorrer. Quando o sujeito predizia um intervalo curto para um par de cliques separados por um intervalo longo, uma resposta evocada achatada , isto é, com menor amplitude e maior duração, aparecia no momento em que deveria ter ocorrido o segundo clique. Na Condição II do presente experimento observava-se a ocorrência de uma resposta em geral atenuada na época da palavra acentuada da frase anterior. Novamente , parece possível que o mesmo tipo de mecanismo descrito por esses autores esteja envolvido no processamento da frase.

Em adição a essa observação, porém, deve-se notar que a nova palavra acentuada também evoca uma resposta, como que indicando o fato de o sujeito ter discriminado entre o padrão intonacional prévio e o atual.

A variabilidade obtida quando da manutenção de um mesmo padrão intonacional para frases lexical, sintática e semanticamente diferentes indica que não somente a intonação foi responsável pela evocação de respostas no presente experimento. Entre os fatores que devem ter contribuído para a configuração das respostas evocadas obtidas, deve ser lembrada a influência do significado contextual de palavras (BROWN e cols., 1973, 1976) e dos traços próprios das classes semânticas a que cada palavra pertencia (CHAPMAN e cols., 1978).

Além da influência do tipo de informação carreada pela palavra acentuada e da significação própria e contextual dela, também a atenção e a habituação jogaram um papel decisivo nas respostas evocadas obtidas. Com efeito, quando os sujeitos não executavam nenhuma tarefa, obteve-se no presente trabalho uma grande redução de amplitude e um afrouxamento das relações entre os estímulos e as ondas eletroencefalográficas. ROTH e cols. (1970) relataram

que um decréscimo na atenção gera taxas de variabilidade mais altas (coeficiente de correlação: condição de atenção = 0.554 (S.D. = 0,15°) V.S condição de não-atenção = 0.302 (S.D. = 0.481)). MEGELA e cols. (1977) descobriram que num paradigma similar ao de habituação, um decréscimo de 30% na amplitude pode ser esperado depois de várias apresentações de um único estímulo lingüístico. No presente conjunto de frases, como o padrão intonacional das frases 4 a 7 não variou, é possível que os sujeitos tenham diminuído sua atenção às sentenças ou que o paradigma experimental tenha sido percebido como um paradigma habituante.

Do que se discutiu até este ponto, pode-se concluir que a resposta evocada intonacionalmente pode ser modulada por fatores como o tipo de informação carregada, o significado contextual e traços semânticos da palavra tônica ou por mudanças secundárias de atenção e fenômenos de habituação. Deve-se notar que essa modulação é convenientemente traduzida por padrões de variabilidade da resposta evocada.

A questão de se é possível correlacionar as diferenças no padrão de ondas registradas por este estudo aos papéis lingüísticos da intonação pode, em parte, ser aqui respondida. Como a resposta evocada pode ser influen-

ciada pela variação do tipo de informação carregado pela palavra tônica da frase, parece interessante relacionar as variações da resposta à estrutura informacional da sentença. Se se considera as noções de dado e novo (ou, como o colocam os linguistas de Praga, tópico e comentário) como os polos opostos de um contínuo no qual um ítem particular da sentença pode assumir um valor gradual, parece então correto esperar que os potenciais evocados variem continuamente em latência e amplitude na medida da repetição das frases. Além disso, pode-se observar diferenças nas respostas evocadas pela apresentação de dois padrões intonacionais de uma mesma frase fazendo com que o sujeito discrimine essas diferenças de estimulação.

A relevância da relação entre as respostas evocadas e as propriedades linguísticas da intonação podem ser ulteriormente comprovadas pelo teste de desempenho lingüístico. Os sujeitos que indicaram como tônicas palavras que na verdade não o eram, apresentaram respostas evocada na época do EEG que correspondia à palavra que eles imaginaram estar sendo acentuada. Isto implica que há uma forte correlação entre o EEG e o desempenho dos sujeitos no teste lingüístico. Isso também indica que os potenciais evoca

dos obtidos no presente experimento têm uma relação estreita com aspectos lingüísticos e cognitivos da intonação, e não só com a percepção de suas características físicas (variação da frequência fundamental da voz, intensidade e duração da sílaba acentuada).

Como resultados das considerações acima, pode-se colocar como conclusão que há uma correlação estreita entre variações de onda do EEG e a intonação, a qual pode ser influenciada pelo tipo de informação carregada pela palavra acentuada, pelos traços semânticos e pelo significado contextual dessa palavra e, finalmente, por condições de atenção e habituação. Como se considera que a intonação cumpre uma série de papéis lingüísticos importantes (CRYSTAL, 1969), os presentes dados sobre respostas evocadas intonacionalmente refletem pelo menos uma dessas funções lingüísticas, ou seja, a realização do nível informacional da organização das sentenças.

Em adição à conclusão acima, duas questões levantadas durante a análise de dados devem ser revistas. A primeira delas diz respeito à aplicação de método estatístico da promediação à análise de potenciais evocados. Os dados acima apresentados, apesar de seu caráter prelimi

nar, enfatizaram a relevância da variabilidade de respostas evocadas individualmente identificadas. Parece claro, nesse contexto, que o uso de testes de promediação no seu sentido estatístico corrente não seria uma boa escolha de metodologia de análise, uma vez que a promediação tende a eliminar as variações individuais e ressaltar apenas o que há de comum a todas as respostas evocadas por uma série de estímulos. Vários autores, de fato, têm proposto técnicas que pudessem dar conta da variabilidade da resposta evocada (VIDAL, 1977; SCHWARTZ e JOHN, 1976). Portanto, um futuro desenvolvimento do presente trabalho será a procura de uma técnica de análise quantitativa adequada que, por sua vez, permita o processamento automatizado de dados.

A questão final a ser considerada relaciona-se à frase O gato comeu o rato. A análise das épocas individuais do EEG bem como dos resultados do teste linguístico dão a esta sentença uma posição particular em relação às outras, na medida em que ela não seguiu os padrões gerais de resposta gerados pelas demais.

Vários podem ser os motivos que, isolada ou conjuntamente, teriam contribuído para esse efeito. Entre frases utilizadas neste experimento, esta é, sem dúvi-

da, a que apresenta um maior grau de equilíbrio rítmico. Além disso, as palavras gato e rato diferem apenas por um fonema (/g/ vs. /r/), sendo que o locutor produziu a variante velar de /r/, aproximando assim as duas consoantes. Apesar desses fatos, resta ainda a possibilidade, bastante plausível, que, em comparação com as outras frases do teste, a palavra tônica desta tenha sido menos enfaticamente marcada. Talvez essa falta de ênfase tenha levado o sujeito a incertezas quanto ao padrão intonacional dessa frase.

Quaisquer que sejam, porém, as razões que tenham gerado um comportamento diferente para esta frase no experimento, resta o fato evidente de que os sujeitos tomaram O gato comeu o rato como ambígua, ora marcando rato ora marcando gato, quer no EEG quer no teste linguístico. ZUBER (1972) discute a noção de ambiguidade pressuposicional em relação a marcas intonacionais. Esta proposição, em resumo, estabelece que uma frase que não tenha um de seus elementos marcado como portador de foco (seja por mecanismos intonacionais ou não) é uma frase pressuposicionalmente ambígua. Sem entrar aqui em detalhes sobre as relações entre os fenômenos de pressuposição e estruturação informacional da frase, pode-se aventar a hipótese de que o comportamento do EEG e do teste linguístico para a frase

em questão reflete, de alguma maneira, sua ambiguidade.

A questão acima levantada parece evidenciar que existe a possibilidade de se estudar outros fenômenos lingüísticos como a estrutura temática de frases (HALLI - DAY, 1967; SGALL e cols., 1973) ou mesmo de textos, aliando uma técnica fisiológica com um teste lingüístico adequado.

RESUMO E CONCLUSÕES

A intonação pode representar papéis decisivos na interação conversacional. Entre eles está o de estabelecer a estrutura informacional de frases, isto é, marcar a oposição entre as informações dadas e novas no interior da sentença. Sabe-se, além disso, que a intonação está relacionada com o estabelecimento das unidades de percepção e produção da fala. Uma das técnicas fisiológicas para o estudo de funções lingüísticas tem sido a do registro de respostas evocadas pela estimulação lingüística no EEG. Como consequência desses fatos, o objetivo do presente trabalho é relatar a existência de correlatos eletroencefalográficos da intonação, indicar a natureza dessa correlação e sua relevância lingüística.

Os sujeitos do presente experimento ouviram um conjunto de frases que variavam a) em função do padrão intonacional, e b) em função de escolhas lexicais, sintáticas e semânticas. O conjunto de frases era ouvido pelos sujeitos duas vezes, a segunda trinta minutos após a primeira, e após cada frase, pedia-se que o sujeito a repetis

se mentalmente. Em seguida a cada audição, um teste de desempenho lingüístico (marcar a palavra acentuada de cada frase) era executado pelo sujeito. As épocas do EEG correspondentes a cada ocorrência da frase e da palavra tônica eram estudadas levando-se em conta a amplitude, o padrão de onda, a duração e a latência da resposta evocada. Os resultados obtidos podem ser assim sumarizados: i) a época do EEG correspondente à palavra acentuada é marcadamente diferente das épocas anteriores ou subsequentes ; ii) a repetição de frases intonacional, lexical, sintática e semanticamente idênticas pode causar redução de latência, aumento de amplitude e modificação do padrão de onda da resposta evocada; iii) as respostas de sujeitos que não executam uma tarefa de repetição mental da frase são bem menos discerníveis que as daqueles que executam essa tarefa; iv) a apresentação de duas frases lexical , sintática e semanticamente idênticas mas intonacionalmente diferentes causa o aparecimento de duas respostas evocadas na segunda frase: uma em relação à nova palavra acentuada e outra, geralmente atenuada, em relação à tônica da frase anterior; v) existe uma estreita correlação entre a palavra escolhida como tônica no teste lingüísti-

co e a localização da resposta evocada no EEG.

Em vista desses resultados, três são as conclusões deste trabalho:

1. o segmento tônico de uma unidade intonacional é capaz de evocar respostas no EEG;

2. a resposta evocada intonacionalmente é caracterizada por padrões de variabilidade que refletem o tipo de informação carregado pelo segmento tônico da frase, pelo significado contextual e pelos traços semânticos próprios da palavra tônica e por fenômenos de atenção e habituação; e, finalmente,

3. as respostas evocada pela intonação podem refletir ao menos uma de suas funções lingüística, ou seja, a realização da estrutura informacional da sentença.

APÊNDICE

O texto abaixo é a chamada de primeira página do artigo "Tecnologia custa U\$ 3 bilhões por ano ao país", autoria de Etevaldo Siqueira, publicado em 29 de maio de 1977 no jornal "O Estado de São Paulo".

O Brasil gasta cerca de três bilhões de dólares por ano ano com importação de tecnologia, ou seja, o equivalente a oito vezes o valor global dos investimentos em pesquisas básicas e aplicadas no país. Não há seletividade na compra de tecnologia estrangeira. Até o Lubrax-4 da Petrobrás tem fórmula importada. A dependência externa cresce em ritmo exponencial. A pesquisa científica e tecnológica não recebe o apoio necessário e não obtém a prioridade exigida pelas pressões cambiais. Só a importação de petróleo onera de forma mais pesada a balança comercial. Apesar de alguns bons exemplos de criação tecnológica como o CTA, IPT, Escola Politécnica de São Paulo, UNICAMP e outros, o Brasil enfrenta uma estreita visão tecnocrática no CNPq, órgão responsável pela aplicação direta e indireta de vinte e cinco bilhões de cruzeiros no triênio 1975/77 em pesquisa e desenvolvimento tecnológico. Esse é o tema da reportagem de Etevaldo Siqueira na página 42.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- ABERCROMBIE, D. (1976) Elements of General Phonetics ,
Edimburg: University Press.
- BEGLEITER, H., PORJESZ, B., YERRE, C. e KISSIN, B. (1973)
Evoked potential correlates of expected stimulus inten-
sity, Science, 179, 814-816.
- BOOMER, D.S. e LAVER, J. (1968) Slips of the tongue ,
British Journal of Disorders of Communication, 3, 2-12 .
- BROWN, W.S., MARSH, J.T. e SMITH, J.R. (1973) Contextual
meaning effects on speech evoked potential, Behavioral
Biology, 9(6): 755-761.
- BROWN, W.S., MARSH, J.T. e SMITH, J.R. (1976) Evoked po-
tential waveform differences produced by the percep-
tion of different meanings of an ambiguous phrase, Elec
troencephalography and Clinical Neurophysiology, 41:
113-123.
- CAGLIARI, L.C. (1978) Entoação do português brasileiro
(I), material apostilado, Departamento de Linguística ,
UNICAMP, 12 págs.

- CHAFE, W.L. (1974) Language and consciousness Language, 50(1): 111-133.
- CHAFE, W.L. (1976) Givenness, contrastiveness, definiteness, subjects, topics and point of view, in Subject and Topic C.N. Li (ed.), New York: Academic, pp. 25-56.
- CHAPMAN , R.M., McCRARY, J.W., CHAPMAN , J.A. e BRAGDON, H.R. (1978) Brain responses related to semantic meaning, Brain and Language, 5: 195-205.
- CHILDERS, D.G. (1977) Evoked responses: Electrogenesis , models, methodology and wavefront reconstruction and tracking analysis, Proceedings of the IEEE, 65(5): 611-628.
- CRYSTAL, D. (1969) Prosodic systems and intonation in English, Cambridge: Cambridge University Press.
- CUTLER, A. e FOSS, D.J. (1977) On the role of sentences stress in sentence processing, Language and Speech , 20(1): 1-10.
- DANEŠ, F. (1972) Order of elements and sentence intonation, in Intonation, D. Bolinger (ed.), Harmondsworth: Penguin pp. 216-232.

- FROMKIN, V. A. (1973) Slips of the Tongue, Scientific American, 229(6): 110-117.
- GLANZER, M. (1976) Intonation grouping and related words in free recall, Journal of Verbal Learning and Verbal Behavior, 15: 85-92.
- HADLER, M.I. (1978) Considerações Iniciais sobre Sistemas Neurais e Linguagem, Dissertação de Mestrado, Departamento de Linguística, UNICAMP.
- HALLIDAY, M.A.K. (1967) Notes on transitivity and theme in English, part 2, Journal of Linguistics, 3: 199-244.
- HALLIDAY, M.A.K. (1970) Language structure and language function, in New Horizons in Linguistics, J. Lyons (ed.), Harmondsworth: Penguin, pp. 140-165.
- HALLIDAY, M.A.K. (1973) The tones of English, in Phonetics in Linguistics W.E. Jones and J. Laver (eds.), London : Longman, pp. 103-126.
- JOHN, E.R. e SCHWARTZ, E.L. (1978) The Neurophysiology of information processing and cognition, Annual Review of Psychology, 29: 1-29.
- KILOH, L.G., McCOMAS, A.J. e OSSELTON, J.W. (1976) Clinical

Electroencephalography, London: Butterworths.

LAVER, J. (1970) The production of speech, in New Horizons in Linguistics, J. Lyons (ed.), Harmondsworth: Penguin, pp. 53-75.

LINDSLEY, D.S. e WICKS, J.D. (1974) The Eletroencephalogram: autonomous electrical activity in man and animal, in Bioelectric Recording Techniques, Part B, R. F. Thompson e M.M. Patterson (eds.), New York: Academic, pp. 3-83.

MEGELA, A.L., TEYLER, T.J. e HESSE, G.W. (1977) ERP response decrement as function of stimulus type and scalp location, Physiology and Behavior, 19: 15-22.

ROTH, W.T., KOPELL, S.S. e BERTOZZI, P.E. (1970) The effects of attention on the averaged evoked response to speech sounds, Electroencephalography and Clinical Neurophysiology, 29: 38-46.

SCHWARTZ, E.C., RAMOS, A. e JOHN, E.R. (1976) Cluster analysis of the evoked potential from behaving cats, Behavioral Biology, 17: 105-117.

SGALL, P., HAJIČOVÁ, E. e BENEŠOVÁ, E. (1973) Topic, Fo-

cus and Generative Grammar, Kronberg-Taunus: Scriptor.

SUTTON, S., BRAREN, M., ZUBIN, J. e JOHN, E.R. (1965)

Evoked-potential correlates of stimulus uncertainty ,
Science, 150: 1187-1188.

SUTTON, S., TUETING, P., ZUBIN, J. e JOHN, E.R. (1967) In

formation delivery and the sensory evoked potential ,
Science, 155: 1436-1439.

VIDAL, J.J. (1977) Real-time detection of brain events

in EEG, Proceedings of the IEEE, 65(5): 633-641.

ZUBER, R. (1972) Structure présuppositionnelle du lan-

guage, Paris: Dunod.