

A influência da Escolaridade na lateralização inter-hemisférica da linguagem

Susana Araújo*

Alexandra Reis*

Luís Faísca*

Resumo: Uma questão crítica no entendimento da assimetria inter-hemisférica para a linguagem diz respeito ao desenvolvimento da especialização hemisférica esquerda para o processamento do discurso em função da idade. Numerosas investigações realizadas sobre esta temática têm oscilado entre uma perspectiva inata e estanca da lateralização cerebral e uma perspectiva que preconiza ser o seu desenvolvimento progressivo e passível de influências externas. No âmbito do debate recente sobre a influência de factores ambientais neste processo, propusemo-nos investigar o efeito da escolaridade no processo de lateralização inter-hemisférica, recorrendo à técnica da escuta dicótica e comparando crianças que ainda não iniciaram a escolaridade com crianças que frequentam diferentes níveis do ensino básico. No nosso estudo, manipulamos a orientação da atenção (focada à direita ou à esquerda) e a carga verbal dos estímulos utilizados (elevada e baixa carga verbal). Os resultados mostram uma diminuição progressiva das diferenças entre ouvidos com a escolaridade, remetendo para duas explicações possivelmente complementares: 1) uma atenuação com a escolaridade da lateralização cerebral da linguagem; 2) uma melhoria progressiva na capacidade de orientar a atenção exigida pela prova de escuta dicótica.

Palavras-Chave: Lateralização Hemisférica, Linguagem, Desenvolvimento, Escuta Dicótica.

The influence of schooling on inter-hemispheric language lateralization

Abstract: A critical question in understanding the brain lateralization for language concerns the development of a left hemispheric specialization for speech as a function of age. Several investigations on this topic have considered either a perspective of innate brain lateralization or, rather, a perspective that considers its progressive development and susceptibility to external influences. Our study aims to contribute to the recent debate about the external influences on language hemispheric specialization. We investigated the effect of literacy in hemispheric lateralization, examining the dichotic listening test performance in children before the beginning of formal reading instruction and children at the elementary school (2nd and 4th grade). In the dichotic listening task, we manipulated the allocation of attentional resources (directed-left vs. directed-right) and the load of the verbal stimuli (high and low lexical workload). The results showed that the right-ear advantage diminishes as the child advances in school, suggesting two possibly complementary explanations: 1) literacy seems to attenuate laterality differences in language processing; 2) children ability to make attentional shifts during dichotic listening tasks increases through schooling.

Keywords: Hemispheric lateralization, Language, Development, Dichotic Listening Task.

* Departamento de Psicologia, Faculdade de Ciências Humanas e Sociais, Universidade do Algarve, Faro, Portugal.

Introdução

As diferenças funcionais e anatómicas entre os dois hemisférios cerebrais são uma das descobertas mais robustas no âmbito das Neurociências Cognitivas. A especialização do hemisfério esquerdo para as funções linguísticas despoletou desde sempre particular interesse, gerando um vasto número de investigações. Uma questão crítica no entendimento da lateralização cerebral e, mais especificamente, da lateralização da linguagem, diz respeito ao seu desenvolvimento com o decorrer da idade e ao momento em que o hemisfério esquerdo se torna especializado para as funções de discurso. Lenneberg (1968) sugeriu que o processo de lateralização hemisférica para a linguagem decorreria durante o denominado “período crítico”, com início aos dois anos de idade e estando consolidado na altura da puberdade. Outros autores deslocam o momento em que surgem as assimetrias hemisféricas para uma idade mais tardia na infância (Vargha-Khadem, Watters, & O’Gorman, 1985). Contudo, o modelo tradicional da lateralização progressiva da linguagem com a idade começa a ser posto em causa pela comunidade científica na década de setenta, por não receber sustentação dos resultados encontrados em estudos que recorriam quer à técnica de escuta dicótica quer ao registo electroencefalográfico. Começa-se a assumir como mais adequada uma perspectiva inata da lateralização hemisférica, considerando que o cérebro já está equipado com centros especializados para a linguagem localizados no hemisfério esquerdo mesmo antes de se adquirir competências linguísticas (Berlin, Hughes, Lowe-Bell, & Berlin, 1973; Eling, Marshall, & Galen, 1981; Mehler & Christophe, 1996; Molfese, 1998). Paralelamente, vários estudos começam a dar

conta de uma diminuição com a idade da magnitude da assimetria inter-hemisférica da linguagem, provavelmente devido a um maior envolvimento do hemisfério direito (ver por exemplo, Bellis, Nicol, & Kraus, 2000).

Outra questão relevante, que contraria uma perspectiva inata e estanque da lateralização da linguagem, pouco susceptível a factores externos (ver por exemplo, Thompson et al., 2001), diz respeito à influência dos factores ambientais na especialização hemisférica esquerda da linguagem. De entre as variáveis ambientais, a literacia tem recebido particular atenção. A este respeito, alguns resultados têm corroborado uma influência da escolaridade em vários processos cognitivos, nomeadamente ao nível dos processos linguísticos (Pettersson, Reis, & Ingvar, 2001; Pettersson & Reis, 2006). Um contributo importante para o esclarecimento da influência da escolaridade derivou de estudos comparativos entre sujeitos letrados e iletrados, dando conta de um maior envolvimento do hemisfério direito no processamento da linguagem oral dos primeiros comparativamente aos não escolarizados (Tzavaras, Kaprinis, & Gatzoyas, 1981; Tzavaras, Phocas, Kaprinis, & Karavatos, 1993). À luz dos resultados destes estudos, o processamento da linguagem nos indivíduos letrados parece recrutar mais regiões de ambos os hemisférios cerebrais do que nos iletrados. No entanto, alguns estudos com resultados contrários aos descritos tornam ambígua a influência da escolaridade na especialização hemisférica da linguagem. Por exemplo, no estudo realizado por Damásio e colaboradores (Damásio, Damásio, Castro-Caldas, & Hamsher, 1979), onde se comparou o desempenho de sujeitos letrados e iletrados em diferentes provas de escuta dicótica, observou-se uma vantagem

do ouvido direito para ambos os grupos quando os estímulos apresentados eram dígitos e pares de palavras dissimilares. Contudo, para pares de palavras similares, os iletrados mostravam uma vantagem do ouvido esquerdo, levando a supor que a representação cerebral para a linguagem é mais bilateral neste grupo. A favor desta interpretação estão os resultados de Cameron, Currier e Haerer (1971), ao verificaram uma maior probabilidade de haver afasia após lesão hemisférica esquerda em sujeitos letrados comparativamente aos iletrados, indicando assim uma maior participação da hemisfério direito no processamento das funções linguísticas nos iletrados.

Contrariamente, Castro e Moraes (1987) não encontram diferenças entre os sujeitos letrados e iletrados em provas de escuta dicótica, sugerindo que a dominância do hemisfério esquerdo para a linguagem não é influenciada pela literacia e educação formal. Também os resultados de Damásio e colaboradores (1976) vão no mesmo sentido, uma vez que não encontraram diferenças relativamente à incidência de afasia, entre sujeitos escolarizados e não escolarizados com lesão cerebral focal (Damásio, Castro-Caldas, Grosso, & Ferro, 1976).

Em suma, o impacto da escolaridade na organização funcional dos processos linguísticos entre os dois hemisférios continua a ser uma questão em aberto. Partindo desta problemática, propusemos explorar se existem diferenças ao nível da lateralização hemisférica da linguagem entre crianças que ainda não iniciaram a sua escolaridade e crianças com diferentes graus de escolaridade do primeiro ciclo do ensino básico, recorrendo a provas de escuta dicótica e manipulando a carga verbal dos estímulos. Assumindo que a escolaridade poderá equipar ambos os

hemisféricos com maior número de recursos linguísticos, esperamos que as crianças mais escolarizadas apresentem um menor grau de lateralização hemisférica para a linguagem, expressa numa menor diferença entre ouvidos e num menor número de intrusões. Esperamos igualmente, à semelhança dos resultados encontrados por Lamm e Epstein (1997), que a assimetria hemisférica para os estímulos linguísticos seja menos acentuada quando estes apresentam uma carga verbal mais baixa.

Método

Participantes

Participaram neste estudo setenta e duas crianças de diferentes níveis de escolaridade, de nacionalidade portuguesa e sem problemas auditivos: 24 do pré-escolar (média de idades \pm desvio-padrão: 5.3 \pm 0.5; amplitude: 5-6 anos), 24 do segundo ano do primeiro ciclo do ensino básico (média de idades \pm desvio-padrão: 7.4 \pm 0.5; amplitude: 7-8 anos) e 24 do quarto ano do primeiro ciclo do ensino básico (média de idades \pm desvio-padrão: 9.2 \pm 0.4; amplitude: 9-10 anos). Uma vez que o género parece estar correlacionado com a organização funcional da linguagem (ver por exemplo, Gazzaniga, Ivry, & Mangum, 1998), cada um dos grupos foi composto por igual número de participantes do sexo feminino e do sexo masculino.

Material

Os estímulos utilizados nas provas dicóticas do presente estudo foram primeiramente seleccionados, de acordo com a classificação de Lamm e Epstein (1994), em função da sua carga verbal. Segundo estes autores, as palavras apresentam ele-

vada carga verbal e os dígitos, pelo contrário, apresentam uma baixa carga verbal. Esta diferença encontra-se estritamente ligada ao facto da prova de dígitos incluir apenas nove estímulos diferentes, o que poderá ajudar a criança no desempenho da prova, quer por aumentar a probabilidade de acertar ao acaso, quer porque, ao ouvir palavras repetidas de um grupo muito limitado e definido, ensaio após ensaio, a activação preparatória no sistema de processamento lexical semântico poderá facilitar a resposta (Lamm & Epstein, 1994). A prova de escuta dicótica com palavras foi constituída por 48 pares de substantivos dissilábicos, distribuídos por duas listas (24 pares em cada lista). Para a construção dos pares escolhemos palavras concretas e familiares, dissimilares fonologicamente e com acentuação na primeira sílaba (p.e., guerra/sapo). A prova de escuta dicótica com dígitos foi igualmente constituída por 48 pares distribuídos por duas listas de igual número. Na construção desta prova foram utilizados os dez dígitos (de zero a nove). Os pares de dígitos foram seleccionados de modo a que cada um ocorresse com a mesma frequência em toda a prova.

Para ambas as provas dicóticas foram construídas duas versões que se distinguiram pelo ouvido em que os estímulos eram apresentados (p.e., versão a: ouvido direito – neve / ouvido esquerdo – fome; versão b: ouvido direito – fome / ouvido esquerdo – neve). Os estímulos foram gravados em formato digital por uma voz feminina, com entoação e intensidade constantes, sendo posteriormente processados num programa de edição áudio de forma a sincronizar o início e fim de cada estímulo nos canais direito e esquerdo e a manter um intervalo de cinco segundos entre os estímulos.

Procedimento

Para o nosso estudo recorreremos à técnica de escuta dicótica desenvolvida por Kimura (1967), que consiste na apresentação simultânea de dois estímulos auditivos diferentes, sendo pedido ao sujeito para os evocar de seguida. O paradigma clássico da escuta dicótica assume que as vias auditivas que conectam os ouvidos aos hemisférios contralaterais são mais desenvolvidas e apresentam um acesso preferencial ao córtex, comparativamente às vias ipsilaterais (Kimura, 1967).

Em cada uma das provas de escuta dicótica recorreu-se ao “paradigma da atenção focada”, visto que permite controlar melhor os enviesamentos ao nível da atenção dos sujeitos (Obrzut, Boliek, & Obrzut, 1986). Os participantes eram instruídos a direccionar a sua atenção unicamente para o estímulo apresentado em um dos ouvidos (esquerdo ou direito), evocando-o de seguida. Previamente à aplicação das provas foi realizado um treino, constituído por seis pares de estímulos, de modo a garantir que todas as crianças avaliadas compreendessem o que lhes era pedido. Os 24 participantes de cada grupo de escolaridade foram distribuídos, dentro de cada género, de forma a garantir o equilíbrio dos seguintes aspectos: (a) o ouvido atendido em primeiro lugar; (b) a ordem de realização das duas provas (palavras e dígitos); (c) a versão da lista utilizada (versões a e b); e (d) ordem de apresentação das listas, de modo a evitar o efeito da ordem de apresentação dos pares de estímulos.

Em ambas as provas de escuta dicótica foram registadas todas as respostas dos participantes (acertos e erros), considerando-se como resposta correcta a evocação da palavra do par correspondente ao ouvido a atender. A pontuação máxima de cada prova é de 24 pontos para cada condição atencional.

Resultados

Acuidade nas provas de escuta dicótica

O desempenho dos participantes em cada um das provas foi avaliado atendendo ao número de respostas correctamente evocadas nas condições de atenção focada à esquerda e à direita.

dígitos, essa vantagem só é estatisticamente significativa para os participantes do pré-escolar (teste de Wilcoxon: Pré-escolar $p = .011$; 2º ano $p = .167$; 4º ano $p = .317$), enquanto que na prova de palavras a vantagem do ouvido direito é estatisticamente significativa para as crianças do pré-escolar e do segundo ano ($p = .000$ e $p = .006$,

Tabela 1 - Desempenho nas duas provas de escuta dicótica, de acordo com o nível de escolaridade (média ± desvio-padrão do número de respostas correctas e do índice de lateralidade). Comparação entre grupos através do teste de Kruskal-Wallis. OD – ouvido direito; OE – ouvido esquerdo.

	Pré-Escolar	2º Ano de Escolaridade	4º Ano de Escolaridade	K-W (p)
Dígitos				
Focada OD	20.4 ^a ± 3.7	22.7 ^b ± 1.7	22.6 ^b ± 1.3	.043
Focada OE	16.1 ^a ± 7.7	21.0 ^b ± 5.0	22.0 ^b ± 1.9	.000
Índice de Lateralidade	17.2 ^a ± 33.2	5.7 ^a ± 21.3	1.3 ^a ± 14.7	.122
Palavras				
Focada OD	16.7 ^a ± 4.0	19.4 ^b ± 3.2	17.4a ^b ± 4.2	.037
Focada OE	8.8 ^a ± 5.0	15.2 ^b ± 5.8	16.3 ^b ± 4.6	.000
Índice de Lateralidade	34.4 ^a ± 29.5	15.0 ^b ± 25.5	4.0 ^b ± 21.9	.000

Nota: As médias assinaladas com letras distintas indicam grupos com tendência central significativamente diferente ($\alpha = 0.05$); análise post-hoc através do teste de Mann-Whitney.

Na Tabela 1 podemos observar as médias e os desvios-padrão do desempenho dos participantes dos três grupos de escolaridade para as duas provas (dígitos e palavras) nas condições de atenção focada à direita e à esquerda. As diferenças entre os grupos de escolaridade caracterizam-se, em geral, por um aumento significativo do desempenho em ambas as provas na passagem do pré-escolar para o grupo do segundo ano de escolaridade, não havendo diferenças significativas entre participantes com dois e quatro anos de escolaridade. No que respeita à assimetria entre o ouvido esquerdo e direito, realizou-se uma comparação entre condições de atenção, observando-se vantagem do ouvido direito em todos os grupos e para ambas as provas. No entanto, relativamente à prova de

respectivamente), mas não para as do quarto ano ($p = .242$).

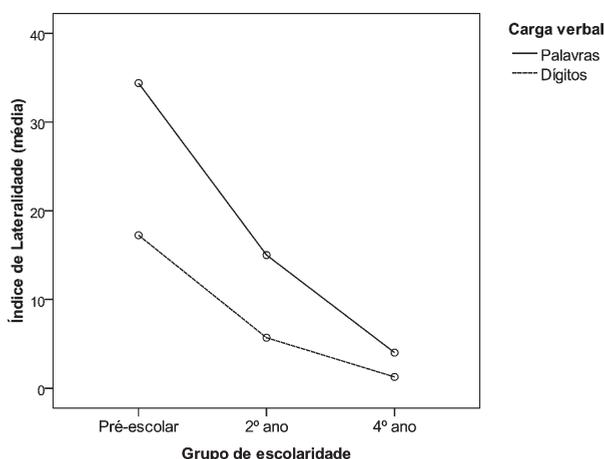
A fim de aprofundar o efeito das condições experimentais na lateralidade, efectuou-se uma análise da variância (ANOVA) considerando o grupo de escolaridade como factor entre-sujeitos, o tipo de prova (elevada e baixa carga verbal) como factor intra-sujeito, e o índice de lateralidade como variável dependente. Este índice baseia-se no coeficiente proposto por Marshall, Caplan e Holmes (1975) e consiste na diferença do número de respostas correctas entre a condição de atenção focada no ouvido direito e a condição de atenção focada no ouvido esquerdo, dividindo esta diferença pelo total de respostas correctas e multiplicando o valor resultante por 100. Um índice de

lateralidade positivo indica uma vantagem do ouvido direito, o que remete para a superioridade do hemisfério esquerdo, enquanto um índice de lateralidade negativo, por sua vez, revela uma vantagem do ouvido esquerdo e remete para a superioridade do hemisfério direito.

Os resultados mostram um efeito de forte magnitude do Grupo de Escolaridade sobre a variação do índice de lateralidade [$F(2, 69) = 6.5$; $p = .003$; η^2 parcial = 0.16], efeito que se deve sobretudo ao grupo pré-escolar apresentar um índice de lateralidade significativamente superior ao dos restantes grupos, indicando uma maior superioridade do ouvido direito em ambas as provas para as crianças neste nível de escolaridade. Verifica-se igualmente um efeito de forte magnitude da Carga Verbal [$F(1, 69) = 17.2$; $p = .000$; η^2 parcial = 0.20]: a vantagem do ouvido direito manifesta-se mais acentuadamente quando os estímulos utilizados na prova têm maior carga verbal (palavras). Finalmente, observa-se uma interacção significativa de magnitude moderada entre estes dois factores [$F(2, 69) = 3.2$; $p = .048$; η^2 parcial = 0.09], ilustrada pela Figura 1.

A análise da Figura 1 permite observar uma diminuição progressiva da vantagem do ouvido direito com aumento da escolaridade em ambas as provas, sendo essa diminuição mais marcada na prova com maior carga verbal. É importante referir que a diferença entre provas para o índice de lateralidade se manifesta de forma clara no grupo de participantes do ensino pré-escolar (d de Cohen = 0.55, teste de Wilcoxon: $p = .001$) e que se atenua progressivamente com o aumento da escolaridade (2º ano: d de Cohen = 0.40, $p = .017$; 4º ano: d de Cohen = 0.17, $p = .331$). Procurou-se ainda averiguar se o índice de lateralidade se distinguia de forma significativa de zero (valor indicador de ausência de vantagem de qualquer ouvido). Verificou-se que nos participantes do pré-escolar a vantagem do ouvido direito é significativa para ambas as provas (Dígitos: $p = .018$; Palavras: $p = .000$); no grupo do segundo ano de escolaridade o índice de lateralidade registado na prova de dígitos não é suficientemente elevado para se considerar haver vantagem do ouvido direito, apesar de sê-lo para a prova de palavras (Dígitos: $p = .214$; Palavras:

Figura 1 - Efeito do Grupo de Escolaridade no Índice de Lateralidade em função da Carga Verbal da prova de escuta dicótica



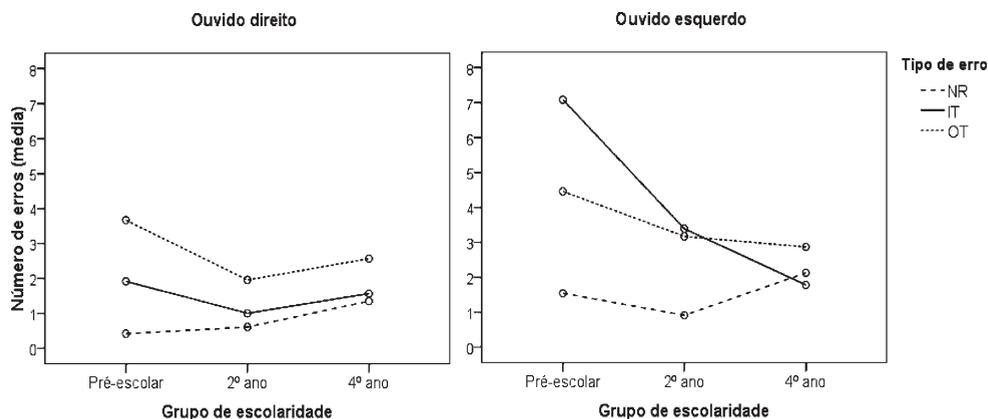
$p = .000$). Por último, no grupo do quarto ano de escolaridade os valores do índice de lateralidade indicam que não existe, para nenhuma das provas, vantagem significativa de qualquer um dos ouvidos no desempenho dos participantes (Dígitos: $p = .212$; Palavras: $p = .390$).

Análise dos erros

Os erros cometidos pelos participantes foram divididos pelas seguintes categorias: 1) Não resposta (o sujeito não evoca qualquer resposta); 2) Intrusão total (o sujeito evoca o estímulo apresentado no ouvido que se indicou para não atender); e 3) Outros erros (todas as outras respostas diferentes dos estímulos apresentados). Dado que a distribuição dos diferentes tipos de erro na prova de dígitos é semelhante nos três grupos de escolaridade (testes de Kruskal-Wallis: $p > .35$), registrando-se diferenças entre os grupos apenas na prova com maior carga verbal (palavras), procedemos somente à análise desta última. Assim, na prova de palavras registou-se

um efeito significativo do grupo de escolaridade [$F(2, 67) = 13.7$; $p = .000$; η^2 parcial = 0.29] e do foco da atenção [$F(1, 67) = 35.4$; $p = .000$; η^2 parcial = 0.35], assinalando-se maior incidência de erros no nível pré-escolar e quando a atenção é focada ao ouvido esquerdo. No que respeita ao tipo de erro cometido, observa-se maior ocorrência de Outros erros e de Intrusões totais [$F(2,134) = 41.8$; $p = .000$; η^2 parcial = 0.38]. Embora os diferentes tipos de erro ocorram mais frequentemente quando se foca a atenção à esquerda, é na incidência das Intrusões totais que o efeito desta condição se manifesta de forma mais nítida [interacção: Foco de atenção x Erro: $F(2,134) = 5.2$; $p = .007$; η^2 parcial = 0.07]. A distribuição dos erros varia também de acordo com o grupo de escolaridade dos participantes [interacção significativa Grupo x Erro: $F(4, 134) = 4.7$; $p = .001$; $\eta^2 = 0.12$]: no grupo não escolarizado predominam os Outros erros e as Intrusões totais, diminuindo a sua incidência com o aumento da escolaridade, especialmente para as Intrusões totais. As Não respostas, por sua vez, não apa-

Figura 2 - Efeito do grupo de escolaridade na ocorrência dos diferentes tipos de erros cometidos na prova de palavras, segundo o foco da atenção (tipos de erro: NR – não resposta; IT – intrusão total; OT – outros erros)



rentam ser influenciadas pela escolaridade. Finalmente, a interação de terceira ordem também é significativa [interacção Grupo \times Tipo de Erro \times Foco de Atenção: $F(4,134) = 2.8$; $p = .027$; η^2 parcial = 0.08], verificando-se um decréscimo acentuado com a escolaridade do número de Intrusões totais para a condição de atenção focada à esquerda, contrariamente ao verificado para a condição de atenção focada à direita, onde a incidência das Intrusões totais não é afectada pela escolaridade. Paralelamente, verifica-se uma diminuição de Outros erros nos sujeitos escolarizados quando é pedido para focarem a atenção à esquerda. Na condição de atenção focada à direita, esta tendência expressa-se apenas na passagem do pré-escolar para o segundo ano de escolaridade.

Discussão

No presente estudo procurámos explorar o impacto da escolaridade na lateralização hemisférica da linguagem, comparando o desempenho de crianças não escolarizadas com crianças de diferentes graus do primeiro ciclo do ensino básico. Recorremos à técnica da escuta dicótica, como medida que permite inferir sobre a lateralização dos processos linguísticos, e manipulámos a carga verbal dos estímulos, no sentido de verificar se a diferente exigência em termos de recursos verbais imposta pelo tipo de estímulo afectaria as diferenças de lateralidade.

A maioria das crianças que participaram no presente estudo apresentou vantagem do ouvido direito nas duas provas dicóticas, resultado que corrobora a concepção amplamente aceite da dominância do hemisfério esquerdo para o processamento de estímulos verbais (para uma revisão ver

Josse & Tzouriou-Mazoyer, 2004), e que sugere estar esta vantagem já fixada no grupo do pré-escolar (por volta dos cinco anos). No entanto, verifica-se que a superioridade do ouvido direito diminui com a escolaridade, esbatendo-se as diferenças entre ouvidos no grupo do quarto ano, o que vai de encontro aos resultados apresentados por diversos estudos (ver por exemplo, Petersson, Reis, & Ingvar, 2001). A acentuada vantagem do ouvido direito encontrada nas crianças mais jovens poderá sugerir uma perda da informação vinda do ouvido esquerdo, provavelmente devida à menor eficiência do processo de transmissão inter-hemisférica (passagem da informação do hemisfério direito para o hemisfério esquerdo, onde será processada), tal como proposto por Larsen (1984). Assumiu-se neste estudo que os dígitos são estímulos verbais mais fáceis de processar que as palavras, não só por serem mais previsíveis, pois repetem-se ao longo da prova, mas também por a sua decodificação fonológica e semântica poder ser auxiliada por expectativas *top-down* (Obrzut et al., 1986). Atendendo a que uma prova de escuta dicótica implica armazenar na memória a curto prazo estímulos que serão posteriormente evocados, sendo portanto sensível ao “peso” desses estímulos (Bode, Nicol, & Kraus, 2007), os dígitos constituem estímulos mais fáceis de reter. Um aspecto adicional a referir é que provas de escuta dicótica que exijam maior discriminação semântica (portanto, mais exigentes em termos de processamento linguístico) geram maior activação unilateral do hemisfério esquerdo, produzindo, assim, um efeito de lateralização mais pronunciado (Christianson, Saisa, Hugdahl, & Asbjornsen, 1992). Neste sentido, seria possível prever que os sujeitos dos diferentes grupos de escolaridade apresentas-

sem na prova de dígitos desempenhos semelhantes para ambos os ouvidos (e consequentemente, menor assimetria entre ouvidos) comparativamente à prova de palavras (que exigiria mais recursos verbais).

Em concordância, no presente estudo a análise do índice de lateralidade de acordo com o tipo de estímulo apresentado mostrou que os participantes apresentaram desempenhos equivalentes entre ouvidos quando os estímulos tinham menor carga verbal (dígitos), comparativamente à prova com maior carga verbal (palavras), onde se assiste a uma maior magnitude da diferença entre ouvidos. Observámos ainda que a diminuição da assimetria entre ouvidos com a escolaridade é mais marcada na prova de palavras do que na dos dígitos. Fazendo uma análise mais atenta dos dados, verificamos que, na verdade, os resultados da prova de dígitos mostram que a vantagem do ouvido direito deixa de ser notória nos grupos escolarizados mas não no grupo pré-escolar. Por outro lado, verificamos que os grupos se comportam de forma diferente na prova de palavras, observando-se igualdade entre ouvidos apenas no grupo do quarto ano de escolaridade. Os resultados podem indicar que a diminuição da lateralização hemisférica da linguagem se manifesta mais precocemente em provas com menor exigência processual e que a escolaridade formal parece contribuir para uma crescente participação bi-hemisférica no processamento de informação verbal.

De realçar que as evidências apresentadas não excluem a hipótese de que a diminuição da assimetria entre ouvidos reflecta, pelo menos parcialmente, e tal como sugerido por alguns autores (Lamm & Epstein, 1997; Hugdahl, 2000; Hugdahl, Carlsson, & Eichele, 2001), o contributo de uma capacidade de orientação da aten-

ção mais desenvolvida nos sujeitos escolarizados. A análise dos erros cometidos pelos participantes contribuiu para esclarecer o papel dos mecanismos atencionais nos desempenhos observados. O facto dos participantes não escolarizados terem cometido maior número de intrusões totais de palavras apresentadas ao ouvido direito quando focavam a atenção à esquerda, parece assinalar uma dificuldade em seguir a instrução de atender ao ouvido não preferencial. Os participantes não escolarizados (mais jovens) parecem mostrar-se menos capazes de inibir a interferência da informação verbal que lhes chega ao hemisfério esquerdo pela via dominante (ouvido direito); deste modo, os seus recursos verbais irão contribuir sobretudo para o sucesso da prova quando a atenção se dirige para o ouvido que veicula directamente a informação ao hemisfério linguístico. Pelo contrário, os sujeitos mais escolarizados (mais velhos) conseguem controlar melhor a orientação da atenção e, portanto, são capazes de seguir mais facilmente as instruções para atender a qualquer um dos ouvidos. Assim, os recursos verbais destes sujeitos podem ser distribuídos mais bilateralmente, atenuando-se o índice de lateralidade. Outros autores têm sugerido que a capacidade para atender ao ouvido contralateral ao hemisfério esquerdo aumenta à medida que as crianças melhoram a competência de leitura (Hugdahl & Andersson, 1987; Kershner & Morton, 1990). Portanto, uma inferência possível é que a diminuição da diferença entre ouvidos observada no presente estudo, reflecte tanto o progressivo domínio das estratégias atencionais dos sujeitos como o efeito da crescente participação bi-hemisférica no processamento de informação verbal, ambos os efeitos podendo estar dependentes da escolaridade.

Em resumo, os resultados encontrados revelam que a vantagem do ouvido direito nas provas de escuta dicótica parece atenuar-se com a escolarização, sugerindo que a aprendizagem da leitura e da escrita nos dois primeiros anos de escolaridade interfere na redistribuição bi-hemisférica dos processos linguísticos. Contudo, é de realçar que uma explicação alternativa pertinente para a atenuação da vantagem do ouvido direito relaciona-se com um possível envolvimento crescente do hemisfério direito no processamento linguístico com o aumento da idade (Springer & Deutsch, 1994). De facto, reconhecemos que o nosso estudo não permite uma distinção clara entre a influência da escolaridade e a influência da idade nos resultados observados. No entanto, o facto de os nossos resultados terem sido concordantes com estudos prévios com provas de escuta dicótica efectuados com adultos letrados e iletrados, e que revelam vantagem mais ténue do ouvido direito nos sujeitos que sabem ler e escrever (Tzavaras et al., 1981; Bramão, Mendonça, Faísca, Petersson, & Reis, 2005), parece favorecer efectivamente uma explicação à luz do contributo da escolarização (em detrimento da idade) na bilateralização. Este efeito da escolaridade na diminuição da vantagem do ouvido direito é também explicado por Waldie e Mosley (2000, 2000a), que consideram que a aquisição da leitura torna menos expressivo o grau de lateralização cerebral. Sugere-se, assim, que no processamento da linguagem haja uma integração progressiva dos hemisférios esquerdo e direito, integração essa incentivada pela escolaridade. No entanto, as diferenças entre níveis de escolaridade reportadas neste estudo parecem depender também de um factor atencional, também ele sensível à escolari-

dade. Assim, para além da atenuação da lateralização hemisférica da linguagem com a escolaridade, é importante considerar o aumento progressivo da capacidade para distribuir a atenção, aspecto fundamental sempre que se utiliza o paradigma da escuta dicótica para estudar a lateralização das funções cerebrais.

Referências bibliográficas

- Bellis, T., Nicol, T., & Kraus, N. (2000). Aging affects hemispheric asymmetry in the neural representation of speech sounds. *The Journal of Neuroscience*, 20 (2), 791-797.
- Berlin, C., Hughes, L., Lowe-Bell, S., & Berlin, H. (1973). Dichotic right ear advantage in children 5 to 13. *Cortex*, 9, 394-402.
- Bode, S., Sininger, Y., Healy, E. W., Mathern, G. W., & Zaidel, E. (2007). Dichotic listening after cerebral hemispherectomy: Methodological and theoretical observations. *Neuropsychologia*, 45, 2461-2466.
- Bramão, M. I., Mendonça, A., Faísca, L., Petersson, K. M., & Reis, A. (2005). Schooling and hemispheric specialization: A dichotic listening study. *International Neuropsychological Society Meeting, Dublin*, July 6-9, 2005.
- Cameron, R. F., Currier, R. D., & Haerer, A. F. (1971). Aphasia and literacy. *British Journal of Disorder of Communication*, 6, 161-163.
- Castro, S. L., & Morais, J. (1987). Ear differences in illiterates. *Neuropsychologia*, 25, 409-417.
- Christianson, S., Saisa, J., Hugdahl, K., & Asbjornsen, A. (1992). Hemispheric asymmetry effects in children studied by dichotic listening and visual half-field testing. *Scandinavian Journal of Psychology*, 33, 238-246.

- Damásio, A., Castro-Caldas, A., Grosso, J. T., & Ferro, J. M. (1976). Brain specialization for language do not depend on literacy. *Archives of Neurology*, *33*, 300-301.
- Damásio, H., Damásio, A., Castro-Caldas, A., & Hamsher, K. S. (1979). Reversal of ear advantage for phonetically similar words in illiterates. *Journal of Clinical Neuropsychology*, *1*, 331-338.
- Eling, P., Marshall, J., & Galen, G. (1981). The development of language lateralization as measured by dichotic listening. *Neuropsychologia*, *19*, 767-773.
- Gazzaniga, M., Ivry, R. & Mangum, G. (1998). *Cognitive neuroscience: the biology of the mind*. EUA: W. W. Norton & Company.
- Hugdahl, K., & Andersson, B. (1987). Dichotic listening and reading acquisition in children: A one-year follow-up. *Journal of Clinical and Experimental Neuropsychology*, *9*, 631-649.
- Hugdahl, K. (2000). Lateralization of cognitive processes in the brain. *Acta Psychologica*, *105*, 211-235.
- Hugdahl, K., Carlsson, G., & Eichele, T. (2001). Age effects in dichotic listening to consonant-vowel syllables: Interactions with attention. *Developmental Neuropsychology*, *20* (1), 445-457.
- Josse, G., & Tzouriou-Mazoyer, N. (2004). Hemispheric specialization for language. *Brain Research Reviews*, *44*, 1-12.
- Kershner, J. R., & Morton, L. L. (1990). Directed attention dichotic listening in reading disabled children: A test of four models of maladaptive lateralization. *Neuropsychologia*, *28*, 181-190.
- Kimura, D. (1967). Functional asymmetry of the brain in dichotic listening. *Cortex*, *3*, 163-178.
- Lamm, O., & Epstein, R. (1994). Dichotic listening performance under high and low lexical work load in subtypes of developmental dyslexia. *Neuropsychologia*, *32*, 757-785.
- Lamm, O., & Epstein, R. (1997). Dichotic listening in children: the reflection of verbal and attentional changes with age. *Journal of Experimental Child Psychology*, *65*, 25-42.
- Larsen, S. (1984). Developmental changes in the pattern of ear asymmetry as revealed by a dichotic listening task. *Cortex*, *20*, 5-17.
- Lenneberg, H. (1968). Response to reviews of biological foundations of language. *Journal of Communication Disorders*, *1* (4), 320-322.
- Marshall, J. C., Caplan, D., & Holmes, J. M. (1975). The measure of laterality. *Neuropsychologia*, *13*, 315-322.
- Mehler, J., & Christophe, A. (1996). Maturation and Learning of Language in the First Year of Life. In M. Gazzaniga (Ed.), *The Cognitive neurosciences* (pp. 943-952). EUA: Editor in chief.
- Molfese, D. L. (1998). Chapter 3 Electrophysiological correlates of early speech perception and language development during infancy and early childhood. *Advances in Psychology*, *125*, 107-153.
- Obrzut, J., Boliek, C., & Obrzut, A. (1986). The effect of stimulus type and directed attention on dichotic listening with children. *Journal of Experimental Child Psychology*, *41*, 198-209.
- Petersson, K. M., Reis, A., & Ingvar, M. (2001). Cognitive processing in literate and illiterate subjects: A review of some recent behavioural and functional neuroimaging data. *Scandinavian Journal of Psychology*, *42*, 251-267.

- Petersson, K. M., & Reis, A. (2006). Characteristics of illiterate and literate cognitive processing: Implications for brain-behavior Co-constructivism. In P. B. Baltes & F. Rösler & P. A. Reuter-Lorenz (Eds.), *Lifespan Development and the Brain: The Perspective of Biocultural Co-Constructivism* (pp. 279-305). New-York: Cambridge University Press.
- Springer, S., & Deutsch, G. (1994). *Cerebro izquierdo, cerebro derecho*. Barcelona: Editorial Gedisa, S. A.
- Thompson, P. M., Cannon, T. D., Narr, K. L., Erp, T., Poutanen, V. P., Huttunen, M., Lönqvist, J., Standertskjöld-Nordenstam, C. G., Kaprio, J., Khaledy, M., Dail, R., Zoumalan, C. I., & Toga, A. W. (2001). Genetic influences on brain structure. *Nature Neuroscience*, 4, 1253-1258.
- Tzavaras, A., Kaprinis, G., & Gatzoyas, A. (1981). Literacy and hemispheric specialization for language: Dichotic listening in illiterates. *Neuropsychologia*, 19, 565-570.
- Tzavaras, A., Phocas, C., Kaprinis, G., & Karatavos, A., (1993). Literacy and hemispheric specialization for language: Dichotic listening in young functionally illiterate men. *Perceptual and Motor Skills*, 77, 195-199.
- Vargha-Khadem, F., Watters, G. V., & O'Gorman, A. M. (1985). Development of speech and language following bilateral frontal lesions. *Brain and Language*, 25 (1), 167-183.
- Waldie, K., & Mosley, J. (2000). Developmental trends in right hemispheric participation in reading. *Neuropsychologia*, 38, 462-474.
- Waldie, K., & Mosley, J. (2000a). Hemispheric Specialization for Reading. *Brain and Language*, 75, 108-122.