

## Investigando o processamento de narrativas em L2: um estudo com fNIRS

Lilian Cristine Scherer<sup>1</sup>, Lêda Maria Braga Tomitch<sup>2</sup>

<sup>1</sup>Mestrado em Letras – Universidade de Santa Cruz do Sul- RS (UNISC)

<sup>2</sup>Pós-Graduação em Letras/Inglês – Universidade Federal de Santa Catarina (UFSC)

lilianscherer@gmail.com, leda@cce.ufsc.br

**Resumo.** *O processamento do discurso em uma segunda língua é um campo a ser mais profundamente investigado. Graças ao advento da neuroimagem evidências in vivo desse processamento podem ser observadas no cérebro, o que permite uma melhor compreensão dos componentes implicados e de sua dinâmica para que um texto possa ser compreendido. O presente artigo apresenta uma investigação sobre o desempenho de falantes nativos de inglês ao lerem textos em francês, língua na qual possuem proficiência intermediária. Buscou-se verificar, em termos comportamentais, a acurácia e o tempo de resposta desses leitores em três níveis de processamento (a macro- e a micro-estrutura e o modelo situacional), e em termos da atividade cerebral, analisou-se a participação dos hemisférios cerebrais no processamento desses níveis, através do uso da técnica de neuroimagem fNIRS (functional Near-Infrared Spectroscopy). Participaram do estudo 10 adultos jovens falantes nativos de inglês, com um nível intermediário de proficiência na L2 – francês, e 10 adultos jovens falantes nativos de francês. Os resultados mostram diferenças estatisticamente significativas entre os dois grupos em termos da acurácia na compreensão da macro-estrutura e do modelo situacional, bem como no tempo de resposta nos três níveis de processamento das narrativas. Os resultados de neuroimagem demonstraram uma participação estatisticamente significativa (de desoxigenação – HbR) das 2 regiões de interesse (ROIs) temporais investigadas no hemisfério direito durante o processamento da macro-estrutura, bem como das 4 regiões observadas no hemisfério esquerdo (aumento na oxigenação – HbO) na compreensão da micro-estrutura.*

**Abstract.** *Discourse processing in L2 is an area which still needs more thorough investigation. With the advent of neuroimaging tools it became possible to have access to the underlying cortical areas involved in discourse processing, allowing researchers to better comprehend the dynamics of brain activity in the course of reading comprehension. This article presents the results of a study which investigated the performance of native speakers of English (L1) when reading texts in French (L2), language in which they had intermediate proficiency. The study investigated, in relation to behavioral performance, these readers' accuracy and response times when processing the text at three different levels (the macro- and the micro-structure and the situational model), and in relation to brain activity, the study analyzed the participation of the two cerebral hemispheres in*

*processing at the three levels mentioned above, using the fNIRS (functional Near-Infrared Spectroscopy) neuroimaging tool. Ten young adult native speakers of English, with an intermediate level of proficiency in French as L2, and ten young adult native speakers of French participated in the study. The behavioral results show statistically significant differences between the two groups in terms of accuracy in comprehension at both the macrostructure level and the situational model level, as well as in terms of response times in relation to the three levels of processing of the narratives. The neuroimaging results indicate a statistically significant participation (deoxygenation increase – HbR) of the 2 regions of interest in temporal areas of the right hemisphere during processing at the macrolevel, as well as of temporal and frontal regions in the left hemisphere (oxygenation increase – HbO) in comprehension at the microlevel.*

**Palavras-chave:** neuropsicolinguística; leitura em LE; fNIRS; processamento do discurso.

## **1. Introdução**

O estudo do bilingüismo é relevante para que se obtenha uma compreensão maior sobre como as línguas e seus componentes são representados, armazenados e computados no cérebro. Como aponta Vaid (2002), este tipo de estudo nos possibilita compreender melhor a relação cérebro x linguagem. Mais especificamente, consegue-se identificar como os hemisférios cerebrais participam no processamento das línguas como um todo, bem como de cada um de seus componentes – os aspectos sintáticos, semânticos, pragmáticos, fonológicos, entre outros (BEEMAN & CHIARELLO, 1998). Dentre estes componentes, o discurso tem sido um dos menos estudados, especialmente com o uso de técnicas de neuroimagem, devido às restrições impostas pelas técnicas, uma vez que a maioria delas dificulta a apresentação de tarefas mais extensas que o nível da frase, bem como a interpretação dos dados.

Neste artigo, apresentaremos alguns dos resultados obtidos através da implementação de um estudo comportamental e de neuroimagem, desenvolvido com o intuito de verificar como falantes com proficiência intermediária na segunda língua (L2)<sup>1</sup> compreendem textos nesta língua. Inicialmente, serão abordadas questões referentes à organização e ao processamento das línguas no cérebro bilíngüe. Em seguida, serão apresentados alguns dados comportamentais e de neuroimagem sobre o tratamento do discurso na L2. Finalmente, será apresentado o estudo desenvolvido, seguido da discussão dos seus dados.

## **2. Representação e processamento da L2 no cérebro bilíngüe**

Os pesquisadores não são unânimes ao definir o que venha a ser um bilíngüe. A concepção a ser usada neste trabalho é a proposta por Vaid (2002), que propõe que bilíngüe é um indivíduo que possui conhecimento de e regularmente usa duas línguas, embora as duas línguas não precisem necessariamente ser usadas no mesmo contexto ou

---

<sup>1</sup> Neste artigo, os termos “segunda língua” (L2) e “língua estrangeira” (LE) serão empregados indistintamente. Da mesma forma, não será feita aqui a distinção entre os termos “aquisição” e “aprendizagem” de segunda língua.

conhecidas no mesmo nível. Dificilmente um bilíngüe consegue atingir um nível de proficiência na L2 (e nas demais línguas, no caso dos multilíngües) do mesmo modo como atinge na sua língua materna (L1) (GROSJEAN, 1998). A língua é composta por vários componentes (sintaxe, semântica, discurso, entre outros) e engloba a compreensão e uso de quatro habilidades (leitura, fala, escrita e compreensão auditiva). Portanto, adquirir uma alta proficiência em cada um dos componentes e das habilidades é uma tarefa bastante complexa. A heterogeneidade na proficiência atingida nesses níveis decorre de vários fatores, dentre os quais citam-se a maneira e a idade com que adquirimos a L2, o contexto e a frequência de uso efetivo de cada um dos componentes e habilidades, bem como a distância estrutural entre a L1 e a L2.

A fim de compreender essas diferenças no processamento da L2 entre bilíngües, muitos aspectos correlacionados têm sido o escopo de pesquisas recentes. Dentre elas, destacam-se: 1. os estudos sobre a representação cortical da L1 e da L2 (se o substrato cortical para a linguagem é o mesmo em monolíngües e bilíngües, se ou quando o processamento da L2 recruta as mesmas regiões envolvidas no processamento da L1, bem como a influência da tipologia de tarefas na ativação cerebral), 2. o papel da idade e da forma de aquisição (se em contexto natural ou formal, como numa sala de aula), e 3. a influência do nível de proficiência na organização e armazenamento da L2. Evidências aportadas por esses estudos têm mostrado que dois dos mais importantes fatores a determinar o processamento da L2 é a sua frequência de uso e a proficiência alcançada na referida língua (BIALYSTOK, 2006; FABRO, 2001). Essa conclusão aponta para a necessidade de observar esses dados ao analisarem-se os resultados obtidos nos experimentos.

Uma questão importante que subjaz aos estudos sobre a estruturação das línguas no cérebro é a maneira como o seu conhecimento é armazenado no sistema de memória. Os indivíduos precisam combinar dois tipos de memórias: a procedural e a declarativa. A memória procedural relaciona-se com o uso automático e não-consciente de características governadas por regras como as sintáticas, fonológicas, morfológicas e lexicais, enquanto que a memória declarativa engloba propriedades como o significado de palavras e seus sons. Os dois sistemas são independentes, mas interconectados. Da mesma forma, não se pode postular que, por causa da existência desses dois sistemas, duas línguas sejam localizadas em regiões distintas. Dados advindos de estudos com técnicas de neuroimagem e com estimulação cortical têm confirmado a existência de redes sobrepostas entre as línguas, com uma diferenciação maior quanto às áreas ativadas no caso das línguas menos proficientes (PARADIS, 2004). Em outras palavras, segundo o autor, as duas línguas no cérebro de um bilíngüe são neurofuncionalmente independentes,

“embora sua representação não seja anatomicamente independente [...], embora cada sistema lingüístico possa ser articulado por circuitos neuronais diferentes” (PARADIS, 2004, p. 190).

Paradis acrescenta ainda que o que difere entre monolíngües e bilíngües é *o que* é processado (ou seja, as estruturas internas dos conteúdos), mas não *como* é processado (ou seja, os princípios pelos quais as línguas são representadas e processadas).

Ligada também à discussão sobre o armazenamento das línguas no cérebro, está a questão sobre como são acessadas as línguas nos sistemas de memória. Segundo

Green (1998) e Green e Price (2001), quanto mais uma palavra, expressão ou língua é usada e quanto mais recente tiver sido seu uso em relação à sua tradução equivalente, mais baixo será seu limiar de ativação, ou seja, mais facilmente será ativada. Se, ao contrário, não é utilizada com frequência ou não recentemente, o limiar de ativação estará alto, o que dificultará sua evocação num contexto bilíngüe. Portanto, a disponibilidade de uma palavra, expressão ou língua está diretamente relacionada à frequência e à recenticidade de seu uso.

### **3. A pesquisa sobre o processamento do discurso por bilíngües**

#### **3.1. Evidências advindas de estudos comportamentais**

Alguns dos temas mais investigados por estudos comportamentais sobre o tratamento do discurso por bilíngües são o papel da proficiência na compreensão de textos e a questão do uso de estratégias de leitura e de sua transferência ou não da L1.

Para ilustrar o primeiro tema na agenda de pesquisa, pode-se citar o estudo desenvolvido por Chen e Donim (1997), que investigou o papel da proficiência lingüística na L2 e do conhecimento específico do assunto tratado no texto no processamento do discurso por bilíngües. Os pesquisadores verificaram que o conhecimento do conteúdo era mais relevante para a compreensão dos níveis mais elevados do discurso do que para a computação de aspectos mais locais, sintáticos e semânticos. Já a proficiência na L2 consistentemente afetou o processamento de ordem mais inferior (mais centradas nos aspectos formais, gramaticais, do texto), mas não foi decisiva na compreensão de ordens mais elevadas no discurso.

Outro estudo, conduzido por Walter (2004), investigou a transferência de estratégias de leitura da L1 (francês) para a L2 (inglês) por falantes de proficiência elevada (intermediária avançada) e menos elevada (intermediária). Seu estudo revelou que alunos mais proficientes conseguem aplicar com mais sucesso estratégias de leitura para lidar com o texto escrito na L2, ao passo que os menos proficientes não conseguem, mesmo quando eles não sentem problemas em processar as sentenças dos textos. A autora concluiu que os falantes proficientes obtêm êxito ao transferir para a L2 a habilidade de construir corretamente representações mentais dos textos e que esta habilidade está ligada ao desenvolvimento da memória de trabalho aplicada ao processamento da L2.

#### **3.2. Evidências advindas de estudos com neuroimagem**

Estudos desenvolvidos com neuroimagem têm possibilitado a comparação e o refinamento de dados advindos de estudos comportamentais. Um aspecto confirmado na maioria dos trabalhos é o de que existe uma maior variabilidade nos padrões de ativação cerebral no processamento da L2 por bilíngües menos proficientes. Essa variabilidade é refletida, por exemplo, na ativação adicional de áreas mesio-temporais, parahipocampais e pré-frontais, conhecidas por estarem envolvidas, respectivamente, na memória declarativa e no controle consciente, e em áreas do hemisfério direito, envolvido, entre outras atividades, com a inferenciação pragmática (PARADIS, 2004). Desse modo, ocorre uma maior dispersão e uma menor ativação nas áreas perisilvianas tradicionais. Uma explicação plausível para a variabilidade seria que a variação no processamento da L2 por falantes não-proficientes, em oposição à maior homogeneidade verificada nos

padrões de ativação da L1, automatizada, poderia retratar uma aplicação de estratégias compensatórias recrutadas para lidar com uma reduzida competência implícita.

As técnicas de neuroimagem mais utilizadas para o estudo do processamento do discurso têm sido a imagem por ressonância magnética funcional (IRMf) e a tomografia por emissão de pósitron (TEP). Estudos de neuroimagem com textos apresentados visualmente são raros, provavelmente como uma consequência das limitações impostas pelas técnicas para este tipo de modalidade de apresentação. Um exemplo de estudo sobre a leitura de texto por bilíngües é o desenvolvido por Kobayashi e colegas (2006), que analisaram a compreensão da teoria da mente por bilíngües falantes de japonês e inglês e por monolíngües falantes de inglês. Os autores pretendiam examinar a influência da cultura e da língua nas bases neuronais relacionadas ao processamento da teoria da mente, uma vez que resultados incongruentes haviam sido reportados na literatura sobre a compreensão deste aspecto por populações com diferentes culturas. Em seu experimento, ambos os grupos de cultura/língua recrutaram vários correlatos neuronais, incluindo o córtex medial pré-frontal e o córtex cingulado anterior; no entanto, algumas outras áreas tais como o giro frontal inferior foram empregados de uma forma específica segundo a língua/cultura, sugerindo que o modo como os adultos compreendem a teoria da mente não é completamente universal.

Uma análise de dados aportados por estudos sobre a compreensão de texto veiculado oralmente (PERANI et al., 1998 e 1996; DEHAENE et al., 1997) e a produção de discurso oral (WATTERNDORF et al., 2001; KIM et al., 1997) reflete, de um modo geral, uma ativação bilateral e mais difusa, especialmente no hemisfério direito, quando o participante da pesquisa apresenta níveis mais baixos de proficiência e em aquisição mais tardia da L2 (depois da infância<sup>2</sup>). Com relação ao processamento da L1, áreas perisilvianas revelaram maior ativação. Outro dado importante diz respeito à possível diferenciação no funcionamento da área de Broca. Algumas pesquisas sugerem uma especialização diferenciada na área de Broca (mais especificamente na BA44 e BA45), a qual pode ser relacionada à idade e à forma de aquisição, à natureza da linguagem, ou ainda, segundo postulado por outros estudos, à tipologia da tarefa ou dos domínios específicos da linguagem, como observado em um estudo desenvolvido por Newman e colegas (2003), o qual demonstrou diferentes padrões de ativação dentro da área de Broca para diferentes condições sintáticas e semânticas na L1.

A seguir, apresenta-se o experimento desenvolvido para investigar o processamento do discurso por bilíngües, através da técnica fNIRS.

#### **4. O experimento**

O experimento aqui reportado foi desenvolvido utilizando uma técnica de neuroimagem não invasiva, com alta resolução temporal e razoável resolução espacial, denominada fNIRS (*functional Near-Infrared Spectroscopy*), no Centre de Recherche Institut Universitaire de Gériatrie de Montréal (CRIUGM), centro de pesquisa filiado à Universidade de Montreal, no Canadá. A técnica consiste na emissão de raios

---

<sup>2</sup> Estudos têm trazido dados nem sempre congruentes no sentido de apontar uma relação entre a idade de aquisição e a organização da L2 no cérebro. Tem havido uma tendência a se enfatizar o papel do uso efetivo da L2 e de sua recenticidade (aliados à proficiência) em detrimento do fator idade de aquisição para explicar a ativação da L2 de forma mais ou menos similar à da registrada na L1.

infravermelhos acoplados às regiões cerebrais a serem investigadas, juntamente com detectores, os quais captarão as mudanças hemodinâmicas decorrentes das ativações corticais resultantes da resolução das tarefas experimentais propostas. A colocação dos eletrodos (de emissão dos raios e de captação) obedece ao sistema de colocação utilizado pelo método empregado em Potenciais Relacionados a Eventos (PRE). A técnica tem como vantagem em relação às outras o fato de permitir o registro de imagens de regiões corticais de maneira ecologicamente mais válida, uma vez que o participante responde às tarefas acomodado confortavelmente diante do computador, sem interferência de ruídos gerados pelo equipamento. Movimentos devem ser controlados, porém o participante não fica tão imobilizado quanto deve permanecer ao se submeter à maioria das outras técnicas. Além disso, fNIRS tem um custo menos elevado que o uso de IRMf ou TEP.

O objetivo da pesquisa foi verificar a compreensão leitora de falantes nativos de inglês, aprendizes de francês, nos três diferentes níveis de compreensão do discurso – micro-estrutura (MIC), macro-estrutura (MAC) e modelo situacional (SIT) (Kintsch, 1998). Dados comportamentais sobre acurácia e tempo de resposta foram coletados através da utilização do software E-Prime, concomitantemente com a coleta de dados de neuroimagem.

Participou do estudo um grupo formado por 10 adultos jovens (doravante denominado JI) (6 do sexo masculino), bilíngües (L1 = inglês, L2 = francês, em nível intermediário de proficiência), idade entre 21 e 34 anos (média 24.2), cuja escolaridade varia entre 13 e 20 anos (média 16.6). A idade de aquisição do francês varia entre 9 e 16 anos (média 11.2). Todos os participantes receberam instrução formal em francês, ou seja, freqüentaram cursos de formação geral ministrados em francês de 4 a 12 anos (média 6.6). Para atestar sua proficiência na L2, os participantes responderam a um questionário que, dentre outros dados, solicitou uma auto-avaliação do domínio do francês nas quatro habilidades lingüísticas, além de resolverem um teste standard, o DELF B, no qual obtiveram um escore entre 60 e 88 pontos (média 74.8). Ambos os instrumentos atestaram a proficiência intermediária dos participantes. Como grupo controle, participaram 10 adultos jovens falantes nativos de francês (doravante denominado grupo JF), 6 do sexo masculino, com idade entre 21 e 36 anos (média 25.7) e escolaridade entre 15 e 22 anos de estudos formais (média de 17.3).

Aplicaram-se testes neuropsicológicos para verificação das condições de capacidade de inibição, atenção e memória de trabalho, a fim de possibilitar o cruzamento desses dados com a performance dos participantes. Esses dados encontram-se em fase de análise.

Para a verificação da compreensão leitora, os participantes leram 36 pequenas narrativas em francês, agrupadas em blocos nas 3 condições investigadas (MIC, MAC e SIT), seguidas de afirmações sobre cada narrativa. Essas afirmações deveriam ser julgadas como sendo verdadeiras ou falsas em relação ao conteúdo da narrativa lida. Os participantes deveriam pressionar a tecla indicando V (para verdadeiro) ou F (para falso) no teclado do computador. Uma sessão de treinamento antecedeu as aquisições. (Para maiores detalhes sobre o estudo, ver SCHERER, 2007). Quatro regiões de interesse (ROIs) foram selecionadas, bilateralmente: 2 regiões frontais – a inferior e uma mais

mediana, entre as quais estava a área de Broca – e 2 regiões temporais, incluindo a área de Wernicke.

## **5. Apresentação e Discussão dos Resultados**

Os dados comportamentais, analisados através da aplicação dos testes estatísticos Kruskal-Wallis e Friedman, demonstraram diferenças significativas entre os dois grupos em termos da acurácia no processamento dos níveis mais elevados do discurso (MAC e SIT). O grupo JI (não proficiente em francês) revelou escores mais baixos também no processamento de MIC, porém não houve relevância estatística na comparação entre os grupos. Em termos do tempo de resposta, diferenças significativas ocorreram no processamento dos três níveis de compreensão das narrativas na comparação entre os grupos, uma vez que o grupo JI demonstrou um tempo de resposta significativamente superior ao do grupo JF.

Os dados obtidos através da neuroimagem revelaram uma ativação significativa (ou seja, aumento dos níveis de HbO - oxi-hemoglobina) nas 4 regiões de interesse (ROIs) no hemisfério esquerdo durante o processamento de MIC pelo grupo JI, e um aumento significativo de HbR (desoxigenação) na região que abrange o lobo temporal superior esquerdo no grupo JF. As ativações não alcançaram índices significativos no processamento de SIT em ambos os grupos, ao passo que MAC gerou um aumento significativo de HbR nas duas regiões temporais investigadas, no hemisfério direito, no grupo JI (ver Figura 1).

Uma análise geral dos padrões de ativação cerebral dos leitores de francês como L2 revela uma participação mais significativa de áreas cerebrais neste grupo, bem como uma maior difusão nas ativações. Esses dados corroboram resultados anteriores, apresentados na literatura, os quais demonstraram que, ao produzirem ou compreenderem uma língua menos proficiente, os participantes recrutam áreas adicionais para lidarem com a tarefa lingüística.

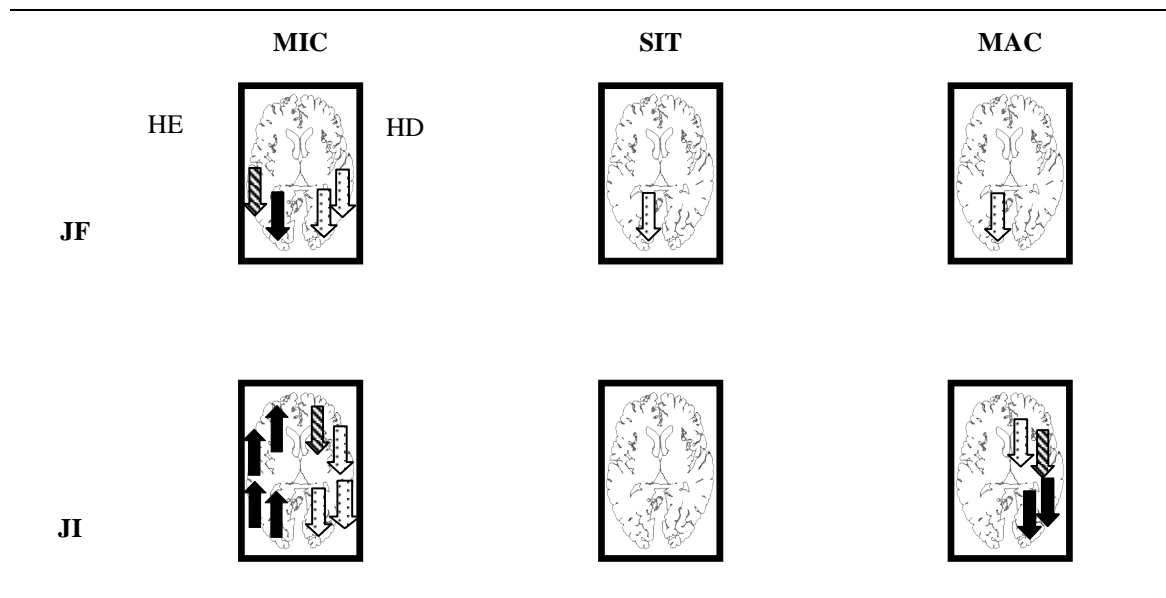
Da mesma forma, comparando-se o papel dos dois hemisférios cerebrais, confirmam-se dados já reportados (FEDERMEIER, KUTAS, 1999). Mais especificamente, ressaltou-se aqui o papel do HE na compreensão mais local do texto em termos sintáticos e semânticos (aqui, na micro-estrutura textual), na comparação com o HD, essencial para processos de integração semântica no nível do discurso (aqui, representado pela macro-estrutura textual). Em outras palavras, enquanto o HE focaliza a coerência local, entre e dentro de frases, o HD se encarrega da coerência global, na macro-estrutura da mensagem.

Comparando-se dados de neuroimagem com os comportamentais, pode-se pressupor que a ativação significativa no processamento de MIC pelo grupo JI (não nativos), no HE, demonstrou uma acertada estratégia de processamento, uma vez que o resultado comportamental demonstrou altos níveis de acurácia. Por outro lado, uma ativação de regiões temporais no processamento da MAC por este grupo levou a baixos níveis de acurácia, revelando uma possível escolha errônea de estratégias para lidar com a macro-estrutura do texto, uma vez que as regiões frontais do HD são mais relacionadas ao processamento desse nível textual (JOANETTE, BROWNELL, 1990).

**Fig. 1: Representação dos padrões hemodinâmicos nas ROIs por grupo e condição**

↑ = HbO (oxigenação) ↓ = HbR (desoxigenação) ● ( $p \leq 0.05$ ) ◐ ( $p \leq 0.08 \ \& \ \geq 0.05$ )

◑ ( $p \leq 0.1 \ \& \ \geq 0.09$ )



Finalmente, os dados parecem trazer evidências para confirmar a ocorrência de uma cooperação entre os hemisférios cerebrais para lidar com alguma questão complicadora (MAERTENS, POLLMANN, 2005), no caso, o processamento lingüístico, visualizado em especial no processamento da micro-estrutura.

## 6. Considerações finais

A organização das línguas no cérebro bilíngüe ou multilíngüe é uma fascinante arena de investigação, ainda muito incipiente. As técnicas de neuroimagem surgem como uma importante ferramenta para ampliar nosso conhecimento sobre os construtos neuropsicolingüísticos associados ao processamento das línguas, relacionando-se esse processamento ao papel dos hemisférios cerebrais e de componentes diretamente envolvidos, como os diferentes tipos de memórias e a capacidade de atenção e de inibição. No entanto, cabe ressaltar a relevância da associação desses estudos com dados empíricos comportamentais, os quais fornecem importantes fontes de reflexão no momento em que se interpretam esses dados à luz de evidências aportadas pela neuroimagem.

Desse modo, poderá ocorrer um avanço no sentido de se proporem teorias que procurem explicar o processamento lingüístico por bilíngües. O surgimento dessas bases teóricas mais consistentes possibilitará também um aprimoramento no diagnóstico e no tratamento de deficiências lingüísticas congênitas ou adquiridas.

## 7. Referências

BEEMAN, M., CHIARELLO, C. Commentary: Getting the right meaning from discourse - Concluding remarks: getting the whole story right. In Mark Beeman and



Christine Chiarello (Eds.) *Right hemisphere language comprehension: Perspectives from cognitive science*. New Jersey: LEA, 1998.

BIALYSTOK, E. The impact of bilingualism on language and literacy development. In T. Bhatia & W. Ritchie (Eds.), *The handbook of bilingualism* (pp: 577-601). New York: Blackwell, 2006.

CHEN, Q, DONIN, J. Discourse processing in first and second language biology texts: effects of language proficiency and domain-specific knowledge. *Modern Language Journal*, 81, 2, 209-227, 1997.

DEHAENE, S., DUPOUX, E., MEHLER, J., COHEN, L., PAULESU, E., PERANI, D., VAN DE MOORTELE, P., LEHERICY, S., LE BIHAN, D. Anatomical variability in the cortical representation of first and second language. *Neuroreport*, 8: 3809-3815, 1997.

FABRO, F. The Bilingual Brain: Cerebral Representation of Languages. *Brain and Language*, 79: 211-222, 2001.

FEDERMEIER, K.D., KUTAS, M. Right words and left words: electrophysiological evidence for hemispheric differences in meaning processing. *Cognitive Brain Research*, 8: 373-392, 1999.

GREEN, D.W., PRICE, C. Functional imaging in the study of recovery patterns in bilingual aphasia. *Bilingualism: Language and Cognition*, 4: 191-201, 2001.

GREEN, D.W. (1998). Mental control of the bilingual lexico-semantic system. *Bilingualism. Language and Cognition*, 1, 67-81.

GROSJEAN, F. Studying bilinguals: Methodological and conceptual issues. *Bilingualism: Language and Cognition*, 1: 131-149, CUP, 1998.

KOBAYASHI, C, GLOVER, G.H., TEMPLE, E. Cultural and linguistic influence on neural bases of 'theory of mind': An fMRI study with Japanese bilinguals. *Brain and Language*, 98, 210-220, 2006.

JOANETTE, Y., BROWNELL, H.H. *Discourse Ability and Brain Damage: Theoretical and Empirical Perspectives*. New York: Springer-Verlag, 1990.

KIM, K.H., RELKIN, N.R., LEE, K.M., HIRSCH, J. Distinct cortical areas associated with native and second languages. *Nature*, 388, 171-174, 1997.

KINTSCH, W. *Comprehension: a paradigm for cognition*. New York: Cambridge University Press, 1998.

MAERTENS, M., POLLMANN, S. (2005). Interhemispheric resource sharing: Decreasing benefits with increasing processing efficiency. *Brain and Cognition*, 58, 183-192.

NEWMAN, S.D., JUST, M.A., KELLER, T.A., ROTH, J., CARPENTER, P.A. Differential effects of syntactic and semantic processing on the subregions of Broca's area. *Cognitive Brain Research*, 16, 297-307, 2003.

PARADIS, M. *A Neurolinguistic Theory of Bilingualism* (Studies on Bilingualism, 18). Amsterdam: John Benjamins Publishing Co, 2004.

PERANI, D., DEHAENE, S., GRASSI, F., COHEN, L., CAPPÀ, S.F., DUPOUX, E., FAZIO, F., MEHLER, J. Brain processing of native and foreign languages. *NeuroReport*, 7, 2439-2444, 1996.

PERANI, D., PAULESU, E., SEBASTIAN-GALLÉS, N., DUPOUX, E., DEHAENE, D., BETTINAEDI, V., CAPPÀ, S., FAZIO, F., MEHLER, J. The bilingual brain: Proficiency and age of acquisition of the second language. *Brain*, 121: 1841-1852, 1998.

SCHERER, L.C. *The impact of aging and language proficiency on the interhemispheric dynamics for discourse processing: a NIRS study*. Tese de doutorado não publicada. UFSC, 2007.

VAID, J. Bilingualism. *Encyclopedia of the Human Brain*, Vol. 1: 417-434, Elsevier Science, USA, 2002.

WALTER, C. Transfer of reading comprehension skills to L2 is linked to mental representations of text and to L2 working memory. *Applied Linguistics*, 25, 3, 315-339, 2004.

WATTENDORF, E., WESTERMANN, B., ZAPPATORE, D., FRANCESCHINI, R., LÜDI, G., RADÜ, E-W., NITSCH, C. Different language activate different subfields in Broca Area. *NeuroImage*, 13, part 2, 2001.