

## PSICOLINGÜÍSTICA E NEUROLINGÜÍSTICA

LEONOR SCLiar-CABRAL  
UFSC/CNPq

### 1. AS RELAÇÕES ENTRE A NEUROLINGÜÍSTICA E A PSICOLINGÜÍSTICA EM SUAS ORIGENS

Ao examinarmos as origens da neurolingüística e da psicolingüística, constatam-se, num primeiro exame, diferenças quanto ao contexto histórico e às ciências e, portanto, à formação de seus fundadores, sobre os quais se erigiram.

Sendo assim, o nascimento da neurolingüística, atribuído a Alajouanine (1979:12)<sup>1</sup> por ocasião da publicação em 1939, em co-autoria com Ombredane e Durand da obra *Le syndrome de désintégration phonétique dans l'aphasie*, é bastante anterior ao da psicolingüística.

A própria definição de Hécaen deixa patente a vinculação da neurolingüística, em suas origens, à afasiologia e o limite de seu escopo, logo ampliado. Na definição de Hécaen (1972:3), a neurolingüística, como subconjunto da neuropsicologia, seria o estudo das perturbações das realizações verbais, subseqüentes às lesões corticais<sup>2</sup>.

No quadro europeu, do início da 2ª Grande Guerra, em que a maioria das teorias lingüísticas era baseada no estruturalismo saussureano e/ou no funcionalismo praguense, sem uma ciência que se ocupasse especificamente do processamento, mas, sobretudo, em virtude dos métodos anátomo-clínicos, a generalização dos achados da neurolingüística a como um cérebro normal funciona e/ou à explicação das teorias em aquisição da linguagem foi recebida com reservas por cientistas como Gruber e Segalowitz (1977:5) e Fromkin e Berko-Gleason (1980:39-40). Este ceticismo se viu reforçado pelo uso de técnicas invasivas, como o método WADA, que consiste na injeção rápida de 150 a 200 miligramas de sódio amital na carótida, para verificar em situação pré-operatória quais as áreas responsáveis pelas funções da linguagem, a fim de evitar seqüelas afasiogênicas após cirurgia (Scliar-Cabral, 1984:91). Foi este método que permitiu a Milner (1973) detectar que, mesmo entre os sinistros e ambidestros, a

---

<sup>1</sup> O próprio Alajouanine é quem refere: "Mon premier livre sur l'aphasie a été publié il ya tout juste quarante ans. J'y traitais, avec André Ombredane et Marguerite Durand, de ce que l'on designe depuis sous le nom de désintégration phonétique. On a dit de cette publication qu'elle a marqué la naissance de la neurolinguistique."

<sup>2</sup> "La neurolinguistique représente un sous-ensemble de la neuropsychologie; c'est l'étude des troubles des réalisations verbales survenant après lésions corticales."

dominância hemisferial para a linguagem está no hemisfério esquerdo, na maioria dos casos. Outros métodos invasivos são o AER (média de resposta evocada, McAdam e Whitaker, 1971), o EEG (eletro-encefalograma), o método de estimulação elétrica do cérebro (Penfield, 1959) e o rCBF (fluxo sanguíneo cortical) (voltaremos a esta técnica, quando nos referirmos aos experimentos para testar o processamento dos morfemas de passado no verbo, no inglês). Esta última técnica permitiu levantar a hipótese de que, à medida que as funções vão se tornando mais automatizadas, se tornam menos dispersas por todo o sistema nervoso central, o que vem confirmado por pesquisas mais recentes e refinadas.

O surgimento explícito, programático e rotulado da psicolinguística germinou no seminário de verão da Universidade de Cornell (18-6 a 10.8.1951) e se consubstanciou dois anos depois no encontro de verão da Universidade de Indiana, em 1953, seguido pela publicação da obra de Osgood e Sebeok (1954) (Scliar-Cabral, 1991: 9). Resultou do encontro de três ciências, no que elas tinham em comum, a lingüística, a psicolinguística e a teoria da informação, com base epistemológica no comportamentalismo. Segundo a definição de Osgood e Sebeok (*op.cit.*: 4), “a psicolinguística diz respeito às relações entre as mensagens e as características dos indivíduos humanos que as selecionam e as interpretam. Num sentido mais estrito, a psicolinguística estuda os processos através dos quais as intenções dos falantes são transformadas em sinais no código culturalmente aceito e através do qual estes sinais são transformados em interpretações pelos ouvintes. Em outras palavras, a psicolinguística trata diretamente dos processos de codificação e decodificação, enquanto relacionam os estados das mensagens aos estados dos comunicadores.”

Observa-se desta definição a utilização de termos emprestados à teoria da informação, como mensagem, sinais, código, codificação e decodificação. Por outro lado, tem como projeto preencher uma lacuna deixada pela definição do objeto da lingüística, por F. de Saussure (1972), como sendo a língua, sistema coletivo, institucionalizado, que se encontra na mente dos membros de uma mesma comunidade lingüística. A ênfase emprestada aos processos por Osgood e Sebeok, como objeto da psicolinguística, que perdura até hoje, não deixou de lado o enfoque saussureano de comparar estados nem, por outro lado, o aspecto cultural do código.

## 2. A REVIRAVOLTA CHOMSKYANA

A reviravolta epistemológica produzida pela revolução chomskyana a partir de *Syntactic Structures* (Chomsky, 1957) e de sua crítica ao *Verbal Behavior* de Skinner (1957) vai ter profundas repercussões sobre os rumos da neurolinguística e da psicolinguística. Por um lado, sua busca dos universais substantivos e formais das línguas naturais e, mais recentemente, dos princípios e parâmetros que definem a Gramática Universal, provoca os cientistas a confirmar ou desconfirmar empiricamente suas teorias que afirmam: “A linguagem parece ser uma verdadeira propriedade da espécie, só da espécie humana em sua essência e uma parte comum de nossa capacidade biológica compartilhada” (Chomsky, 1988:2). Sem dúvida, tais evidências provêm do

que diferencia a espécie humana das demais, da arquitetura do sistema nervoso central (neuro-anatomia), particularmente no que diz respeito às especializações e de como funciona (neurofisiologia). As bases biológicas passam a fundamentar, pois, tais enfoques, cabendo-se destacar, neste sentido, as contribuições de Lenneberg (1967) e Lenneberg e Lenneberg (1975).

As relações entre a lingüística e a psicolingüística passam a ser permeadas, cada vez mais, pela neurolingüística e pela neuropsicologia sob a égide, posteriormente, das ciências cognitivas.

Estes desenvolvimentos comprovaram que o “cérebro possui uma arquitetura muito específica (não-homogênea), diferente para as diferentes competências. Através da seleção evolucionária, resultou na mais apropriada ao ambiente do organismo” (Schnelle 1996:50-1).

A especificidade da espécie humana para a linguagem e a hipótese da continuidade, defendidas por Chomsky, tornaram inviável o compromisso entre ambos, almejado por Piaget durante o debate na abadia de Royaumont, em 1975, uma vez que Chomsky demonstrou a impossibilidade de generalizar estruturas lingüísticas abstratas a partir dos esquemas sensorio-motrízes e a impraticabilidade dos estágios no desenvolvimento cognitivo (Piatelli-Palmarini, 1994:324). Esta especificidade alimenta, por outro lado, as novas teorias sobre a arquitetura cognitiva humana baseadas numa perspectiva evolutiva. Ao contrário do Modelo de Ciência Social Standard (SSSM), que propõe uma arquitetura cognitiva compreendendo processos livres de conteúdo, poucos e genéricos (Cosmides, Tooby, 1994:54), a perspectiva evolutiva proclama a existência de circuitos especializados para raciocinar e mecanismos regulatórios que organizam o modo como interpretamos a experiência, construímos o conhecimento e tomamos decisões, sendo multi-modular (Cosmides, Tooby, *op.cit.*:64,5).

Conforme se pode depreender, as relações entre a psicolingüística e a neurolingüística se tornam cada vez mais estreitas, num campo importantíssimo das investigações que é a filogênese da linguagem.

### 3. QUESTÕES BÁSICAS DA PSICOLINGÜÍSTICA

A psicolingüística vem aprofundando suas teorias e aprimorando seus métodos, graças às trocas com a lingüística, a neurolingüística, a neuropsicologia e outras ciências afins, como as ciências da fala, a neurologia comportamental e a neurociência computacional. Questões fundamentais como as unidades de processamento e sua representação mental; a estruturação do conhecimento lingüístico na memória a longo prazo, particularmente, dos radicais nominais, verbais, adjetivais e adverbiais com o tipo de informação que portam e dos morfemas puramente gramaticais presos ou livres; a representação mental das regras lingüísticas (para os que nelas acreditam) ou os processos analógicos; como opera o processamento, se unidirecionalmente (e, no caso, de baixo-para-cima, de cima-para-baixo ou recursivamente), se em paralelo; qual o peso dos aspectos inatos (caracterizando as propriedades do *noyau fixe*), dos maturacionais e sócio-culturais na aquisição, ou, para o lado oposto, as características da aprendizagem

lingüística. O encaminhamento destas questões vem sendo enriquecido, como afirmamos acima, graças ao próprio desenvolvimento da psicolinguística, da lingüística, da neurolinguística e das ciências que mencionamos.

Para citarmos um exemplo, a evolução da teoria chomskyana, conferindo um peso cada vez maior à informação contida no léxico tem seus reflexos sobre as posições mais em favor da continuidade e não da descontinuidade em aquisição da linguagem, estas últimas enfatizando a diferença qualitativa entre a fase de um só item e a emergência da sintaxe.

Do ponto de vista epistemológico, um grande divisor entre as tendências é o que agrupa, de um lado, os cientistas que defendem as teorias explicativas e respectivos modelos biológicos e, de outro, os que utilizam os modelos de máquina para simular como a mente funciona. Entre estes últimos situa-se a Inteligência Artificial e o conexionismo.

Abordaremos neste passo a crítica aos modelos conexionistas, um dos modelos de máquina que procura simular a aprendizagem pelo cérebro humano. Como uma das evidências empíricas mais recentes diz respeito à aprendizagem dos morfemas de passado no inglês, nos deteremos em particular nestas evidências. Apresentaremos, a seguir, um modelo biológico que explica o processamento dos morfemas de passado no inglês (Jaeger *et al.*, 1996). Pontuaremos as evidências empíricas destes últimos autores com os resultados que vimos colhendo nos últimos anos na aplicação do teste Berko (Berko-Gleason, 1971) de morfologia adaptado ao português (Scliar-Cabral, Costabile-Massoti e Gimenez-Roldán, 1978), que vêm ao encontro dos achados de Jaeger *et al.* (*op.cit.*), e comprovam, igualmente, a proposta do “Modelo integrado, contextual, interativo, dinâmico e criativo de recepção e produção da linguagem verbal” (Scliar-Cabral, 1991:142-3), pelo qual os morfemas gramaticais, inclusive os sufixos verbais, estariam representados na memória lingüística em separado dos radicais nominais, verbais, adjetivais e adverbiais, sendo as derivações regulares, na produção, geradas a partir da aplicação de regras morfofonêmicas, por *default* e as exceções (que apresentam uma frequência de uso bastante grande) puxadas de listas memorizadas.

#### 4. MODELOS DE MÁQUINA

Conforme muito bem assinalou Studdert-Kennedy (1983:54), “Um sistema artificial para entender a fala é, portanto, de interesse limitado para o estudioso de percepção da fala humana. Tal instrumental se desenvolve necessariamente em direção oposta ao do humano, para a réplica do qual foi criado. Porque, enquanto o infante tem que descobrir os segmentos de sua língua - palavras, sílabas, fonemas a partir de sua especificação no sinal, a máquina tem garantidos estes sinais *a priori* pelos que a construíram. Como modelo de percepção da fala, a máquina é tautológica e vazia de conteúdo explicativo.”

A aplicação do conexionismo para explicar o processamento das formas regulares e irregulares dos verbos no inglês foi apresentada por Rumelhart e McClelland (1986)

que, no início do treinamento utilizaram dez verbos, oito irregulares e dois regulares, em dez épocas (uma época consiste de uma apresentação completa de todos os verbos durante um treinamento, selecionados aleatoriamente).

Trata-se de um sistema único que, no que diz respeito ao passado, computa na mesma rede tanto as formas regulares quanto as irregulares, baseado na arquitetura conexionista da memória associativa, sem regras ou representações simbólicas. FODOR (1994:96) assevera, porém, que mesmo os conexionistas “assumem a existência de representações mentais *elementares* (usualmente rotuladas como “nós”), que possuem tanto propriedades causais como semânticas. *Grosso modo*, as propriedades semânticas de um nó numa rede são especificadas pelo rótulo do nó, e suas propriedades causais são determinadas pelo caráter de sua conectividade.”

Defendendo a aprendizagem a partir da percepção, os conexionistas admitem que o sistema seja capaz de fazer generalizações de tal forma que tanto as formas regulares quanto as irregulares são mapeadas diretamente às suas respectivas formas de passado. Quanto ao processamento, afirmam que a forma fonológica é puxada da memória associativa e a saída compilada por um emparelhamento dos traços fonéticos um a um.

Implementos à proposta de Rumelhart e McClelland foram feitos após as críticas de Pinker e Prince (1988). Marcus *et al.* (1992), a partir do exame da produção espontânea por 83 crianças do acervo do projeto Childes, refutaram a proposta de que as crianças, na aquisição do passado no inglês passariam por três fases, uma de memorização das formas verbais, inclusive irregulares, outra de ultra-generalização e, finalmente, a da internalização das regras de derivação regular ao lado da memorização das formas irregulares. Os autores constataram que a porcentagem de ultra-generalizações é muito baixa e não restrita a uma só fase de desenvolvimento. Por outro lado, os verbos irregulares e de alta frequência são bastante resistentes à ultra-generalização. Finalmente, existe uma fase inicial que os autores denominaram de erros livres.

Em conseqüência, Plunkett e Marchman (1991) incrementaram o modelo: o treinamento começou com vinte verbos, dez regulares e dez irregulares. Na segunda fase, foram gradualmente inserindo um verbo a cada vez, até atingir 500. A intervalos regulares, avaliavam o desempenho da rede com os verbos treinados e com novos, uma réplica da aplicação do teste Berko de morfologia (1958). Constataram um período crítico para a aprendizagem da afixação do morfema *-ed*, no treino entre 50 e 120 verbos e, ao perquirirem o fator determinante, concluíram que o número de verbos regulares deveria exceder o de irregulares em torno de 30 a 40.

Não nos deteremos, neste artigo, em outros aspectos da proposta conexionista, no que diz respeito à formação de conceitos, ao desenvolvimento do vocabulário e à aprendizagem da sintaxe. Os modelos conexionistas defendem sua superioridade, ancorados basicamente em dois pontos:

1 - fenômenos que recebiam enfoques disparatados podem ser integrados sob um só referencial explicativo;

2 - a interação de modalidades diferentes (no caso a visão e a audição) pode dar lugar a fenômenos evolutivos que não emergiriam se tratados separadamente, segundo ele, como o fazem os modelos modulares.

Deste modo, julgam incompatíveis a especialização de várias regiões do sistema nervoso central para tarefas específicas e a interação, através de assembléias de células, das várias atividades, operando concomitantemente dentro de um sistema de unidades cooperativas (Schnelle, 1996:56-7).

Em abono da proposta conexionista de um sistema único de processamento para as formas regulares e irregulares, Marchman (1993), simulando um padrão de desempenho em crianças com distúrbios de linguagem específico (SLI, *Specific Language Impairment*<sup>3</sup>), construiu uma rede na qual uma só camada escondida de nós é utilizada para aprender tanto os passados regulares quanto irregulares dos verbos ingleses. Ela demonstrou que, se as unidades desta rede forem “lesionadas” ao acaso, a capacidade para a aprendizagem dos verbos regulares fica seletivamente afetada.

Como o conexionismo é um modelo de máquina, não levantou hipóteses sobre o correlato das áreas de localização cortical no cérebro humano. No entanto, conforme asseveram Jaeger *et al.* (1996:456), tratando-se de teorias que postulam a existência de um só sistema de processamento “estas teorias prediriam que as formas regulares e irregulares são computadas na(s) mesma(s) área(s) do cérebro (i.é, seja num mesmo local, ou numa configuração distribuída similar), uma vez que se presume que mecanismos idênticos são ativados durante a produção de ambas.” Mais adiante (p.457), predizem que, coerentemente, para as teorias que postulam um só sistema de processamento “a(s) área(s) de ativação cortical seriam os córtices associativos temporal e parietal, uma vez que a tais córtices se atribui comumente o envolvimento da memória lexical e/ou associativa”, o que Jaeger *et al.* irão refutar, conforme veremos mais adiante.

No entanto, as propostas conexionistas sobre a aprendizagem dos morfemas de passado no inglês não resistem a outros argumentos, ancorados nas pesquisas sobre aquisição da linguagem.

Com efeito, não se tem notícia de crianças que tenham adquirido a morfologia de sua língua em situação natural e normal através do treino e, muito menos, que estejam expostas somente a 10 verbos regulares e 10 irregulares, aos quais sejam acrescidos um a um cada verbo, até que atinjam um número crítico para que se dê a aprendizagem.

Mesmo entre os que defendem o conexionismo, porém, há os que consideram os limites ditados à aprendizagem, pela configuração biológica inicial. O peso das restrições biológicas aos modelos de aprendizagem vem manifesto no seguinte passo de Seidenberg (1994:388): “Qualquer capacidade para aprender de um dado modelo é determinada de um modo bastante estrito por sua arquitetura e outros aspectos de sua configuração inicial.”

---

<sup>3</sup> Sobre a SLI, consulte-se Friel-PATTI (1992:126-42) e a discussão subsequente (Scliar-CABRAL, 1993:99-104).

## 5. UM MODELO BIOLÓGICO PARA EXPLICAR O PROCESSAMENTO DO PASSADO NO INGLÊS

Jaeger *et al.* (1996:451-97), após fazerem um levantamento das teorias que têm procurado explicar o processamento do passado dos verbos no inglês, apresentam suas próprias conclusões, baseadas nos resultados de um experimento utilizando tomografia com emissão de positron (PET), comparados aos obtidos com potenciais relacionados a eventos (ERP).

Mencionamos brevemente os modelos de processamento do passado no inglês aos quais os autores se reportam porque na discussão das conclusões, demonstraremos como os resultados de experimentos na neurolinguística podem confirmá-los ou desconfirmá-los.

Os autores dividem os modelos, em primeiro lugar, entre aqueles baseados nas teorias de um só sistema e os baseados nas teorias da dualidade de sistemas.

Os primeiros são tripartidos entre o connexionismo radical ao qual já nos referimos extensamente e que inspira a modelagem pelo computador; o segundo, defendido por autores como Stemberger (1994), propõe a existência de listas dos verbos no léxico (ao contrário de radicais) para o presente e o passado, tanto dos verbos regulares quanto irregulares, os quais são relacionados entre si, por conexões dos traços fonológicos e semânticos. O terceiro dos modelos tripartidos (Skousen, 1989, 1992) defende a aquisição das formas verbais por analogia.

As informações a seguir são extraídas do artigo de Jaeger *et al.* No final desta secção passaremos aos nossos comentários.

Os estudos que utilizam o PET para ativação com água- $^{15}\text{O}$ <sup>4</sup> (Jaeger *et al.*: 459-62) se baseiam na premissa de que as mudanças na atividade cerebral durante o desempenho de uma tarefa estão associadas às mudanças no fluxo de sangue numa região do cérebro (rCBF) e permitem mapeamentos relativamente precisos sobre as áreas do cérebro envolvidas, embora tenham uma resolução temporal relativamente pobre, por isto Jaeger *et al.* compararam os resultados aos obtidos com a técnica de potenciais de eventos relacionados (ERP).

Os sujeitos foram 9 homens, falantes nativos do inglês, com idade não inferior a 18 anos (idade média, 27;6), sem nenhum comprometimento neurológico ou psiquiátrico, ou sob o efeito de qualquer medicamento. Não foram informados previamente sobre os tópicos linguísticos ou cognitivos envolvidos no experimento.

Os estímulos consistiam em 5 listas de 46 palavras cada, nas seguintes condições: 3 delas contendo radicais verbais existentes na língua e duas com pseudo palavras, com estrutura vocabular semelhante. A 1ª das listas continha 14 verbos de passado irregular e 32 regulares. A 2ª lista apresentava pseudo palavras, com estrutura fonológica e grafêmica obedecendo às regras do inglês. Ambas as listas deveriam ser lidas em voz alta, sem que os Ss. fossem solicitados a fornecer o passado. A 3ª e 4ª listas, continham respectivamente 46 radicais de verbos regulares e irregulares e os Ss. foram instruídos a

---

<sup>4</sup> A forma isotópica da água- $^{15}\text{O}$  é produzida por uma reação do ciclotron sobre  $^{15}\text{O}_2$  com o gás hidrogênio.

produzir as formas do passado em voz alta. A 5ª lista, enfim, continha pseudo radicais verbais nos três contextos fonéticos que condicionam a distribuição dos alomorfes do passado no inglês. Os Ss. foram instruídos a tratá-los como verbos, produzindo a forma do passado.

Este experimento engenhoso apresenta evidências que reforçam várias teorias e modelos lingüísticos, psicolingüísticos e neurolingüísticos. Por isto passaremos às implicações e conclusões, uma vez que o tempo não nos permite entrar em detalhes sobre a discussão dos resultados, mas os hand-outs as ilustram.

Jaeger *et al.* (1996:484-90) procuraram verificar se o padrão geral das atividades confirmava esta ou aquela teoria e se as áreas específicas de ativação envolvidas nas várias tarefas seriam interpretáveis de forma consistente. Caso fossem constatadas as computações para passado tanto dos verbos regulares quanto irregulares na mesma área específica do cérebro e/ou um processamento distribuído para ambos através das mesmas áreas corticais, tais achados favoreceriam as teorias de um só sistema. Ao contrário, as teorias dos sistemas duais predizem que, pelo menos parcialmente, as áreas são distintas.

Quanto ao processamento das pseudo palavras, aplica o mesmo raciocínio: se os falantes normalmente computam o passado dos verbos regulares e das pseudo verbos *on-line*, mas não os verbos irregulares, as mesmas áreas do cérebro serão ativadas para os primeiros e não para os segundos, confirmando as teorias dos sistemas duais. Na realidade, os resultados comprovaram o acerto destas últimas, uma vez que o córtex pré-frontal dorsolateral esquerdo (46) e o córtex cingulado anterior esquerdo (24) foram envolvidos tanto na computação dos verbos regulares e dos pseudo verbos, mas não dos verbos irregulares. Em contra-partida, algumas áreas específicas foram ativadas nas tarefas de produção dos verbos irregulares: o córtex orbitofrontal lateral esquerdo (10) e o córtex associativo visual (18) e certas regiões do cerebelo. A única área do cérebro de ativação comum às três tarefas foi a de Broca (44,45): a explicação plausível é a de que esta seja área responsável pelo processamento da categoria de passado. Os autores ainda inferem dos dados que, uma vez que a área 40 seja a ativada nas duas tarefas com radicais existentes, ela seja responsável pela manutenção na memória a curto prazo (que nós preferimos considerar como operacional), enquanto para a ativação das regras de formação dos verbos regulares, sejam eles de radicais existentes, sejam eles pseudo-formas, a área ativada foi a 46. A área 21 ativa a memória lexical para os verbos irregulares enquanto a 10 atua como um bloqueador dos processos automáticos de aplicação de regras, mostrando que os processos aplicados aos verbos regulares e irregulares são competitivos. Por outro lado, houve a ativação muito maior nas tarefas que envolviam os verbos irregulares e pseudo palavras do córtex visual (lembramos que a tarefa começa por leitura), do cerebelo e da medula, o que é explicado pelos autores pela dificuldade maior destas tarefas, a exigir maior atenção e recursos associativos.

Os padrões viram-se confirmados pelos tempos de reação das atividades, computados *on-line*, bem como as respostas erradas, as quais foram consideravelmente maiores para os verbos irregulares.

As conclusões dos autores apontam para a confirmação das teorias de dualidade dos sistemas, e para a computação *on-line* por regras dos verbos regulares, existentes ou

novos. Estas conclusões são as mesmas às quais já havíamos chegado desde que começamos a aplicar o teste Berko de morfologia adaptado ao português, considerando-se, ainda, que o sistema verbal do português é muito mais complicado que o do inglês, com regras de metafonía verbal e, conforme asseveramos acima, colocando problemas adicionais quanto à forma básica do radical registrada no léxico mental.

Confirmou-se a hipótese de que as formas irregulares são listadas numa memória lexical.

## 6. COMENTÁRIOS FINAIS

Nesta exposição, em que procuramos comparar o surgimento da neurolingüística e da psicolingüística ao estágio atual das duas ciências, este último exemplificado com um experimento sobre a produção do passado nos verbos do inglês, se constata uma interdependência cada vez maior entre os pressupostos teóricos, os paradigmas, as pesquisas que eles geram e as interpretações dos resultados de três ciências afins, a lingüística, a neurolingüística e a psicolingüística.

O desenvolvimento científico e tecnológico colocou à disposição dos pesquisadores novos instrumentos que permitem calibrações mais refinadas nos recortes dos objetos de investigação e o desenvolvimento de ciências interdisciplinares como as ciências cognitivas e a neurociência, de caráter mais e geral, e de outras mais específicas, como a neurologia comportamental e a neurociência computacional. Tornase, assim, possível, testar com maior confiabilidade e precisão hipóteses sobre o processamento tanto na recepção como na produção da linguagem verbal.

O experimento que discutimos demonstra, por exemplo, a possibilidade da coexistência da especialização e dos circuitos integrados para determinadas funções e a existência destes últimos refuta as teorias que defendem a modularidade encapsulada e uni-direcionada, seja de baixo-para-cima, nos processos receptivos, seja de cima-para-baixo, na produção. Por outro lado, o experimento confirma mais uma vez a maior propriedade dos sistemas lingüísticos, assinalada já por Von Humboldt, a criatividade, na forma de regras, confirmadas pela existência de áreas especializadas em sua aplicação e por outras capazes de operar com categorias tão abstratas como [+verbo], as quais, por certo, não podem ser abstraídas nem que metaforicamente da percepção espacial ou corporal.

Uma perspectiva de experimentos muito promissores se abre com este paradigma de investigação, refinando-se o controle das váriaveis, como, por exemplo, reduzindo-as a estímulos acústicos, com exclusão da leitura e aplicando-os a línguas mais flexivas (o que os autores sugerem), como é o caso do português.

As repercussões de tais achados para o reexame dos modelos e teorias neurolingüísticas e suas aplicações clínicas são evidentes.

Finalmente, uma confiança demasiada no poder explicativo dos modelos de máquina, como o connexionismo, os separa, epistemologicamente, das correntes que defendem os modelos biológicos.

## REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- ALAJOUANINE, Th. Préface. In: A. R. Lecours e F. Lhermitte (Orgs.) **L'Aphasie**. Paris, Flammarion, 1979.
- BERKO-GLEASON, J. The child's learning of English morphology. In: A. Bar-Adon e W. F. Leopold (Orgs.) **Child language, a book of readings**. Englewood Cliffs, N.J., Prentice-Hall, 1971 [1958].
- \_\_\_\_\_. Prepared comment on Paradis' paper. In: A. Cohen (Org.) **The neurolinguistics of second language learning**. Mimeo. Rio de Janeiro, Carl and Durga Spiro Foundation, 1980.
- CHOMSKY, N. **Syntactic structures**. *The Hague*, Mouton, 1957.
- \_\_\_\_\_. **Language and problems of knowledge**. Cambridge, Ma, M.I.T. Press, 1988.
- COSMIDES, L. e TOOBY, J. Beyond intention and instinct blindness: toward na evolutionarily rigorous cognitive science. In: **Cognition**, 1994, 50(1-3):41-77.
- FODOR, J. Concepts: a potboiler. In: **Cognition**, 1994: 95-113.
- FRIEL-PATTI, S. Research in child language disorders: What do we know and where are we going? In: **Folia Phoniatica**, 44 (3-4):126-42.
- FROMKIN, V. Prepared comment on Krashen's paper. In: A. Cohen, **op.cit**.
- GRUBER, J. S. e SEGALOWITZ, S. J. Some issues and methods in the neuropsychology of language. In: S. J. Segalowitz e J. S. Gruber (Orgs.) **Language development and neurological theory**. New York, Academic Press, 1977.
- HÉCAEN, H. Introduction. In: **Langages**, 25, 1972:3-5.
- JAEGER, J. J., LOCKWOOD, A. H., KEMMERER, D. L., VAN VALIN, Jr., R. D., MURPHY, B. W. e KHALAK, H. G. A positron emission tomographic study of regular and irregular verb morphology in English. **Language**, 1996, 72(3):451-97.
- LENNEBERG, E. H. **Biological foundations of language**. New York, Wiley, 1967.
- LENNEBERG, E. H. e LENNEBERG, E. **Foundations of language development, a multidisciplinary approach**. New York, Academic, 1975.
- MARCHMAN, V. A. Constraints on plasticity in a connectionist model os the English past tense. In: **Journal of Cognitive Neuroscience**, 1993, 5: 215-34.
- MARCUS, G. F., PINJER, S., ULLMAN, M., HOLLANDER, J. ROSEN, T. J., XU, F. Overregularization in language acquisition. In: **Monographs of the Society for Research in Child Development**, Chicago, Univ. of Chicago Press 1992, 57, 4 (228).
- MCADAM, D. W. e WHITAKER, H. A. Language production: Electroencephalographic localization in the normal brain. In: **Science**, 1971, 172: 499-502.

- MILNER, B. Hemispheric specialization: Scope and limits. In: F. O. Schmidt e F. G. Worden (Orgs.): **The neurosciences Third study program**. Boston, M.I.T. Press, 1973.
- OSGOOD, C. E. e Sebeok, T. A. (Orgs.) **Psycholinguistics, a survey of theory and research problems**. Baltimore, Indiana Univ. [1954], 1965, 2.ed., Ampliada.
- PENFIELD, W. The interpretive cortex. In: **Science**, 1959,129: 1719-25.
- PIATELLI-PALMARINI, M. **Théories du langage, théories de l'apprentissage; le débat entre Jean Piaget et Noam Chomsky organisé et recueilli par Massimo Piatelli-Palmarini**. Paris, Seuil, 1979.
- PINKER, S. e PRINCE, A. On language and connectionism. Analysis of a parallel distributed processing model of language acquisition. In: **Cognition** 1988, 28:73-193.
- PLUNKETT, K., MARCHMAN, V. A. U-shaped learning and frequency effects in a multi-layered perceptron. In: **Cognition**, 1991, 39: 43-102.
- RUMELHART, D. E. e McCLELLAND, J. L. **On learning the past tenses of English verbs. Paralell distributed processing.: Explorations in the microstructure of cognition**. J. L. McClelland e D.E. Rumelhart (Orgs.), Cambridge, M. A ., M.I.T. Press, 1986, vol. II: 216-71.
- SAUSSURE, F. de **Cours de linguistique générale**. Edição crítica preparada por Túlio de Mauro. Paris, Payot.1972.
- SCHNELLE, H. Approaches to computational brain theories of language. A review of recent proposals. In: **Theoretical Linguistics**, 1996, 22 (1/2):49-104.
- SCLIAR-CABRAL, L. Prematuridade da aplicação da neurolinguística ao ensino de segundas línguas. In: **Letras de Hoje** 56, 1984:87-98.
- \_\_\_\_\_. **Introdução à psicolinguística**. São Paulo, Ática, 1991.
- \_\_\_\_\_. Discussion of Friel-Patti's article "Research in child language disorders: What do we know and where are we going?". **Intern. Journal of Psycholinguistics**, 1993, 9 (1[25]):99-104.
- SCLIAR-CABRAL, L. Costabile-Massotti, M. T. e Gimenez-Roldán, M. M. Acquisition of rules of noun number and verbal metaphony in a Portuguese dialect. **Proceedings of the 12th international congress of linguists**. Innsbruck, Institut für Sprachwissenschaft der Universität Innsbruck, 1978:617-20.
- SEIDENBERG, M. S. Language and connectionism: the developing interface. In: **Cognition**, 1994, 50(1-3):385-401.
- SKINNER, B. F. **Verbal behavior**. New York, Appleton.
- SKOUSEN, R. **Analogical modeling of language**. Dordrecht, Kluwer Academic, 1989.

STEMBERGER, J. P. Rule-less morphology at the phonology-lexicon interface. In: S. D. Lima, R. L. Corrigan e G. K. Iverson (Orgs.) **The reality of linguistic rules**. Amsterdam, John Benjamins, 1994.

STUDERT-KENNEDY, M. Perceiving phonetics events. **Status Report on Speech Research**, SR 74/75. New Heaven, Haskins Labs., 1983.