

O léxico mental em ação: muitas tarefas em poucos milissegundos

Aniela Improta França*

Resumo – Após uma breve exposição dos fundamentos dos modelos interacionista e modularista de acesso lexical, este trabalho focaliza nas soluções modularistas para o *Problema da Ativação Múltipla*: o fato de que para acessar a representação mental de uma palavra ouvida ou lida, há uma ativação de muitas outras representações que competem por reconhecimento. Evidências empíricas recentes (PYLKKÄNEN et al., 2002) apontam para a *Teoria da Ativação Contínua* como um modelo promissor de reconhecimento lexical, capaz, inclusive, de distinguir entre candidatos *idênticos* e *similares* respectivamente à existência de relações morfológica e fonológica entre estímulo e representação. Este trabalho também sugere que estímulos em português com morfologia rica podem vir a ser um recurso experimental importante no aperfeiçoamento desta teoria.

Palavras-chave – Acesso lexical. Ativação contínua. Palavras polimorfêmicas. Modularidade *versus* conexionismo. Morfologia distribuída.

Introdução

Uma das cognições lingüísticas mais básicas é a do acesso lexical, que nos permite, com enorme facilidade e rapidez, entender e/ou produzir palavras soltas. Porém, por detrás dessa aparente simplicidade em se estabelecer a relação fundamental entre forma e significado no âmbito da palavra, há

* Doutora em Lingüística pela UFRJ. Professora adjunta do Departamento de Lingüística da UFRJ. Pesquisadora de eletrofisiologia da linguagem no Laboratório CLIPSEN (<http://www.letras.ufrj.br/clipsen>). E-

processos cognitivos que estão longe de serem completamente entendidos e que vêm gerando muita discussão na literatura lingüística e psicolingüística das últimas décadas.

Uma pergunta central que norteia esta discussão é: Quem vem primeiro, o significado ou a forma, no que diz respeito à tarefa de acesso lexical *on-line*? Um primeiro grande grupo de abordagens, inclinadas a responder “o significado” poderia, grosso modo, ser chamado de interativista. Para estes, o acesso a uma palavra é atingido a partir da interação de todo tipo de informação a que se tem acesso. Os interacionistas acreditam que a cognição de linguagem, por exemplo, seja um processo *top-down* (de cima para baixo), já que ela é aprendida e aperfeiçoada a partir da experiência social do homem. Ela seria fruto do trânsito informacional e de múltiplos processamentos paralelos que ocorrem nas redes neurais, cujo *input* básico é diretamente retirado de conceitos que são internalizados a partir da interação e experiência do homem em seu meio.

Do lado oposto, os que acreditam que a forma vem primeiro são geralmente chamados de modularistas. A intuição deste grupo é a de que, independentemente de processos volitivos primordiais que possam ter motivado e portanto precedido o acionamento do módulo cognitivo especializado para a linguagem, no momento em que a Faculdade da Linguagem entra em ação, o curso do processamento cognitivo é particular e *bottom-up* (de baixo para cima). No âmbito especializado da cognição de linguagem, o módulo semântico é o último a ser acionado, ou seja, só é recrutado depois da forma da palavra ter sido derivada.

As abordagens modularistas tendem a dar maior ênfase ao conhecimento pré-embutido, que vem da carga genética do homem. Micromódulos verticais especializados para cada

cognição processam as informações cognitivas. Por exemplo, uma forma lingüística é serialmente derivada por micromódulos específicos; só depois de pronta ela é pareada com conceitos estocados na memória.

A escolha entre a precedência do conceito sobre a forma ou vice-versa traz conseqüências importantes para o desenvolvimento dos modelos de acesso lexical. Expor e analisar as intuições e características destes dois posicionamentos é um dos objetivos deste trabalho.

Vale ressaltar que aqui não será incluída a discussão correlata, mas de suma relevância, que diz respeito à aquisição de linguagem: para os bebês desenvolvendo linguagem, quem vem primeiro, a forma ou o conceito? É apenas oportuno observar que, no que diz respeito a esta situação de aquisição, interacionistas e modularistas mais uma vez tomam posições contrárias.

Assumindo uma condição de *tabula rasa* ou de pouco conteúdo para a mente ao nascimento, as diferentes teorias interacionistas propõem que a forma e o conceito sejam aprendidos a partir da interação com o meio. Porém, a forma, por ser mais simples, seria adquirida primeiro. Os conceitos vão se refinando a partir de propriedades computacionais específicas que complexificam as representações de conhecimento (McCLELLAND, 1989; SEIDENBERG, MC DONALD, 1999). Então, no que tange à aquisição de linguagem, os interacionistas descrevem os processos cognitivos como sendo *bottom-up*.

Em meio ao crescente interesse e informação sobre as bases biológicas do desenvolvimento humano, qual será o destino dos modelos conexionistas? [...] A visão padrão de que o desenvolvimento neurobiológico empreende

um programa estritamente maturacional cria limites para a capacidade humana de aprendizagem. A abordagem conexionista sugere exatamente o oposto. O aprendizado em si cria as condições neurobiológicas que subjazem o *fechamento* do período crítico. (SEIDENBERG, ZEVIN, p. 2, no prelo. Tradução da autora)

Já os modularistas acreditam que um nível proto-conceitual ou um mentalês¹ já venha pré-embutido nos bebês para facilitar o processo de aquisição dos rótulos. Eles defendem, então, um desenvolvimento cognitivo *top-down* que retira do meio social as palavras para mapear conteúdos que não foram *aprendidos* pela criança, mas sim que ela já trouxe como dotação inata.

1. Os modelos interativistas

A abordagem interativista, adotada amplamente pela literatura médica de neurociências e de neurologia na vertente do Conexionismo², suscita uma intuição bastante próxima daquela que motiva dicionaristas e enciclopedistas. Tal qual uma palavra em um dicionário, cujo verbete reúne vários tipos de informações indexadas a ela, o léxico mental interacionista teria como unidade domínios informacionais não hierarquizados – semânticos, sintáticos, fonotáticos, fonológicos e gráficos – que se relacionam a uma forma:

[...] Os sistemas conexionistas baseiam-se no processamento paralelo de unidades subsimbólicas e usam propriedades estatísticas, em vez de regras lógicas, para transformar informações. (FRANÇOZO, 2005, p. 444)

Para atingir o objetivo de entender como o cérebro acessa uma palavra a partir de um *input* visual ou sonoro, os

conexionistas constroem modelos computacionais que podem ser simulados. Estes modelos se estruturam em redes compostas por unidades interligadas, análogas aos neurônios no cérebro. A conectividade entre as unidades de tais redes artificiais é assegurada por sinapses que têm um determinado peso modulável. Cada unidade computa sua ativação de forma cumulativa. Ao atingir um certo patamar em um certo espaço de tempo esta unidade transmite sua informação para outra unidade: princípio associativista (HINTON, 1992).

Assim, dependendo de regularidades estatísticas entre os elementos e da sinergia entre eles, traduzível em frequências de ativações de cada elemento ou pesos, as opções informacionais vão se imbricando e se restringindo até convergirem para uma dada palavra indecomponível e guardada no cérebro como uma unidade de memória.

O tipo de rede mais encontrado tem três níveis: um nível de entrada (*input*), outro intermediário oculto e um de saída (*output*), como se pode observar na Figura 1.

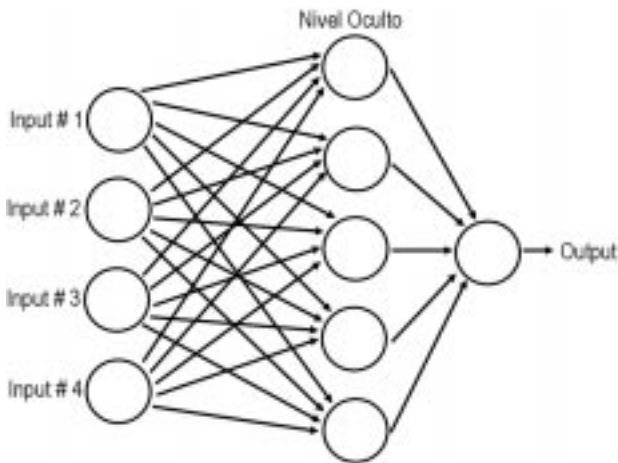


Figura 1 - Esquema Conexionista em três níveis: *input*, nível oculto e *output*

Os sistemas aprendem através de um algoritmo de propagação retrógrada instalada no nível intermediário oculto. Este algoritmo se auto-alimenta dos erros gerados pelas primeiras rodadas em que o sistema se arrisca a esmo a produzir uma saída para uma data entrada. Esta noção de que a aprendizagem começa a partir de uma operação errática foi herdada do Condicionamento Operante de Skinner. Os ciclos de aprendizagem podem ser repetidos até que a informação se estabilize no acerto.

Há muitas análises conexionistas para explicar a aquisição de linguagem e há também outras que procuram explicar aspectos da disfunção de linguagem. Um exemplo de análise conexionista é relatado em DAMÁSIO et al. (1996), um estudo que investiga pacientes com dificuldade de nomear coisas específicas, como instrumentos, rostos famosos ou animais, sem perda do conceito daquilo que não se consegue nomear (cf. Figura 2). Esta disfunção recebe o nome de Anomia Pura na literatura médica.

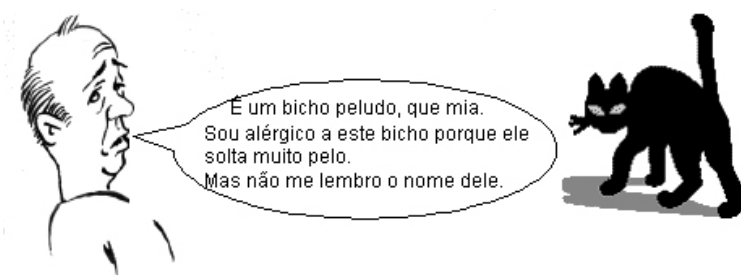


Figura 2 – Paciente descrito em Damásio et al. (1996)

Baseados em esquemas conexionistas como o da Figura 1, onde instrumentos, rostos famosos ou animais figuram como nós de *input* de uma cadeia de neuroativação, os autores supõem que se os pacientes mostram seletividade do *deficit*

por conceito, haveria nos normais locais segregados para abrigar palavras estocadas na memória pertencentes a um destes grupos semânticos.

Para verificar esta hipótese, os autores formataram um experimento em que nove voluntários normais se engajavam em uma tarefa simples de nomeação de 327 quadros figurativos, sendo 109 de instrumentos feitos pelo homem, 109 de rostos famosos e 109 de animais. A atividade cerebral deles era monitorada por um tomógrafo por emissão de pósitrons (PET scan), aparelho que faz um mapeamento das áreas cerebrais que estão em atividade durante a tarefa e também quantifica esta atividade.

Os resultados mostraram que a tarefa de nomeação pelos voluntários normais envolveu *preponderantemente* três áreas discretas do lobo temporal: (i) pólo temporal; (ii) região ínfero-temporal; ou (iii) parte posterior do lobo ínfero-temporal e também em parte da anterior da região occipital esquerda, respectivamente à nomeação de rostos, animais e instrumentos (cf. Figura 3).

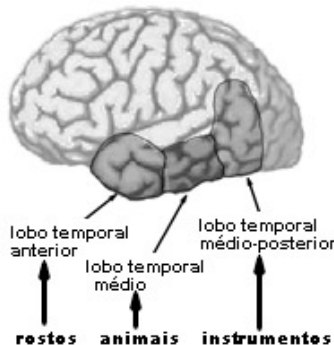


Figura 3 – Representação da mobilização hemodinâmica *preponderante* referente à nomeação de rostos, animais e instrumentos por voluntários normais

A partir deste resultado os autores incluíram no experimento 29 voluntários que haviam desenvolvido a Síndrome da Anomia Pura como seqüela de um acidente vascular cerebral (AVC). Estes voluntários passaram pelo mesmo teste de nomeação dos voluntários normais, porém, caso eles não conseguissem nomear, deveriam conceituar a figura para que houvesse um controle do diagnóstico de Anomia Pura: perda da capacidade de nomear, com preservação total na capacidade de conceituação do alvo.

Depois de aplicado o teste, os resultados do grupo experimental (voluntários com lesões) foram contrastados com os dos nove indivíduos saudáveis que formavam o grupo controle. A Tabela 1 mostra os resultados, em termos de percentual de acerto:

Tabela 1 - Percentual de acerto no teste de nomeação

Localização da lesão	Pólo temporal	Região ínfero-temporal	Parte posterior do lobo ínfero-temporal + parte anterior da região occipital esquerda
Grupos de figuras	Voluntários saudáveis	Voluntários saudáveis	Voluntários saudáveis
	c/ lesão	c/ lesão	c/ lesão
Rostos	X		
	59.8	75.5	91.7
Animais		X	
	93.3	80.1	88.3
Instrumentos			X
	96.0	84.5	78.5

Enquanto os voluntários normais, em média, teriam mobilizado primordialmente uma das três regiões demarcadas do lobo temporal (cf. Figura 3) quando nomeavam as figuras dos três tipos de conceito estudados, vemos que com os voluntários sofrendo de Anomia Pura, as lesões temporais nestas regiões demarcadas concorreram para dificultar a nomeação de forma seletiva, mas somente em dois dos três casos.

Primeiramente, a tarefa de nomear rostos de pessoas nos voluntários normais parece ter estimulado mais o pólo temporal e, com efeito, pacientes com lesão nesta região tiveram a menor taxa de acerto de todo o grupo para esta tarefa. Em relação à tarefa de nomear instrumentos feitos pelo homem, nos voluntários normais a parte posterior do lobo ífero-temporal e a parte anterior da região occipital esquerda foram as mais estimuladas. De novo os voluntários com lesão nesta região tiveram a menor taxa de acerto de todo o grupo para esta tarefa.

Porém, em relação à nomeação de animais, a correlação entre a cognição dos voluntários normais e a dos lesionados não pôde ser feita. Voluntários normais mobilizaram mais a região ífero-temporal para nomear animais, o que indicaria que aqueles com lesão ífero-temporal teriam menos acertos com este tipo de nomeação. Porém, diferentemente das previsões, os voluntários com lesão neste local se mostraram ainda piores na tarefa de nomear rostos famosos. Este experimento, seus achados e metodologia suscitam algumas observações e questionamentos:

- (i) Segundo este modelo, há agrupamentos semânticos com uma realidade neurológica localizacionista: seriam estes servidos por redes neuronais independentes e localizados em regiões discrimináveis? Voluntários normais mostraram apenas uma *preponderância* estatística para ativação de certas regiões temporais relacionadas aos tipos semânticos estudados. Quais seriam as restrições de localização de cada conceito? Seria essencial que, em relação ao aspecto cerebral da correspondência significado-forma, houvesse previsões da extensão das áreas corticais relacionadas e dos critérios de possibilidade de variação intra-indivíduos.

- (ii) Quanto à metodologia empregada, é conveniente lembrar que os experimentos em que se usa o PET para a aquisição da manifestação biológica de fenômenos lingüísticos são freqüentemente criticados. A técnica não se presta a uma decomposição das tarefas cognitivas lingüísticas e reduz seus achados a correspondências com *áreas ativadas*, um efeito que entre outras inexatidões não apresenta uma resolução temporal compatível com a cognição de linguagem. Porém, a crítica principal é que para construir a imagem da área ativada utiliza-se um protocolo matemático de subtração. Com esta técnica, subtrai-se da área que foi ativada pela tarefa cognitiva a área de ativação correspondente a um momento de inatividade ou repouso. Como a situação de repouso corporal dificilmente corresponde a um repouso da atividade cerebral, a precisão do teste para avaliação de cognição de alto nível pode ser comprometida (POEPEL, 1996a, 1996b)³.
- (iii) Neste modelo de léxico mental concebe-se agrupamentos seletivos de palavras por três temas. Seriam estes três os únicos temas agrupando nomes? E os nomes dos sentimentos, das sensações corpóreas, das cores, de materiais de construção e de uma infinidade de outros *tesauros*? Seria essencial que uma teoria que faz este tipo de previsão de seletividade conceitual pudesse definir com precisão os critérios sistemáticos de seleção dos grupos. Alguns modelos conexionistas no encaço desta precisão são o de ELMAN et al. (1996) e o de RUMELHART et al. (1987), que embasam as restrições exclusivamente nos pesos de freqüências de uso de palavras sem nenhuma modulação em relação à estrutura lingüística e às categorias funcionais. Outros modelos interativos menos radicais, como o de PINKER e ULLMAN (2002) apresentam versões híbridas

que incluem recursos morfossintáticos, interagindo com o processamento meramente associativo. Mas não há propriamente uma teoria semântica nestes modelos interativos que possa justificar os resultados seletivos apontados pelos autores.

2. Os modelos modularistas

Em contraste com a arquitetura do léxico mental interacionista estão os modelos modularistas, com outras intuições e outras formas de testá-las.

É difícil achar quem acredite na idéia da uniformidade [da mente] [...] Não se pode encontrar um organismo complexo, nem mesmo uma ameba, que não possua subsistemas que funcionem de maneiras distintas. [...] Seria um milagre de estarrecer se o mais complicado dos objetos no universo, o cérebro humano, fosse de alguma forma homogêneo, e tivesse um único modo de fazer tudo. (CHOMSKY, 1998, p. 51)

Para estes modelos, a dificuldade de nomear relatada no capítulo anterior seria encarada como uma disfunção em um ou mais micromódulos cognitivos. Mas como chegar a identificar estes micromódulos? As diretrizes epistemológicas modularistas claramente sugerem que os achados consolidados de Teoria Lingüística nos últimos cinquenta anos em relação à computação lingüística em um grande número de línguas naturais deve definir os alvos da pesquisa neurolingüística (MARANTZ, 2005; POEPEL, EMBICK, 2004).

Isto quer dizer que, em um primeiro momento, as microtarefas de acesso lexical seriam identificadas a partir de observações introspectivas sobre o *output* de muitas línguas naturais. Depois, experimentos psico e neurolingüísticos com

normais podem ser formatados para responder perguntas bem delimitadas a respeito da correlação entre uma cognição já descrita teoricamente e sua realidade neurofisiológica. Ou seja, os avanços tecnológicos que proporcionam o mapeamento da faculdade da linguagem em operação no cérebro (ERP, PET Scan, fMRI, MEG e outros) dependem de um guia teórico sem o qual as reações neurofisiológicas nada significam.

Além disso, antes que qualquer reação neurofisiológica possa ser analisada, há uma tarefa inescapável de internalização ou transdução do *input*. Esta tarefa deve ser isolada da análise do processamento das representações mentais dele.

Diante de um estímulo do meio externo que o cérebro, a princípio, não pode compreender – ondas sonoras que chegam aos ouvidos, linhas da escrita que chegam à retina, estímulos tácteis do Braille que chegam às pontas dos dedos de um cego – o indivíduo tem que fazer as transformações necessárias para que a informação do meio externo possa transitar no cérebro, como mostra a Figura 4, *através da linguagem dos neurônios*⁴.

Note que a intuição aqui é que estes *inputs* não poderiam ter, a princípio, carga semântica, já que eles ainda não são, a princípio, uma representação mental de uma dada forma que possa então ser conectada a uma representação mental de um entre os muitos conceitos armazenados na mente. A forma do *input* é a variável independente desta tarefa e o conceito relacionado à forma é a variável dependente. Portanto, a forma do *input* tem que ser derivada e processada ativamente, e em pouquíssimo tempo, para vencer as pressões da tarefa alvo do acesso lexical.

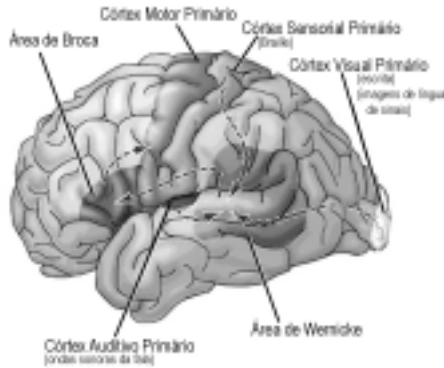


Figura 4 – Modelo Clássico de Wernicke-Lichtheim-Geschwind (1962)

O Modelo Clássico de Wernicke-Lichtheim-Geschwind (1962), é um modelo bastante simplificado para os dias de hoje, mas que já contempla a interrelação entre áreas corticais distintas: a partir do meio externo, um estímulo – auditivo, sensorial ou visual – ganha interioridade cortical através de processos de transdução do *input* e é mobilizado em diversas áreas de processamento. O *output* de uma área serve de *input* para a outra.

A tarefa culmina com o estabelecimento da relação entre a forma que se derivou e a escolha de um conceito listado onde um deles aparece indexado exatamente à forma derivada. Ou seja, forma primeiro e atribuição de sentido depois, como podemos examinar na Figura 5, a seguir, com o esquema de uma das vertentes teóricas do minimalismo: a Morfologia Distribuída (MARANTZ, 1997, 1999, 2001).



Figura 5 - Modelo da Morfologia Distribuída

A Morfologia Distribuída é um modelo que enfatiza a modularidade da mente. A derivação começa com a entrada, na computação, de unidades básicas que não são palavras, mas sim traços abstratos, sem conteúdo fonológico, estocados na Lista 1. Portanto, a Morfologia Distribuída é um modelo não-lexicalista.

Ao final de cada fase de derivação sintática, a operação de Spell-Out manda traços interpretáveis para a interface fonológica à esquerda e traços interpretáveis para a forma lógica à direita. Na esquerda, as unidades morfofonológicas estocadas na Lista 2, denominadas Peças do Vocabulário – começam a competir por inserção nos nós terminais que foram criados pela sintaxe. Este modelo de gramática é separacionista, já que a computação sintática é separada da implementação fonológica.

Do lado direito, a Forma Lógica manda o produto de sua leitura para a Interface Conceptual. Paralelamente, do lado esquerdo, depois de inseridas as Peças do Vocabulário, a estrutura formada pela concatenação de [Raiz + morfema

categorizador] é mandada para a Enciclopédia, Lista 3, contendo todos os significados estocados. Na Enciclopédia, é feito o pareamento entre forma e sentido, ou seja, é lá que acontece a concatenação de Raiz com o morfema categorizador e a negociação semântica, que culmina com a tarefa de acesso lexical.

O produto é mandado para a Interface Conceptual, onde ainda pode haver atualizações composicionais de conteúdo se houver nós sintáticos acima daquele que gerou a negociação de sentido. Por exemplo, em *açucareiro*, a relação idiossincrática entre $[[\text{açúcar}]_R \emptyset]_n$ e AÇÚCAR (a representação semântica será aqui escrita em caixa alta) é negociada na enciclopédia. AÇUCAREIRO, que resulta da concatenação com mais uma camada morfológica, *-eiro*, é atingido pela consolidação com o sentido contido no nó terminal *n* (enezinho) de cima, que é lido e computado pela forma lógica (Cf. figura 6).

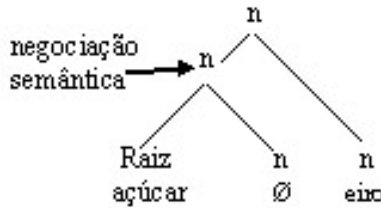


Figura 6 - Derivação de *açucareiro*

Note, portanto, que nesta teoria as palavras não são pré-montadas, mas sim formadas dinamicamente a partir da distribuição de tarefas entre três diferentes listas que participam em três diferentes estágios na derivação da estrutura, sendo a interpretação a última etapa da tarefa.

Tomando como base esta teoria, sumariamente descrita aqui⁵, pesquisadores do laboratório de Alec Marantz, no

MIT, empreenderam uma série de experimentos, utilizando um magnetoencefalógrafo e formularam a Hipótese da Ativação Contínua, que parcela as operações de acesso lexical em micromódulos que podem se coadunar com as expectativas do modelo teórico da Morfologia Distribuída. O raciocínio básico para a formação da hipótese virá a seguir, com suas conseqüências para a análise da neurofisiologia do acesso lexical do inglês.

3. A Hipótese da Ativação Contínua

É consenso entre os modelos modularistas de acesso lexical que, para acessarmos a representação mental correspondente a uma palavra ouvida ou lida, acabamos por ativar milhares de representações mentais de palavras que estavam desativadas na mente (cf. Figuras 7 e 8).



Figura 7 - Representações lexicais em estado virtual de descanso ou ativação zero

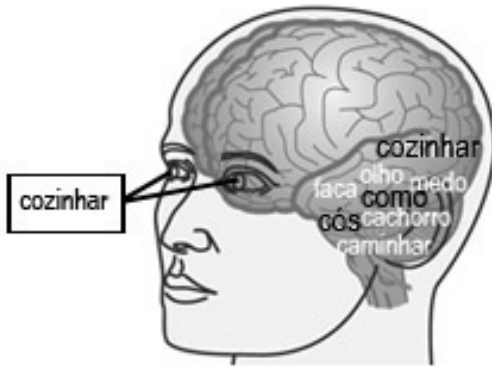


Figura 8 – Diante do estímulo *cozinhar*, acontece a ativação de muitas representações lexicais – ativação múltipla

Já se tem vasta evidência empírica de que o primeiro critério para esta ativação múltipla é a semelhança fonológica (ZWITSERLOOD, 1989; SHILLCOCK, 1990; MARSLEN-WILSON, 1990; VROOMEN, DE GELDER, 1995, 1997; ALLOPENNA et al., 1998). Uma característica indesejável inerente a este processo é que, em uma fração de segundos, temos muitas representações ativadas, mas somente uma delas é a representação ideal.

Se esta parte é consenso, há controvérsia no que tange às características principais do mecanismo que eficientemente elimina os competidores indesejáveis em frações de segundo.

Duas hipóteses aparecem na literatura: Competição e Inibição (cf. Figura 9). A Hipótese da Competição defende que palavras ativadas competem até que uma consegue um nível mais alto de ativação, se sobressai e é reconhecida. A Hipótese da Inibição propõe que quando uma palavra que estava sendo ativada deixa de se parecer com o *input*, ela é imediatamente desativada. Assim, ao final do processo de inibição de competidores, resta apenas a representação que é igual ao *input*.

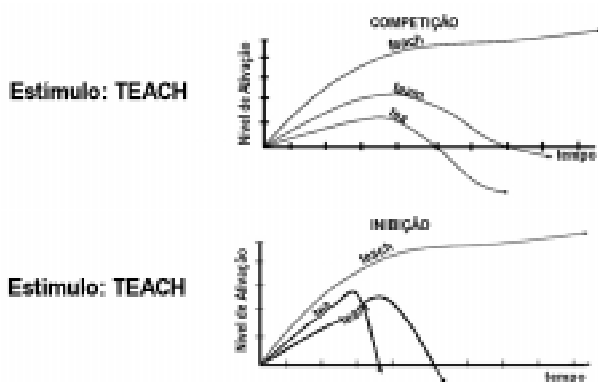


Figura 9 – Duas hipóteses para a eliminação de concorrentes: competição e inibição

Em muitos estudos psicolinguísticos de acesso lexical, testados através do paradigma do *priming*⁶, começa a aparecer uma pista importante para resolver a disputa entre competição e inibição: em pares como *spin-spinach*, o alvo *spinach* provoca um tempo de reação maior do que em *ocean-spinach* (BROWN, 1990; MARSLÉN-WILSON, 1990; SLOWIACZEK, HAMBURGER, 1992; RADEAU, 1995; RADEAU et al., 1995; RASTLE et al., 2000; SOTO-FARACO et al., 2001). Ou seja, contra previsões e intuições, o alvo que tem semelhança fonológica com o *prime* demora mais para ser reconhecido do que o alvo que não é relacionado com seu *prime*. Isto tem duas implicações:

1. Quando o *prime* é exibido, o processo pelo seu reconhecimento acaba por ativar muitas palavras fonologicamente semelhantes que têm de ser, em seguida, eliminadas para que o processo culmine com a identificação da representação vencedora. Isto já sabíamos.
2. Entre as duas hipóteses, a da competição e a da inibição, temos que ficar com a da inibição, pelo menos a princípio, porque ela se coaduna com aqueles achados contra-intuitivos de demora por semelhança

fonológica. A única explicação plausível para esta demora é que a *inibição* de uma dada palavra durante o reconhecimento de um *prime*, atrapalha o seu reconhecimento como alvo, porque esta palavra teria entrado em um nível de desativação. Quando ela tem que ser re-ativada como alvo, ela já começa a competição em uma situação de desvantagem, ou ativação negativa, como é o caso de *tea* na Figura 10.

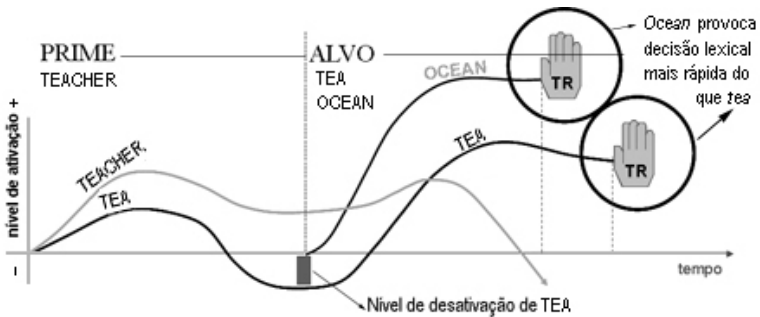


Figura 10 – Resumo dos achados de várias situações experimentais utilizando priming

O alvo *tea*, que tem semelhança fonológica com o *prime*, demora mais para ser reconhecido do que o alvo *ocean*, que não é relacionado com seu *prime*. Quando *tea* aparece como estímulo, sua representação tem que começar o processo de reconhecimento a partir de níveis negativos de ativação. Por isso o tempo de resposta mais longo do que o do grupo controle.

Para testar estas conclusões no âmbito da neurolinguística, ou seja, para atingir uma verificação neurofisiológica deste processo, o grupo do Alec Marantz do MIT preparou uma série de experimentos usando o paradigma de priming como estimulação para leituras de ativação cerebral usando o magnetoencefalógrafo⁷ (MEG).

Como os testes neurolingüísticos com MEG ainda são bastante novos, a idéia do grupo foi primeiro confirmar achados já consolidados oriundos de técnicas psicolingüísticas e depois seguir em frente aprofundando o conhecimento dos processos de acesso lexical. O primeiro achado que foi retestado usando o MEG foi relativo à freqüência: palavras freqüentes geram menores tempos de reação em testes psicolingüísticos.

EMBICK et al (2001) é um experimento de *prime* que testa o reconhecimento de palavras em seis níveis de freqüência (classificação pelo *corpus* Cobuild). Os resultados comportamentais do teste de MEG, ou seja, o aperto de botão concomitante à leitura eletromagnética da atividade cerebral, revelou uma progressão bastante proporcional aos níveis de freqüência das palavras. Porém os resultados neurofisiológicos correlacionados à latência do M350, não demonstram uma progressão tão proporcional quanto os resultados comportamentais, embora ainda respeitem a correlação entre maior freqüência / menor latência (cf. Figura 11). Que outros fatores estariam atuando para explicar o descompasso entre as progressões temporais comportamentais e neurofisiológicas?

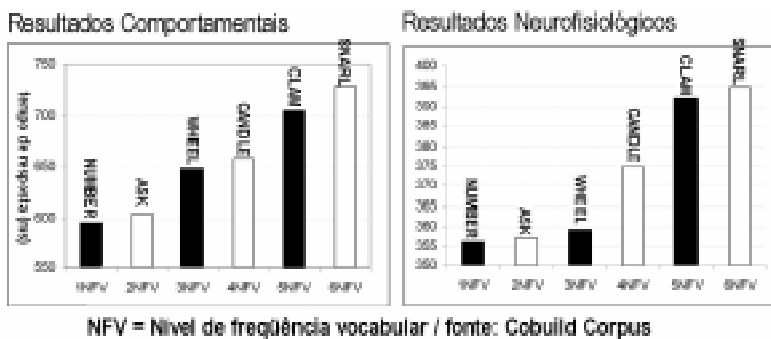


Figura 11 – Achados de Embick et al. (2001)

Uma análise palavra por palavra dos estímulos utilizados revelou que dentro de cada nível de freqüência havia uma variável notável: a freqüência fonotática⁸. Dentro de níveis de alta freqüência vocabular havia palavras com fonotática rara e vice-versa. A conclusão provisória foi a de que seria a fonotática, uma variável que o estudo não controlou, a responsável pela progressão desigual nos níveis de ativação.

PYLKKÄNEN et al. (2002a) testa esta hipótese com um experimento de priming com palavras e não palavras escolhidas entre dois grupos de freqüência fonotática. Os resultados (cf. Figura 12) mostram que as fonotáticas mais raras estão realmente relacionadas a uma latência tardia do M350 tanto nas palavras como nas não palavras. Como poderíamos esperar, a variação na fonotática não afetou os outros dois componentes do MEG (cf. nota 8).

Sendo as palavras de fonotática rara em menor número nas línguas em geral há uma dificuldade maior para iniciar um processo de ativação destas representações competidoras, por razões equivalentes a procurar uma agulha em um palheiro. Este fato traz uma conseqüência notável: com poucos competidores tendo sido ativados, a escolha pelo candidato perfeito fica mais fácil. Este efeito é visível nos resultados, se observarmos as últimas duas colunas nos gráficos de palavras e não-palavras da Figura 12. Notem que o M350 foi acelerado pela alta probabilidade fonotática, mas a reação comportamental foi atrasada pela mesma propriedade.

Com este achado se tornou possível segmentar a tarefa de reconhecimento lexical em pelo menos duas cognições diferentes: o início do processo, quando as palavras começam a ser ativadas, e o final, quando o vencedor é escolhido por ter atingido maior nível de ativação. E a partir destes resultados temos o M350 como uma boa medida do início

da ativação e o aperto de botão como uma boa medida da decisão por um dos candidatos.

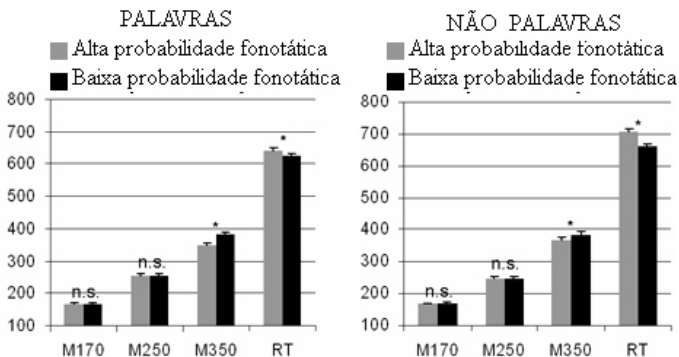


Figura 12 – Achados de Pykkänen *et al.* (2002a)

Revisando as descobertas até aqui, vimos que resultados de experimentos de *priming* revelaram paradoxalmente que alvos que têm semelhança fonológica com o *prime* demoram mais para serem reconhecidos do que alvos e *primes* que não são relacionados fonologicamente e vimos que a hipótese da inibição pode explicar estes resultados.

Vimos também que tanto a frequência vocabular como a fonotática são fatores de influência no curso da ativação lexical e que estes fatores são independentes um do outro. Mais importante ainda foi a possibilidade de seccionar a tarefa de acesso lexical em duas subtarefas, cada qual com uma medida de avaliação: o M350 para o início da ativação e o tempo de reação para o final da tarefa.

Neste ponto do desenvolvimento da teoria, a reanálise de um experimento de *priming* semântico, em ISEL, BAGRI (1999), trouxe à tona outros aspectos importantes. Neste experimento *trombone* (*trombone*) se mostra capaz de *primar rib* (*costela*), ou seja, se mostra capaz de influenciar na rapi-

dez de ativação de *rib*, apesar do par *trombone-rib* não ter relação semântica nem fonológica. Porém, segundo os autores, há relações lexicais embutidas: por exemplo, dentro da palavra *trombone* há a seqüência *b-o-n-e* que forma a palavra *bone* (*osso*) e que, por sua vez, prima semanticamente *rib* (*costela*). Todavia, os autores notaram que quando eles construíam o estímulo de forma a embutir a segunda palavra no início do *prime*, como *car* (carro) dentro de *cargo* (carga), o efeito de *priming* em *bus* (ônibus) via *car* (carro) não se operava.

Estes achados pareciam indicar que havia um comportamento diferente para *primes* que influenciavam o início de seus alvos do que para *primes* que influenciavam o meio de seus alvos. Além disso, esses resultados mostravam que o processo de transdução de um *input* lexical em informação neuronal implicava em um escaneamento contínuo do *input* e em uma tentativa de pareamento com todos os segmentos dele. Só este método poderia perceber as palavras cuidadosamente embutidas pelos pesquisadores no experimento relatado.

A Hipótese da Ativação Contínua surge neste ponto para testar a realidade destas três características da cognição de acesso lexical: (i) existe um tipo de ativação por pareamento no início; (ii) existe um outro tipo de ativação por pareamento no meio; (iii) existe escaneamento contínuo do *input* e tentativas de pareamento com cada segmento que é escaneado. Ela é testada por uma série de experimentos, um dos quais será relatado aqui (PYLKKÄNEN et al., 2003). Este é um experimento de *priming* multimodal (palavras_ *prime* auditivas / palavras_ alvo visual) nas quatro condições seguintes: (i) correspondência fonológica pelo início, por exemplo o par *teacher-tea*; (ii) correspondência fonológica pelo meio, por exemplo o par *teacher-reach*; (iii) relação semântica, como no par *idea-notion*; (iv) correspondência morfológica, como em

teacher-teach; (v) grupo controle como, por exemplo, no par *ocean-spin*. Os resultados estão na Tabela 2

A observação cuidadosa dos tempos de ativação e reconhecimento dos alvos na tabela acima confirma a existência de dois mecanismos de pareamento fonológico: um para os fonemas que começam a palavra e outro para os fonemas que estão no meio da palavra. Notem que *reach* do par *teacher-reach* é mais rápido do que *tea* do par *teacher-tea* em termos de M350 e também de reação comportamental. Ao ouvir *teacher* [ti...], todas as representações com este começo, como *tea*, *teen*, *team*, *teach* e obviamente, *teacher* são ativadas. Mas à medida que pareamento continua, no ponto [...tʃ...], *tea* não pode mais ser pareada com o *input* e é então inibida.

Esta supressão imediata leva *tea* a um nível mais baixo de ativação do que o nível das palavras em repouso na mente, ou seja, ela se torna negativamente ativada. Assim, quando em seguida apresenta-se *tea* como estímulo alvo, sua representação mental tem que ser reativada a partir de um ponto negativo como prediz a Hipótese da Inibição, ilustrada na Figura 10.

Porém, à medida que mais informações do meio da palavra chegam ao cérebro [...itʃðr] através do escaneamento contínuo, outras palavras que têm estes fonemas mediais começam a ser ativadas. Note que estas ativações não se originaram de uma rotina de pareamento pelo início, portanto não serão inibidas. Por exemplo, *each* e *reach*, são ativados porque eles têm fonemas que podem ser pareados com a parte medial da palavra *teacher*. Mas, já que o ponto de pareamento medial não proporciona um visão retroativa do início da palavra alvo já escaneada, estas palavras com pareamentos não iniciais, mas com semelhança interna, continuam no páreo com níveis diferentes de ativação e competem por reconhecimento. Isto acontece por uma questão de

Tabela 2 – Tempos de reação e latência do M350 em Pylkkänen et al. (2003)

Tipo de relação	Posição	Estímulos Experimentais			Grupo Controle		
		Prime	Alvo	Tempo médio (ms)	Prime	Alvo	Tempo médio (ms)
Fonológica							
Avaliação comportamental	meio	TEACHER	reach	685	OCEAN	reach	666
Fonológica							
Avaliação comportamental	início	TEACHER	tea	705	MUFFLER	tea	672
Fonológica							
Avaliação por MEG	meio	TEACHER	reach	332	OCEAN	reach	346
Fonológica							
Avaliação por MEG	início	TEACHER	tea	350	MUFFLER	tea	332
Semântica							
Avaliação comportamental	-	IDEA	notion	732	DOOR	notion	745
Semântica							
Avaliação por MEG	-	IDEA	notion	523	DOOR	notion	542
Morfológica							
Avaliação comportamental	início	TEACHER	teach	692	OCEAN	teach	662
Morfológica							
Avaliação por MEG	início	TEACHER	teach	329	OCEAN	teach	347

segurança do sistema de reconhecimento, já que é comum termos que entender palavras mal pronunciadas. Assim, quando uma dessas palavras competidoras aparece como alvo, o início da ativação de sua representação se dá de acordo com a Hipótese da Competição (cf. Figura 9). Por isso *reach* do par *teacher-reach* é ativada mais rapidamente do que *tea* do par *teacher-tea*. Como não há inibição, a fase final do processo de reconhecimento fica mais lento porque a palavra com a ativação mais alta tem que ser escolhida dentre muitos competidores. Por isso *reach* em *teacher-reach* provoca uma reação comportamental mais lenta do que a reação em relação ao par controle, *ocean-reach*.

Outro fato de grande interesse que nos é mostrado pela Tabela 2 é que *teach* no par *teacher-teach* é ativado significativamente mais rápido do que *tea* no par *teacher-tea* e até do que *reach* do par *teacher-reach*. Ou seja, *teacher* prima *teach*. Como podemos explicar este fato? De acordo com todas estas predições de ativação fonológica pelo início, o processo de ativação de *teacher* deveria atrapalhar o de *teach*. Lembrese que logo após a parte [...tʃ...], *teach* teria o mesmo comportamento de *tea*: seria inibido como representação do *prime* e, por conseguinte, demoraria para ser ativado como alvo. Porém, o tempo de ativação de *teach* está nos níveis encontrados quando o *prime* e o alvo são a mesma palavra, ou seja, em níveis de facilitação máxima. Este achado aparentemente paradoxal pode ser facilmente interpretado à luz da Teoria da Morfologia Distribuída.

Vimos no item 2. (Os Modelos Modularistas) que, de acordo com a Teoria da Morfologia Distribuída as palavras não são pré-montadas, mas, sim, formadas dinamicamente a partir da distribuição de tarefas entre três diferentes listas que participam em três diferentes estágios na derivação da estrutura, sendo a interpretação a última dessas tarefas.

Na Enciclopédia é feito o pareamento entre forma e sentido, ou seja, é lá que um significado arbitrário é atribuído ao composto [Raiz + primeiro morfema categorizador]. Ora, *teacher* e *teach* compartilham uma mesma Raiz concatenada a um mesmo morfema categorizador *v* (vêzinho) e fazem a mesma negociação semântica neste mesmo ponto. Então, independentemente da camada morfológica mais externa [-er]_n que nominaliza o verbo *teach*, estas duas palavras são idênticas, já que em uma certa fase da derivação, *teacher* foi *teach*. Estes resultados experimentais indicam que o M350 reflete exatamente a neurofisiologia deste momento de negociação semântica. Desta forma, a teoria da ativação contínua pode discriminar entre relações de semelhança e relações de identidade sendo as primeiras fonológicas e as segundas exclusivamente morfológicas.

Em relação ao *priming* semântico testado pelo curso temporal dos pares *idea-notion* comparado ao do grupo controle *door-notion*, podemos ver que a ligação semântica divorciada da forma resultou nos níveis de ativação mais lentos do experimento, indicando que em relação à arquitetura do léxico mental a semântica não é a primeira cognição requisitada.

4. Comentários finais

A Hipótese da Ativação Contínua reúne achados de uma enorme gama de experimentos psico e neurolingüísticos e os compatibiliza com o modelo teórico da Morfologia Distribuída. É um modelo com recursos poderosos capazes de fazer ressaltar sutilezas de computações diminutas e domínios cognitivos modulares com grande especialização para tarefas cognitivas.

Porém, há que se notar que o inglês, língua-alvo preponderantemente testada nos experimentos relatados, não pos-

sui uma morfologia suficientemente rica para a investigação das previsões mais importantes da teoria. Aqui será apresentado um esboço de um programa de investigação que poderia se utilizar de um eletroencefalógrafo (EEG)⁹, substituto modesto do MEG, mas suficientemente preciso para revelar processos sutis de cognição de linguagem, já descritos teoricamente. Por exemplo, o *status* diferenciado de identidade representacional para palavras com a mesma raiz, como vimos no par *teacher-teach* em inglês, poderia ser melhor testado se tivéssemos pares com mais camadas morfológicas, casos típicos do português, como globo-globalização. Como se dá o reconhecimento de palavras em que a raiz está embutida abaixo de duas, três, quarto ou até cinco camadas morfológicas, de valor semântico composicional? Como se dá o curso do tempo de reconhecimento nestes casos?

Também ainda não foi investigado o estabelecimento de identidade morfológica quando a palavra alvo tem raiz de significado obscuro, sincronicamente falando, como é o caso de CEB formadora das palavras em português *conceber*, *receber* e *perceber*. Seguindo a hipótese da ativação contínua, já que os prefixos são diferentes, estas palavras não podem ser pareadas pelo início similar. Então elas seriam pareadas por semelhança no meio. Será que o reconhecimento da raiz nesta posição se dá de forma análoga ao reconhecimento da identidade de raiz em *teacher-teach*? O fato de não existirem palavras sem prefixo com esta raiz CEB vinda do latim e o fato de ter esta raiz um significado obscuro não impedem que ela atinja o *status* de raiz?

De acordo com a Morfologia Distribuída, haveria a previsão de identidade para palavras formadas a partir de CEB, já que a computação de morfemas e a inserção de itens do vocabulário acontecem de forma independente e antes da atribuição de conteúdo. Tendo este modelo uma visão

separacionista da sintaxe, ele prevê composição morfológica sem acesso prévio ao significado dos itens do vocabulário. Porém, este estado de coisas só pode ter uma comprovação experimental através de uma investigação neurolingüística, que permita a observação de cada microtarefa cognitiva. Os recursos da psicolingüística, por exemplo, não seriam suficientes para desempatar estas questões já que o tempo de reação a estes alvos poderia ser o mesmo de que a alvos do tipo *sebento* que compartilha similaridades fonológicas com a porção medial de um *prime* como *concebendo*. Em contraste, a análise da atividade eletrocortical relacionada a esta tarefa pode gerar ondas de forma, amplitude e latências específicas para cada uma destas microtarefas, nos ajudando a caracterizar a cognição de acesso lexical com mais detalhes.

É oportuno ressaltar que o modelo conexionista, com palavras indecomponíveis equivalentes a unidades mnemônicas independentes, não dá conta de explicar os diferentes cursos de processamento que verificamos aqui em relação ao inglês. A explicação conexionista em termos de ligações semânticas e fonológicas nem de longe explicam as diferenças entre os pares *teach-tea*; *teacher-reach* e, principalmente entre *teach-teacher*. Para este último precisamos garantir um modelo modularista que preserve a dimensão morfossintática e que tenha sensibilidade para as microtarefas.

A intenção em testar pares em português como nação-internacionalização; advento-aventura; restaurante-restaurar é usar ainda mais os recursos conjugados da Hipótese da Ativação Contínua com a Morfologia Distribuída, para palavras polimórficas que mantêm poucas regularidades entre os componentes da gramática. Um estudo com estas características é especialmente relevante para que se avance na discussão teórica entre interacionistas e modularistas. Neste sentido, é impossível não concordar com a preocupação de

SEIDENBERG, ZEVIN (no prelo) sobre o futuro incerto do conexionismo (cf. citação na Introdução). Quanto mais se vislumbrar detalhes da arquitetura micromodular da faculdade de linguagem, menos se poderá sustentar a noção de sistema generalizante, não hierarquizado, de palavras indecomponíveis, que hoje ainda caracteriza o senso comum sobre a linguagem.

The mental lexicon in action: many tasks in a few milliseconds

Abstract – After briefly reviewing basic assumptions in the interactionist and the modularist models of lexical access, this paper settles for the modularist solutions to the *Multiple Activation Problem*: the fact that in order to access one's corresponding mental representation of a word read or heard there is an activation of many competing representations, but only one of these is the ideal match. Recent empirical evidence (PYLKKÄNEN et al., 2002) points to the *Continuous Activation Theory* as an accurate lexical recognition model, which is able to distinguish between *identical* and *similar* matches respectively for morphologically and phonologically related words. This paper also suggests that the rich morphology of Portuguese might turn into a useful resource of experimental stimuli to fine-tune this theory.

Key words – Lexical access. Continuous activation. Polymorphemic words. Modularity versus connectionism. Distributed morphology.

Notas

¹ O defensor mais radical desta posição é o filósofo da linguagem Jerry FODOR (1983), que acredita que o bebê, ao nascimento, possua um sistema representacional tão rico quanto a própria linguagem que ele ainda vai adquirir. Esta é a Tese Inatista Forte de que todos os conceitos primitivos já vêm geneticamente codificados. Na medida em que um bebê vai desenvolvendo sua língua nativa, ele a usa apenas para mapear conceitos básicos que já estavam em sua mente.

² Para uma análise aprofundada do Conexionismo, cf. ELMAN et al., 1996.

³ Em POEPEL (1996a), é relatado que um mesmo teste básico de leitura realizado em diferentes laboratórios, utilizando o método de avaliação

com PET Scan, resultou em um mapeamento de ativação de áreas cerebrais diferentes.

⁴ A principal tarefa dos sistemas neuronais é construir na mente uma representação fidedigna do mundo captado pelos sentidos, para que esta representação possa ser manipulada pelos processos cognitivos. A primeira etapa desta tarefa é traduzir o estímulo físico na linguagem dos neurônios. Isto quer dizer que os estímulos físicos têm de ser recodificados em termos de efeitos sinápticos. As sinapses são o mecanismo responsável pela transmissão de impulsos entre uma célula nervosa e outra célula. A transmissão é geralmente química, e o impulso no axônio pré-sináptico causa liberação de um neurotransmissor na terminação pré-sináptica. Este mediador químico é liberado na fenda sináptica e se liga a receptores específicos na célula pós-sináptica. Em algumas sinapses, a transmissão é puramente elétrica e em outras é mista: eletroquímica. Através do efeito sináptico, o potencial de ação, uma sucessão de ondas elétricas é deflagrada e viaja em direção aos terminais axonais (botões). A chegada do potencial de ação aos botões desencadeia a liberação de moléculas de neurotransmissores que são mantidas em vesículas sinápticas. Estas moléculas alcançam a fenda sináptica, isso é, a zona de contato com o próximo neurônio, e são absorvidas por receptores localizados na membrana de postsináptica dos dendritos da próxima célula. Dependendo do neurotransmissor liberado, o potencial de ação que fluirá ao próximo neurônio pode ser propagado, bloqueado ou modificado. Isto quer dizer que os *bits* elétricos sendo transmitidos podem ser modulados por tais neurotransmissores. As sinapses são processos muito produtivos que se refazem quase imediatamente. Após, literalmente, um-milésimo de segundo, o neurônio já estará pronto para transmitir outro potencial de ação. Já que este processo pode ser reiterado indefinidamente, e já que o número e frequência dos potenciais varia em relação ao estímulo externo, os potenciais de ação funcionam como códigos digitais que podem ser decifrados por processamento cortical. Este processo é, em microperspectiva, o responsável pelo estabelecimento do relacionamento entre mente e cérebro.

⁵ Cf. LEMLE (2005) para uma análise pormenorizada deste modelo, publicada neste mesmo volume.

⁶ O paradigma de *priming* é um teste para desvendar aspectos da arquitetura do léxico mental, por exemplo os critérios de agrupamento. Agrupam-se palavras inteiras, fatias morfológicas? Por semelhança fonológica ou semântica? Para isto, os experimentadores constroem estímulos de muitos pares de palavras. Na metade dos casos, a primeira palavra do par, tecnicamente chamada de *prime*, terá algum relacionamento com a segunda palavra do par, tecnicamente chamada de *alvo*; por exemplo, no par caro-carinho há uma relação de semelhança fonológica entre

prime e alvo. Nenhum relacionamento existirá entre *prime* e alvo nos pares restantes, por exemplo caro-frio. Para que possamos conhecer a reação do voluntário aos alvos temos que incumbi-lo de uma tarefa, como discriminar se o alvo é uma palavra ou uma não-palavra. Para isso, mesclamos randomicamente os pares de palavra-palavra com um igual número de palavra-não-palavra. Analisa-se o tempo e acuidade de resposta, podendo-se assessar indiretamente a influência que o *prime* exerceu em relação ao alvo. Os tipos de influências mais testados na literatura são semântica (primo-tio), fonológica (cara-carinho), morfológica (cabeça-cabeçudo), ortográfica (pedra-vidro) e sintática (fazia-tinha).

⁷ A magnetoencefalografia (MEG) é a tecnologia mais moderna de mapeamento funcional do cérebro. Além de ser completamente não-invasiva ao ser humano, ela combina as vantagens das técnicas hemodinâmicas e das eletromagnéticas: fornece uma boa discriminação espacial de 2 mm e uma excelente resolução temporal na ordem de 1 ms. Portanto, o MEG localiza e caracteriza a atividade elétrica do sistema nervoso central com nitidez e usa para isso cálculos feitos através de medidas dos campos magnéticos que emanam no cérebro em associação aos estímulos. O MEG mede as correntes intercelulares dos neurônios, dando uma informação direta e acurada a respeito da atividade cerebral espontânea ou relacionada a um estímulo. Um voluntário estimulado pela leitura de uma palavra gera no MEG uma resposta temporal tripla aos 170, 250 e 350 ms. A resposta aos 170 ms - o M170 - está relacionado com o processamento visual primário. O M250 relaciona-se com a decodificação fonológica do estímulo. Finalmente, o M350 é o candidato para se relacionar à ativação lexical.

⁸ A fonotática (em grego, fone = voz e tática = curso) é um ramo de fonologia que lida com as restrições nas combinações permissíveis de fonemas e grafemas. A fonotática define as estruturas preferenciais das sílabas, grupos de consoantes e seqüências de vogais de grafemas e fonemas em uma dada língua. Por exemplo, em português as seqüências <ps> e /ps/, como na palavra *psicologia* são raras; em inglês, a seqüência <kn> inicial é rara, mas permitida, enquanto a /kn/ não ocorre na língua. Por outro lado, <kn> e /kn/ são comuns em alemão e em holandês.

⁹ Com um EEG é possível adquirir potenciais relacionados a evento (ERPs) que são ondas elétricas relacionadas à estimulação lingüística. Depois de tratadas matematicamente, estas ondas revelam assinaturas elétricas acopladas no tempo a diminutas cognições.

Referências bibliográficas

ALLOPENNA, P. D.; MAGNUSON, J. S.; TANENHAUS, K. Tracking the Time Course of Spoken Word Recognition Using Eye

- Movements: Evidence for Continuous Mapping Models. *Journal of Memory and Language*, n. 38, p. 419-439, 1998.
- BROWN, C. M. *Spoken-word processing in context*. Doctoral dissertation, University of Nijmegen, 1990.
- CHOMSKY, N. *Minimalist inquiries: the framework*. Cambridge, MA: MIT, 1998. 56 p. (MIT Occasional Papers in Linguistics, 15).
- DAMASIO, H.; GRABOWSKI, T.J.; TRANEL, D.; HICHTWA, R.D.; DAMASIO, A.R. A neural basis for lexical retrieval. *Nature*, v. 380, p. 499-505, 1996.
- ELMAN, J.; BATES, E.; JOHNSON, M.; KARMILOFF-SMITH, A.; PARISI, D.; PLUNKETT, K. *Rethinking Innateness. A Connectionist Perspective on Development*. Cambridge, MA: The MIT Press, 1996.
- EMBICK, D; HACKL, M.; SCHAEFFER, J.; KELEPIR, M; MARANTZ, A. A magneto-encephalographic component whose latency reflects lexical frequency. *Cognitive Brain Research*, v. 10, n. 3, p. 345-8, 2001.
- FRANÇO SO, E. Modelos conexionistas do processamento sintático. In: MAIA, M.; FINGER, I. (org.) *Processamento da linguagem*. Pelotas: Educat, 2005. Série Investigações em Psicolinguística, GT de Psicolinguística da Anpoll, v. 1, p.433-458.
- FODOR, J.A. *The modularity of mind: an essay on faculty psychology*. Cambridge, MA: MIT Press, 1983. 145 p.
- HINTON, G. How neural networks learn from experience. *Scientific American*, v. 267, n. 3, p. 144-151, 1992.
- ISEL, F.; BACRI, N. Spoken-word recognition: the access to embedded words. *Brain and Language*, v. 68, n. 1, p. 61-67, 1999.
- LEMLE, M. Mudanças sintáticas e sufixos latinos. *Linguística: revista da Pós-Graduação em Linguística da UFRJ*, Rio de Janeiro, v.1, n.1, p. 5-44, jun. 2005.
- MARANTZ, A. *Generative linguistics within the cognitive neuroscience of language*. Cambridge, MA: Department of Linguistics and Philosophy, MIT, ms, 2005.

_____. *Words*. Cambridge, MA: Department of Linguistics and Philosophy, MIT, ms, 2001.

_____. *Morphology as Syntax: Paradigms and the Ineffable, the Incomprehensible and the Unconstructable*. Cambridge, MA: Department of Linguistics and Philosophy, MIT, ms., 1999.

_____. No Escape from Syntax: Don't Try Morphological Analysis in the Privacy of Your Own Lexicon. In: DIMITRIADIS, A.; SIEGEL, L.; SUREK-CLARK, C.; WILLIAMS, A. (eds.) *Proceedings of the 21st Annual Penn Linguistic Colloquium*. Philadelphia: Penn Linguistics Club, 1997. (*U Penn Working Papers in Linguistics*, v. 4, n. 2, p. 201-225).

MARSLÉN-WILSON, W.D. Activation, competition, and frequency in lexical access. In: ALTMAN, G.T.M. (ed.) *Cognitive models of speech processing*. Cambridge, MA: MIT Press, p. 148-172, 1990.

MCCLELLAND, J.L. Parallel distributed processing: implications for cognition and development. In: MORRIS, R.G.M. (ed.) *Parallel distributed processing: implications for psychology and neurobiology*. Oxford: Oxford University Press, p. 8-45, 1989.

PINKER, S.; ULLMAN, M. The past and future of the past tense. *Trends in Cognitive Science*, Oxford (UK), v. 6, p. 456-463, 2002. ISSN: 1364-6613.

POEPEL, D. A critical review of PET studies of phonological processing. *Brain and Language*, Washington, DC, v. 55, n. 3, p. 317-51, 1996a.

_____. Some remaining questions about studying phonological processing with PET: a response to Demonet, Fiez, Paulesu, Petersen, and Zatorre. *Brain and Language*, Washington, DC, v. 55, n. 3, p. 380-5, 1996b.

POEPEL, D.; EMBICK, D. *Defining the relation between linguistics and neuroscience*. Disponível em: <http://www.ling.upenn.edu/~embick/lingneuro.pdf>. 2004.

PYLKKÄNEN, L.; GONNERMAN, L.; STRINGFELLOW, A.; MARANTZ, A. *Disambiguating the source of phonological inhibition effects in lexical decision: an MEG study*. Ms. Disponível: www.psych.nyu.edu/pylkkanen/papers/Inhibition_ms_CBR_w_figs_submitted.pdf. 2003.

PYLKKÄNEN, L.; STRINGFELLOW, A.; MARANTZ, A. *Neuromagnetic evidence for the timing of lexical activation: an MEG component sensitive to phonotactic probability but not to neighborhood density*. *Brain and Language*, Washington, DC, v. 81, n. 1-3, p. 666-78, 2002.

RADEAU, M. Facilitatory and inhibitory phonological priming effects as a function of overlap position. In: ANNUAL MEETING OF THE PSYCHONOMIC SOCIETY, 36., 1995, Los Angeles. *Abstracts ...*

RADEAU, M.; MORAIS, J.; SEGUI, J. Phonological priming between monosyllabic spoken words. *Journal of Experimental Psychology: Human Perception and Performance*, Washington, DC, v. 21, p. 1297-1311, 1995. ISSN: 0096-3445.

RASTLE, K.; DAVIS, M.; MARSLER-WILSON, W.; TYLER, L.K. Morphological and semantic effects in visual word recognition: a time course study. *Language and Cognitive Processes*, v. 15, p. 507-538, 2000. ISSN 0169-0965.

RUMELHART, D.; MCCLELLAND, J.; THE PDP RESEARCH GROUP. *Parallel Distributed Processing*, Cambridge, MA, MIT Press, v. 1, 1987.

SEIDENBERG, M.; ZEVIN, J. Connectionist models in developmental cognitive neuroscience: critical periods and the paradox of success. In: MUNAKATA, Y.; JOHNSON, M. (eds.) *Processes of change in brain and cognitive development*, Attention and performance, v. 21. Oxford: Oxford University Press. No prelo.

SEIDENBERG, M.S.; MACDONALD, M.C. A probabilistic constraints approach to language acquisition and processing. *Cognitive Science*, v. 23, p. 569-588, 1999.

SHILLCOCK, R. Lexical hypotheses in continuous speech. In: ALTMAN, G.T.M. (ed.) *Cognitive models of speech processing*. Cambridge, MA: MIT Press, 1990. P. 24-49.

SLOWIACZEK, L.M.; HAMBURGER, M. Prelexical facilitation and lexical interference in auditory word recognition. *Journal of Experimental Psychology: Learning, Memory and Cognition*, v. 18, p. 1239-1250, 1992.

SOTO-FARACO, S.; SEBASTIÁN-GALLÉS, N.; CUTLER, A. Segmental and suprasegmental mismatch in lexical access. *Journal of Memory and Language*, v. 45, p. 412-432, 2001.

VROOMEN J.; DE GELDER, B. Activation of embedded words in spoken word recognition. *Journal of Experimental Psychology*, v. 23, p. 710-720, 1997.

_____; _____. Lexical inhibition in spoken word recognition. EUROPEAN CONFERENCE ON SPEECH COMMUNICATION AND TECHNOLOGY, 4, 1995, Madri. *Proceedings*... p. 1711-1714.

ZWITSERLOOD, P. The locus of the effects of sentential-semantic context in spokenword processing. *Cognition*, v. 32, p. 25-64, 1989.

Recebido e aprovado para publicação em julho de 2005.