

A leitura de palavras no bilinguismo sob o viés do modelo de dupla rota: uma revisão sistemática

Bilingual word reading as viewed by the dual-route model: a systematic review

Ellen Cristina Gerner Siqueira¹, Lilian Cristine Hübner², Maximiliano Agustin Wilson³

¹ Mestranda em Linguística, PPGL/PUCRS, Grupo de Estudos em Neurolinguística e Psicolinguística (GENP), bolsista CNPq.
E-mail: ecgsiqueira@gmail.com

² Professora adjunta do Curso de Letras e do Programa de Pós-Graduação em Letras da Pontifícia Universidade Católica do Rio Grande do Sul (PUCRS) e pesquisadora de Produtividade em Pesquisa do CNPq.

E-mail: lilian.hubner@pucrs.br

³ Pesquisador no Centre de recherche CERVO, Institut universitaire en santé mentale de Québec et Département de réadaptation, Université Laval, Québec, Canada.

E-mail: maximiliano.wilson@fmed.ulaval.ca

RESUMO: A leitura envolve múltiplos processos interdependentes e, segundo o modelo de dupla rota, tal habilidade se dá basicamente por duas vias, a fonológica e a lexical. Ler na língua materna (L1) requer um aprendizado sistemático e é um grande desafio justamente por conta dos múltiplos processos envolvidos. Ao aprender uma segunda língua (L2), novos elementos (fonológicos, lexicais e ortográficos) são introduzidos na leitura, exigindo novas habilidades do falante. Esta revisão sistemática tem como objetivo identificar as rotas de leitura preferencialmente utilizadas por indivíduos bilíngues, na L1 e na L2, e as variáveis que influenciam sua utilização. Para isso, foram selecionados artigos científicos publicados nos últimos 10 anos em diferentes bases de dados, incluindo estudos de neuroimagem. Após a pesquisa foi possível verificar que, assim como em sujeitos monolíngues, são múltiplos os fatores que influenciam a estratégia de leitura utilizada por sujeitos bilíngues, sendo a transparência ortográfica da língua e a proficiência do leitor os principais elementos. Compreender os fatores que influenciam a habilidade leitora de sujeitos bilíngues é importante para o desenvolvimento de novas estratégias que facilitem tanto o ensino como a aprendizagem de língua adicional, bem como auxiliar na recuperação de línguas de um bi/multilíngue.

Palavras-chave: Bilinguismo; Leitura; Modelo de dupla rota.

ABSTRACT: Reading is composed of multiple and interdependent processes, and according to the dual-route model, such ability is exerted basically in two ways, the phonological one and the lexical one. Reading in the mother tongue (L1) requires explicit instruction and it is a great challenge, precisely because of the multiple processes involved. By learning a second language (L2), new elements (phonological, lexical and orthographic) are introduced into reading, requiring the speaker to develop new skills. This bibliographical review has the goal to identify, under the dual-route model, the preferred reading routes used by bilingual individuals, both on L1 and L2, and the variables that influence their use. To accomplish that, articles published in the past 10 years were selected in different data bases, including studies on neuroimaging. At the end of the research it was possible to identify that, just as for monolingual subjects, multiple factors influence the reading strategies used by bilingual subjects, out of which the language orthographical transparency and the subject's reading proficiency are the main elements. Understanding the factors that influenced the reading skills in bilinguals is important for the development of new strategies to facilitate both teaching and learning additional languages, as well as to help language recovery on bilinguals/multilinguals.

Keywords: Bilingualism; Reading; Dual-route model.



1 Introdução

A linguagem escrita data de pelo menos 5.400 anos, mas, ainda assim, a capacidade de ler e escrever continua intrigando pesquisadores em todo o mundo. Diferente da linguagem oral, que é naturalmente adquirida, na exposição e no convívio com outras pessoas, a linguagem escrita é um produto sociocultural, que precisa ser aprendido de forma sistemática (DEHAENE, 2012). Leitura e escrita são os dois processos envolvidos na linguagem escrita e por abarcarem distintos processos cognitivos são estudados separadamente pela Psicolinguística, campo teórico que abrigará este estudo (SALLES e PARENTE, 2002).

O processamento da leitura, objeto deste estudo, consiste, basicamente, em reconhecer um código escrito, decodificá-lo e acessar o seu significado. Esse processo pode ser realizado de diversas maneiras e múltiplas teorias cognitivas foram desenvolvidas para explicá-lo. Neste estudo adotaremos o Modelo de Leitura de Dupla Rota, que pressupõe o uso de duas rotas no processamento da leitura: a rota lexical e a rota fonológica (COLTHEART et al., 2001; COLTHEART, 2006). Tal modelo ganhou muita força nos últimos vinte anos devido ao avanço das neurociências e da psicologia cognitiva na identificação dos mecanismos neurais do ato de ler (DEHAENE, 2009).

Ambas as rotas do modelo de leitura de dupla rota têm início no sistema de análise visual, responsável pelo processamento da palavra impressa. A partir daí, a leitura da palavra pode ocorrer pela rota fonológica, que consiste no processo de conversão do grafema (letra) em fonema (som), ou pela rota lexical, que consiste na ativação do léxico mental (ortográfico e fonológico). Por fim, no caso da leitura em voz alta, a palavra é pronunciada (ELLIS, 1995). As palavras não familiares e as pseudopalavras (palavras que não existem no léxico de uma dada língua mas que podem ser lidas

segundo as regras ortográficas dessa língua) costumam ser lidas pela rota fonológica, que é mais sujeita à influência dos efeitos de regularidade e de extensão das palavras (WEEKES, 1997). Já a rota lexical é a mais utilizada para leitura de palavras familiares e irregulares, sendo mais afetada pelos efeitos de frequência e de lexicalidade das palavras (SALLES e PARENTE, 2002; WILSON, 2012; JOYAL et al., 2017).

Além da influência da característica das palavras (regularidade, extensão, frequência e lexicalidade), a estratégia utilizada para a leitura depende de outros fatores, como a proficiência do falante e a profundidade ortográfica da língua (SOARES, 2016). Este último fator refere-se à natureza das relações entre fonema e grafema de uma determinada língua. Quando as correspondências entre fonema e grafema são coerentes e consistentes, têm-se as línguas mais transparentes, como o Finlandês, o Italiano e o Espanhol. Quando as correspondências são variáveis e inconsistentes têm-se as línguas mais opacas, como o Francês e o Inglês (SEYMOUR et al., 2003). De maneira geral, as línguas mais transparentes podem utilizar a rota fonológica tanto para a leitura de palavras como pseudopalavras, enquanto as línguas mais opacas privilegiam a rota lexical na leitura de palavras (KATZ e FROST, 1992).

Em relação ao impacto da proficiência leitora no uso das rotas, não há um consenso, uma vez que a profundidade ortográfica age conjuntamente. Também se encontram diferentes padrões se a língua em questão é a língua materna (L1) ou uma língua adicional (L2). No que diz respeito ao aprendizado do Português Brasileiro (PB) como língua materna, verifica-se que no período de alfabetização há preferência pelo uso da rota fonológica e que os efeitos de lexicalidade e de extensão das palavras se manifestam prioritariamente. Já na fase adulta e em crianças alfabetizadas, ou seja, situações em que há maior proficiência leitora, há predomínio do acesso lexical e maior acurácia na leitura de palavras reais, curtas, regulares e

frequentes (RODRIGUES et al., 2015). No entanto, esse mesmo padrão não é necessariamente observado em outras línguas.

Segundo Dehaene (2012), os estudos de neuroimagem desenvolvidos nos últimos vinte anos, principalmente aqueles envolvendo lesões cerebrais, foram fundamentais para comprovar a existência das duas rotas de leitura, que coexistem e se complementam, ainda que, segundo o autor, o modelo de dupla rota subestime a complexidade e a divergência de todas as vias neuronais envolvidas na leitura. Entre as regiões envolvidas, as occipitais e a occípito-temporal ventral, ambas no hemisfério esquerdo, são primordiais para a leitura. No que diz respeito à via fonológica, a decodificação grafema-fonema se dá basicamente nas regiões superiores do lobo temporal esquerdo, envolvidas na análise da representação dos sons da fala, enquanto o córtex pré-frontal inferior e pré-central esquerdo estão envolvidos na articulação. Já a leitura pela via lexical acontece normalmente nas regiões temporais médias e laterais do hemisfério esquerdo.

Apresentamos acima, de forma breve e introdutória, diversos fatores que influenciam o processo de leitura. Uma vez que o propósito deste artigo é revisar somente os estudos envolvendo bilíngues, não aprofundaremos o impacto desses fatores sobre as línguas isoladamente. Nosso interesse é observar como tais fatores agem sobre o processo de leitura a partir do momento em que se adquire uma segunda língua, uma vez que novos elementos (fonológicos, lexicais e ortográficos) são introduzidos na leitura, exigindo novas habilidades do falante.

O bilinguismo (e também o multilinguismo) é uma realidade em todo o mundo. Estima-se que mais de 50% da população mundial utiliza duas ou mais línguas no seu cotidiano, ainda que não existam estatísticas de escala global que confirmem tal estimativa, apenas pesquisas e censos regionais (GROSJEAN, 2010). Neste trabalho, entende-se por bilinguismo a capacidade de um indivíduo funcionar satisfatoriamente em duas línguas ou

dialeto de acordo com suas necessidades diárias (GROSJEAN, 2010). Entre as habilidades que o bilíngue irá desenvolver está a leitura, e os desafios nessa área são enormes, uma vez que as línguas não compartilham os mesmos códigos escritos e, mesmo quando o fazem, existem diferenças na profundidade ortográfica, que vão exigir diferentes estratégias de leitura, conforme vimos anteriormente.

Diversos estudos têm sido realizados a fim de verificar as rotas de leitura utilizadas por falantes em suas línguas nativas, inclusive no PB, dentro de diversos contextos: durante a alfabetização, na vida adulta e também em casos de processamento atípico da leitura, como na dislexia. No entanto, existem poucos estudos com o mesmo enfoque envolvendo sujeitos bilíngues, principalmente falantes do PB. Assim, o objetivo deste artigo é identificar, sob o viés do modelo de dupla rota, as rotas de leitura preferencialmente utilizadas por indivíduos bilíngues, na L1 e na L2, e as variáveis que influenciam sua utilização.

2 Método

Este estudo consiste em uma revisão sistemática de literatura. A pesquisa por artigos científicos foi realizada entre agosto e novembro de 2016. Foram selecionados artigos publicados nos últimos 10 anos (2006 a 2016) em diferentes bases de dados, acessadas pelo sistema OMNIS da Pontifícia Universidade Católica do Rio Grande do Sul: *Advanced Technologies & Aerospace Database*; *ASSIA: Applied Social Science Index and Abstracts*; *Cambridge Journals (Cambridge University Press)*; *Directory of Open Access Journals (DOAJ)*; *Elsevier (CrossRef)*; *ERIC (U.S. Dept. of Education)*; *JSTOR Archival Journals*; *MEDLINE/PubMed (NLM)*; *MLA International Bibliography*; *OneFile (GALE)*; *Oxford Journals (Oxford University Press)*; *PMC (PubMed Central)*; *PsycARTICLES (American Psychological Association)*; *SAGE Journals*;

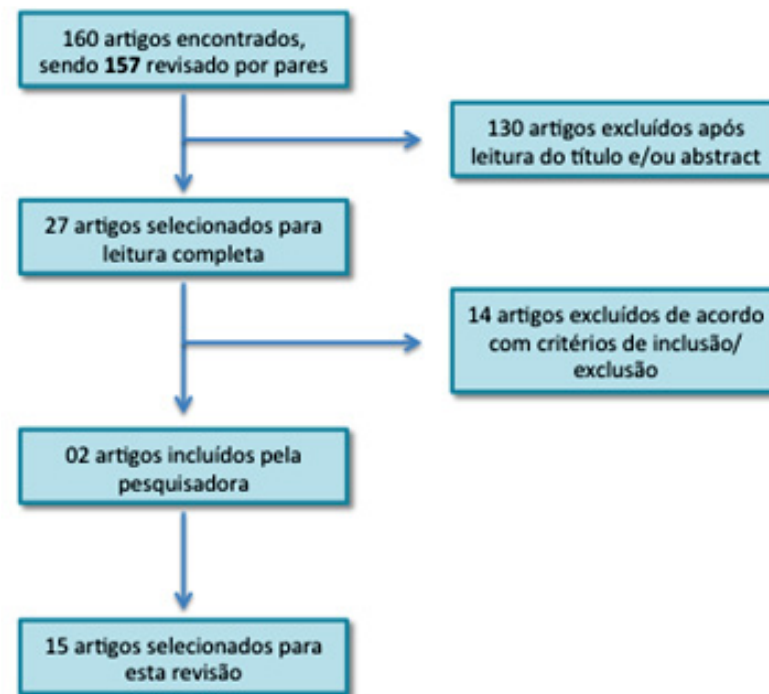
Sage Publications (CrossRef); Science Citation Index Expanded (Web of Science); ScienceDirect Journals (Elsevier); Scopus (Elsevier); Social Sciences Citation Index (Web of Science); Springer (CrossRef); SpringerLink; Wiley (CrossRef); Wiley Online Library.

Os indexadores empregados na busca foram: (1) “*biling* AND reading AND dual route*”, (2) “*biling* AND leitura AND dupla rota*”, (3) “*biling* AND word AND reading*” e (4) “*biling* AND leitura AND palavras*”. Os artigos identificados pela estratégia de busca inicial foram avaliados segundo os seguintes critérios de inclusão: estudos (a) experimentais (comportamentais e de neuroimagem), (b) revisados por pares, (c) disponibilizados na íntegra, (d) com indivíduos bilíngues e (e) baseados no modelo de leitura de dupla rota. Após a leitura do título e/ou do *abstract* foram excluídos artigos repetidos e de revisão, estudos envolvendo processamentos atípicos, bem como bilinguismo envolvendo língua de sinais e artigos que não eram pertinentes ao tema pesquisado nesta revisão.

3 Resultados e Discussão

Na primeira estratégia de busca (“*biling* AND reading AND dual route*”) foram encontrados 110 artigos revisados por pares; na segunda estratégia (“*biling* AND leitura AND dupla rota*”) nenhum artigo foi encontrado; na terceira estratégia de busca (“*biling* AND word AND reading*”) 27 artigos revisados por pares foram encontrados; e na quarta (“*biling* AND leitura AND palavras*”) 20 artigos revisados foram encontrados. Após a leitura do título e/ou do *abstract* restaram 27 artigos. Ao final da leitura completa dos 27 artigos e aplicação dos demais critérios de exclusão, restaram 15 artigos para compor a revisão, sendo que dois deles não apareceram nas estratégias de busca e foram incluídos de uma base de dados própria da autora do artigo, conforme indicado na **Fig. 1**.

Figura 1 – Esquema do processo de seleção de artigos



Fonte: Os autores (2017).

Todos os artigos desta revisão são estudos transversais, sendo que dez são de neuroimagem e cinco comportamentais. A maior parte dos estudos analisou o comportamento de adultos (onze artigos), enquanto quatro estudos envolveram crianças em fase de alfabetização. Entre os grupos analisados, nove artigos estudaram exclusivamente sujeitos bilíngues, enquanto seis optaram por comparar os bilíngues com monolíngues. A média da idade e o número de participantes, bem como as línguas estudadas e os estímulos utilizados nas tarefas de leitura de cada estudo estão especificados no **APÊNDICE (Quadro 1)**.

Entre os estudos de neuroimagem, cinco utilizaram fMRI (*Functional Magnetic Resonance Imaging*)¹ como técnica de análise, quatro o ERP (*Even-Related Potential*)² e somente um o DTI (*Diffusion Tensor Imaging*)³. A grande maioria dos estudos, comportamentais e de neuroimagem, utilizou testes de leitura de palavras e pseudopalavras como instrumento principal da investigação, com exceção de um estudo, que optou por uma tarefa de decisão lexical. Por fim, doze línguas foram analisadas nos artigos, com a presença do Inglês em dez deles.

Uma das grandes dificuldades na comparação entre estudos envolvendo bilíngues é a heterogeneidade entre os grupos. Além de línguas diferentes, a idade de aquisição, o nível de proficiência, o tempo de exposição às línguas (principalmente à L2) e o método de alfabetização utilizado, no caso dos estudos com crianças, dificultam uma comparação mais direta.

A seguir, discutiremos os resultados encontrados abordando as rotas de leitura preferencialmente utilizadas por indivíduos bilíngues, na L1 e na L2, e as variáveis que influenciam sua utilização. Por conta da grande diferença nos tipos de análises realizados nos estudos exclusivamente comportamentais e nos de neuroimagem, a discussão dos artigos será dividida em dois grupos.

3.1 Estudos comportamentais

De forma geral, os estudos corroboraram a literatura existente envolvendo monolíngues, que aponta que nas línguas mais transparentes, como o Italiano, Hindi e Alemão, há predominância do uso da rota fonológica na leitura (FROST, 2013). Já nas línguas mais opacas, como o Francês e o Inglês, o

predomínio é da rota lexical (KATZ e FROST, 1992). Horst e Kruszielski (2013) demonstraram em seu estudo com crianças brasileiras do 3º ao 5º ano do Ensino Fundamental que os monolíngues falantes de Português usaram preferencialmente a rota lexical para a leitura de palavras, enquanto que os grupos bilíngues (Português-Alemão e Português-Inglês) utilizaram ambas as rotas. Segundo os autores, o resultado do grupo monolíngue contrariou evidências obtidas por Salles (2005), que indicou o uso da rota fonológica no início do aprendizado. Os autores atribuíram esse resultado à diferença socioeconômica dos grupos, alegando que o grupo da pesquisa que optou pela rota lexical estudava em escolas particulares e tinha acesso a melhores condições de ensino e aprendizagem, enquanto que o grupo pesquisado por Salles (2005) pertencia à rede pública de ensino. Acreditamos que também é possível que outras variáveis tenham influenciado o resultado, como a idade dos grupos pesquisados. Enquanto o grupo de Salles (2005) pertencia ao 3º ano do Ensino Fundamental (antiga 2ª série), com média de 8,5 anos de idade, o grupo pesquisado por Horst e Kruszielski (2013) era composto por alunos do 3º ao 5º ano. Os autores não forneceram a média de idade do grupo, apenas relataram que tinham de 7 a 10 anos, sendo que foi constatado na pesquisa que os alunos mais velhos, com 10 anos, tiveram melhor desempenho na leitura do que os demais. Ou seja, a diferença de idade também pode ser um dos fatores que contribuiu para uma leitura preferencialmente pela rota lexical e não pela fonológica, conforme esperado.

No que diz respeito ao efeito das características das palavras no uso da rota de leitura, Primativo et al. (2013) relataram que o efeito de lexicalidade foi observado tanto nos monolíngues do Italiano como nos bilíngues Inglês-Italiano, aprendizes tardios da L2. Neste grupo, a leitura de palavras em Italiano ocorreu mais rápido que a de pseudopalavras. Ainda, foi notado o efeito de frequência, com as palavras mais frequentes sendo lidas mais rápido que as não frequentes. Os dois grupos cometeram mais erros de leitura nas

¹ *Functional Magnetic Resonance Imaging* é uma técnica de ressonância magnética capaz de detectar variações no fluxo sanguíneo em resposta à atividade neural.

² O ERP (*Even-Related Potential*) é uma técnica que analisa a atividade elétrica cerebral, captada através da utilização de eletrodos colocados sobre o couro cabeludo.

³ *Diffusion Tensor Imaging* é uma técnica de ressonância magnética capaz de identificar o movimento direcional das moléculas, especialmente moléculas de água, ao longo dos tratos musculares e neurais.

pseudopalavras que de palavras. Ou seja, todas as evidências apontaram para um uso preferencial da rota lexical, mesmo na língua mais transparente, sinalizando que a característica da palavra influencia a rota de leitura.

No estudo de Horst e Kruszielski (2013) com crianças brasileiras em fase de alfabetização não houve efeito de extensão das palavras na leitura dos grupos bilíngue e monolíngue, conforme esperado por conta da idade. Mas o efeito de frequência foi maior no grupo bilíngue, sugerindo que a exposição simultânea às palavras em Língua Portuguesa e Alemã/Inglês gerou esse resultado.

Em contrapartida, o efeito de frequência no grupo controle foi menor, sugerindo que esse fator pode estar relacionado à ideia de que palavras de alta frequência tendem a ser lidas/escritas mais rapidamente do que palavras de baixa frequência, por já estarem acessíveis no léxico mental. O grupo controle teve um efeito de lexicalidade superior ao grupo bilíngue, confirmando a preferência pela rota lexical. O efeito de regularidade, contudo, foi mais intenso no grupo bilíngue, supondo que as palavras irregulares, nesse grupo, foram ‘regularizadas’ e automaticamente lidas de forma mais incorreta do que se tivessem a pronúncia gerada pela rota lexical (HORST e KRUSZIELSKI, 2013, p. 53).

No que diz respeito ao impacto da proficiência no uso das rotas de leitura, o estudo realizado por De León Rodríguez et al. (2016), com *eye-tracking*⁴, mostrou que em bilíngues tardios com baixa proficiência (testados no Alemão-Francês e Francês-Alemão), o processamento global, relacionado à rota lexical, só era ativado na leitura de uma língua mais opaca quando a L1 do falante fosse ainda mais opaca. Ou seja, nos falantes cuja L2 era o Francês (a mais opaca), a rota lexical não foi ativada, predominando a fonológica. Este resultado contrastou com o de outro estudo realizado pelos mesmos pesquisadores (DE LEÓN RODRÍGUEZ et al., 2016a), com bilíngues

⁴ *Eye-tracking* é uma técnica que permite analisar o comportamento visual do indivíduo quando exposto a determinados estímulos.

precoces, no qual também foram verificadas as rotas utilizadas no Francês e no Alemão. Devido à alta proficiência nas duas línguas, as estratégias de leitura convencionais (lexical para a língua mais opaca e fonológica para a mais transparente) foram mantidas independente se a língua avaliada era L1 ou L2.

A interação interlinguística, no que diz respeito ao uso das rotas de leitura, foi o objetivo da pesquisa de Probert et al. (2016). O estudo, com dois grupos de crianças bilíngues falantes do isiXhosa⁵ como L1 (mais transparente) e do Inglês como L2 (mais opaca), procurou investigar se a rota preferencialmente utilizada em uma língua poderia influenciar a escolha da rota em outra língua, sendo a L1 a mais transparente e a L2 a mais opaca e sendo um dos grupos alfabetizado na L1 e o outro alfabetizado na L2. Os resultados revelaram que essa influência aconteceu tanto no grupo de crianças alfabetizadas no isiXhosa como no grupo de crianças alfabetizadas no Inglês, sendo que foi mais bem sucedida entre o grupo de crianças alfabetizadas na língua mais transparente (isiXhosa). Este grupo, ao ler em Inglês, foi capaz de utilizar tanto a rota fonológica como a lexical na leitura de palavras e pseudopalavras, com menor número de erros. Já entre as crianças alfabetizadas no Inglês a interação foi mal sucedida, uma vez que as pseudopalavras do isiXhosa foram lexicalizadas, mostrando a influência da Língua Inglesa na leitura. Os pesquisadores ressaltaram que tais evidências reforçam a ideia de que a alfabetização em línguas com profundidade ortográfica diferentes vão exigir diferentes habilidades cognitivas no momento da leitura.

Por fim, o estudo de Primativo et al. (2013) apontou que diferenças no conhecimento lexical (tamanho do vocabulário) também podem influenciar a leitura de palavras na segunda língua (Italiano) quando aprendida na idade adulta. Inicialmente, os participantes do estudo foram avaliados com

⁵ Língua pertencente ao grupo de línguas Bantu da África do Sul.

testes de fluência verbal semântica para medir o vocabulário ativo e de decisão lexical para medir o vocabulário passivo. O tamanho do vocabulário foi estimado a partir do resultado desses testes e os participantes foram divididos em dois grupos, com maior e menor vocabulário. O grupo com vocabulário menor apresentou maior efeito de lexicalidade na leitura do que o grupo com vocabulário maior, devido a uma performance pior na leitura de pseudopalavras (e não melhor desempenho nas palavras). A leitura mais rápida e com maior acurácia do grupo com maior vocabulário indicou uma otimização no uso da rota lexical em relação ao grupo com vocabulário menor. O grupo de menor vocabulário também cometeu mais erros na leitura de palavras irregulares. Segundo os autores, um vocabulário menor na L2 pode promover um uso maior da rota fonológica principalmente no processamento de palavras de baixa frequência.

Um aspecto metodológico que foi observado nesta revisão é que alguns estudos utilizaram apenas a leitura de palavras e excluíram as pseudopalavras da testagem, conforme destacado no **Quadro 1**. As pseudopalavras são importantes uma vez que permitem avaliar a utilização da rota fonológica com mais clareza, devido ao fato de o participante não conseguir ligar a elas algum significado, apoiando-se na rota semântica. O estudo de Jamal e Monga (2010) destacou essa questão. Realizado com crianças bilíngues Hindi-Inglês com nível de proficiência semelhante entre as línguas, sendo Hindi a língua nativa e mais transparente e Inglês a L2 e mais opaca, o estudo revelou melhor desempenho na leitura de palavras e pseudopalavras em Hindi. Os pesquisadores atribuíram tal diferença à profundidade ortográfica da língua, sendo que o melhor desempenho apresentado na leitura das pseudopalavras do Hindi reforçou essa hipótese, uma vez que não existe o efeito de familiaridade com a pseudopalavra.

Ainda sobre a questão dos testes de palavras e pseudopalavras utilizados nos estudos aqui revisados, vale destacar que a grande maioria dos autores

optou por construir seus próprios instrumentos, característica que pode ser observada na diversidade em relação ao número de estímulos utilizados nas tarefas de cada estudo (**Quadro 1**). Com exceção do estudo de Horst e Kruszielski (2013), que utilizou instrumento construído por Salles e Parente (2002), os demais autores selecionaram os próprios estímulos em base de dados lexicais das línguas-alvo, categorizando e selecionando as palavras de acordo com o número de letras, sílabas, fonemas, vizinhança ortográfica, entre outras características. No caso das pseudopalavras, alguns estudos relataram ter gerado o estímulo em *softwares* apropriados para tal fim. Pode-se atribuir essa escolha à dificuldade em encontrar instrumentos padronizados e com características psicolinguísticas semelhantes em duas (ou mais) línguas.

3.2 Estudos de neuroimagem

O estudo de Bakhtiari, Boliiek e Cummine (2014) foi o único encontrado nesta revisão sistemática a utilizar a técnica de DTI na verificação do uso das rotas de leitura. Na neuroimagem, no que diz respeito ao modelo de dupla rota, o sistema ventral está relacionado à rota lexical, enquanto o sistema dorsal à rota fonológica, mas pouco se sabe sobre como os bilíngues usam esses sistemas para ler em sua segunda língua. O DTI foi utilizado nesse estudo para comparar a integridade da substância branca e o tempo de resposta na leitura de palavras entre indivíduos bilíngues Chinês-Inglês e monolíngues em Inglês. Foram isolados quatro tratos para avaliar o modelo de dupla rota na leitura, o UF (*uncinate fasciculus*) e ILF (*inferior longitudinal fasciculus*) na região ventral e o AF (*arcuate fasciculus*) e o SLF (*superior longitudinal fasciculus*) na região dorsal.

De forma geral, os resultados apontaram que os tratos da substância branca por baixo do fluxo ventral são importantes no processamento léxico tanto de bilíngues como de monolíngues. Também não houve diferença

em tempo de resposta entre os grupos. Em ambos houve uma correlação positiva entre integridade da substância branca no UF direito e a velocidade de leitura, o que sugere a importância do sistema ventral-lexical na leitura. Mas curiosamente, os resultados demonstraram que o AF direito e o SLF bilateral (ambos do sistema dorsal-fonológico) também eram importantes durante a leitura do grupo bilíngue. Essas observações indicam que o recrutamento de uma rede ampla de leitura em bilíngues pode ser o resultado de tarefas de maior complexidade para esses participantes, uma vez que ao ler na L2 devem monitorar-se para não cometer erros e evitar a competição entre as duas línguas. Também foi observada no UF direito uma significativa correlação entre tempo de reação na tarefa de leitura e o valor da difusividade média (MD), tanto em grupos bilíngues quanto em monolíngues. Além disso, no grupo bilíngue observou-se um número significativamente maior de relações positivas entre tempo de resposta e MD bilateralmente no SLF. Bakhtiari, Boliak e Cummine (2014) concluíram que a contribuição relativa do sistema dorsal-fonológico para a leitura é maior em bilíngues do que em monolíngues, além de revelar um papel importante do hemisfério direito na leitura de bilíngues.

Os estudos utilizando ERP foram quatro, sendo que dois deles (BUETLER et al., 2014/2015) analisaram o mesmo grupo bilíngue Francês-Alemão, altamente proficientes nas duas línguas, em tarefas distintas. Os estudos foram bastante categóricos ao apontar a influência da profundidade ortográfica da língua no uso da rota de leitura, conforme dados a seguir. No primeiro estudo (BUETLER et al., 2014), os pesquisadores analisaram a performance do grupo na leitura de pseudopalavras. Para isso, apresentaram as mesmas pseudopalavras em contextos distintos, em uma proporção de 80% de palavras e 20% de pseudopalavras, sendo que em um momento as palavras eram na língua mais opaca (Francês) e em outro na língua mais transparente (Alemão). Essa estratégia foi adotada para forçar uma

leitura de palavras de forma automática no contexto de pré-ativação e em seguida forçar a leitura de pseudopalavras na profundidade ortográfica correspondente. Os resultados mostraram que ler as pseudopalavras dentro do contexto da língua mais transparente favorece a rota fonológica, ativando as áreas frontais relacionadas aos sons. Já a leitura de pseudopalavras no contexto da língua mais opaca recrutou menos as vias fonológicas, ativando fortemente as áreas parietais visuo-atencionais, confirmado a modulação da rota de leitura de acordo com a profundidade ortográfica.

No segundo estudo (BUETLER et al., 2015), os pesquisadores suíços trabalharam apenas com a leitura de palavras. As análises de ERP revelaram diferenças de força de resposta (Alemão > Francês) com uma modulação topográfica concomitante com início de 240-314ms pós-estímulo, indicando diferentes redes cerebrais sendo engajadas na leitura durante essa janela de tempo. A análise de estimativa de fonte elétrica durante o período de modulação topográfica mostrou ativação nas regiões insular esquerda, cingular posterior, frontal inferior, dorso-lateral e pré-frontal anterior, revelando uma ativação maior da rota fonológica no Alemão (mais transparente) do que no Francês (mais opaca).

Simon et al. (2006) também investigaram a influência da profundidade ortográfica na leitura. Em seu estudo, compararam bilíngues Árabe-Francês com monolíngues franceses. Esperava-se que a língua francesa, ao contrário da árabe, favorecesse o uso da conversão grafema-fonema (rota fonológica) durante a leitura. Os resultados demonstraram que o N320, um componente implicado na transcrição fonológica, era modulado pela transparência ortográfica. Durante a leitura em sua língua nativa, apenas participantes franceses claramente utilizaram o N320. Além disso, as comparações entre ativações causadas por palavras árabes em participantes bilíngues e monolíngues confirmaram que o componente N170 representa um estágio ortográfico importante.

O último estudo a utilizar ERP (TIMMER; SCHILLER, 2012) comparou o processamento ortográfico e fonológico da L2 de um grupo bilíngue Holandês- Inglês em relação ao processamento de um grupo monolíngue Inglês. Os resultados indicaram que o processamento fonológico foi compatível na leitura em voz alta na L1 e na L2 e que, mesmo que os bilíngues falem suas L2 com sotaque estrangeiro, isso não significa que suas representações fonológicas subjacentes sejam especificadas de forma diferente. Eles podem até mesmo ter adquirido representações subjacentes similares às nativas, mas podem simplesmente não ser capazes de pronunciá-las da mesma forma. Assim, esse estudo demonstra que bilíngues tardios podem adquirir as representações fonológicas de uma L2. Além disso, no que diz respeito à diferença na profundidade ortográfica das línguas, sendo Holandês a mais transparente e Inglês a mais opaca, nos falantes cuja L1 era o Inglês a ativação fonológica ficou visível mais tarde nos dados de ERP do que nos falantes com Inglês como L2. Possivelmente estes últimos tiveram interferência da sua L1, que faz mais uso dos recursos fonológicos.

Os estudos de neuroimagem mais numerosos são aqueles envolvendo a técnica de fMRI. É interessante observar que a maioria dos estudos trabalhou apenas com grupos bilíngues, fazendo comparações entre as línguas e não com grupos de monolíngues. Kumar (2014) investigou bilíngues Urdu-Hindi (opaca-transparente) e observou que ambas as línguas apresentaram atividade no giro frontal inferior direito, no lobo temporal médio bilateral, no giro fusiforme esquerdo e na região occipital média bilateral, mas que o processamento de palavras do Urdu aconteceu também nas regiões frontais e médias superiores esquerdas. Como os falantes têm proficiência equivalente nas duas línguas, os estudiosos explicaram essa diferença pela profundidade ortográfica da língua.

Meschyan e Hernandez (2006) investigaram a influência da proficiência no uso das rotas. Para isso, selecionaram falantes bilíngues

Espanhol-Inglês, sendo que a L2 (Inglês) era a língua mais proficiente. Os resultados mostraram que o giro temporal superior esquerdo apresentou mais ativação na leitura de palavras do Espanhol do que do Inglês, sugerindo que a leitura de uma língua mais transparente ortograficamente tem um direcionamento fonológico. Com base em outros estudos, os pesquisadores afirmaram que este direcionamento fonológico na leitura de línguas com maior consistência entre som e letra parece ser independente da idade em que a língua foi aprendida, simplesmente porque seria o caminho mais natural a executar. Já a leitura no Inglês ativou mais o lobo parietal inferior direito e a região entre o lobo parietal e occipital esquerdo, sendo atribuído o processamento visual de estímulos complexos a essas regiões, o que faz sentido na leitura de uma língua com padrões ortográficos mais complexos, que demandam mais codificação e análise visual.

A questão da proficiência também teve um papel importante na investigação de Jamal et al. (2012), que envolveu bilíngues Espanhol-Inglês com alta proficiência e expostos a maior parte do tempo à L2. Diferente da maioria dos estudos, que demonstraram a ativação da rota fonológica na língua mais transparente e da lexical para a mais opaca, o estudo de Jamal et al. (2012) relatou que o Inglês demandou mais recrutamento das regiões frontais (giros médio esquerdo e superior frontal) para a codificação fonológica, enquanto o Espanhol ativou mais o processamento semântico por meio das áreas temporais médio esquerdas (giro temporal médio esquerdo e do sulco superior temporal). A explicação para isso é que os participantes, por serem altamente proficientes nas duas línguas, realizaram rapidamente a decodificação grafema-fonema do Espanhol, por ser mais transparente, tornando o acesso à decodificação semântica mais rápido e fácil. Já a explicação sobre o Inglês, segundo os autores, recaiu sobre o fato de que a maior inconsistência na relação grafema-fonema exigiria um esforço

maior das áreas fonológicas, principalmente no que diz respeito à leitura de pseudopalavras.

O estudo de Cherodath e Singh (2015) foi o único de neuroimagem envolvendo crianças bilíngues, no caso Hindi-Inglês. Os resultados revelaram que, conforme esperado, as crianças recrutaram uma rede compartilhada para leitura em ambas as línguas, envolvendo o giro pós-central e o cerebelo, ligado a experiências somato-sensoriais, assim como o giro pré-central, responsável pela decodificação grafema-fonema. Não foi encontrada ativação no giro temporal superior, também envolvido no processamento fonológico, talvez devido à pouca experiência de leitura dos participantes. Os autores comprovaram mais envolvimento dos substratos neurais envolvidos no processamento semântico na leitura do Inglês (mais opaco), bem como a ativação dos substratos fonológicos para o Hindi (mais transparente). Houve mais ativação no opérculo inferior frontal esquerdo na leitura de pseudopalavras do Inglês em comparação com palavras, indicando ativação fonológica. Tal diferença não foi encontrada no Hindi.

Por fim, Das et al. (2011) realizaram o único estudo de neuroimagem envolvendo bilíngues e monolíngues, também de Hindi-Inglês, no qual compararam a performance de bilíngues simultâneos e sequenciais. Os resultados apontaram que os leitores simultâneos, mas não os sequenciais, demonstraram diferenças de ativação entre as áreas dorsal-fonológica e ventral-lexical nas duas línguas. De forma similar aos seus pares nativos, leitores simultâneos ativaram preferencialmente o giro temporal inferior esquerdo para o Inglês e o lóbulo parietal inferior esquerdo (L-IPL) para o Hindi, enquanto que os leitores sequenciais mostraram mais ativação ao longo do L-IPL em ambas as línguas. Os autores sugeriram que a exposição precoce e simultânea à leitura de ortografias distintas resulta em plasticidade específica às ortografias, que permanece na idade adulta.

4 Considerações finais

Os estudos apresentados nesta revisão trouxeram evidências empíricas em relação à utilização de duas rotas distintas, mas complementares, na leitura de palavras. O principal fator que influenciou o uso das rotas parece ser o da profundidade ortográfica da língua, abordada praticamente em todos os estudos.

A proficiência e demais fatores que envolvem a aquisição das línguas, como idade e tempo de exposição, foram considerados em quase todos os artigos, mas não foram analisados prioritariamente. A dificuldade no pareamento dos grupos e na acurácia do levantamento das informações acerca da aquisição talvez dificulte uma análise mais profunda, mas alguns estudos indicaram que este é um fator importante no uso das rotas de leitura e merece ser mais investigado.

Em relação aos instrumentos utilizados, verificou-se a predominância dos testes de leitura de palavras e pseudopalavras, revelando sua funcionalidade e eficiência para este tipo de estudo. Reforçou-se também a importância das pseudopalavras em estudos experimentais, ainda que ecologicamente discutível, uma vez que as pseudopalavras não são utilizadas no cotidiano das pessoas, sendo úteis apenas em experimentos que investigam alguns aspectos específicos da linguagem.

No que diz respeito aos estudos de neuroimagem, pudemos observar que diferentes técnicas podem ser utilizadas para verificar a utilização das rotas de leitura em diferentes situações, o que confere força ao modelo de dupla rota e amplia as possibilidades de investigação.

Observou-se também que uma boa parte dos estudos não utilizou monolíngues como grupo controle para investigação do processamento da leitura nos bilíngues, dando preferência para a comparação entre as línguas utilizadas pelos bilíngues. Essa parece ser uma decisão importante

no desenho experimental dos estudos. Em alguns casos, como nos estudos com bilíngues precoces em fase de alfabetização ou bilíngues altamente proficientes na L2, mesmo que tardios, a comparação com monolíngues parece relevante para investigar se o domínio de uma segunda língua pode influenciar o uso das rotas de leitura na L1.

Compreender os fatores que influenciam a habilidade leitora de sujeito bilíngues, identificando as diferenças em relação aos monolíngues, é importante para o desenvolvimento de novas estratégias que facilitem tanto o ensino como a aprendizagem de língua adicional. Igualmente, é importante para intervenções nos casos de dislexia ou perda ou declínio na habilidade de leitura, como em certos tipos de lesões cerebrais, como traumatismos crânio-encefálicos ou acidentes vasculares cerebrais (AVCs).

No Brasil, segundo nosso conhecimento, são raros os estudos envolvendo a utilização de rotas de leitura em bilíngues, falantes do PB, sendo dois exemplos o estudo que focaliza a questão do bilinguismo como fator mediador da leitura em disléxicos (FAY, 2016) e outro que avalia o desempenho de bilíngues na leitura da língua materna (PB), na fase de alfabetização, mas deixa em aberto a investigação sobre as rotas utilizadas na L2 (HORST; KRUSZIELSKI, 2013). Assim, consideramos que há espaço e oportunidade para novas investigações.

Referências

BAKHTIARI, Reyhaneh; BOLIEK, Carol; CUMMINE, Jaqueline. Investigating the contribution of ventral-lexical and dorsal-sublexical pathways during reading in bilinguals. *Frontiers in human neuroscience*, v. 8, p. 507, July 2014.

BIALYSTOK, Ellen. Bilingualism: The good, the bad and the indifferent. *Bilingualism: Language and Cognition*, v. 12, n. 1, p. 3-11, 2009.

BUETLER, Karin A. et al. Balanced bilinguals favor lexical processing in their opaque language and conversion system in their shallow language. *Brain and Language*, v. 150, p. 166-176, 2015.

BUETLER, Karin A. et al. Language context modulates reading route: an electrical neuroimaging study. *Frontiers in Human Neuroscience*, v. 8, p. 1-16, Feb. 2014.

COLTHEART, M.; RASTLE, K.; PERRY, C.; LANGDON, R.; ZIEGLER, J. A dual route cascaded model of visual word recognition and reading aloud. *Psychological Review*, v. 108, n. 1, p. 204-256, 2001.

COLTHEART, M. Dual route and connectionist models of reading: an overview. *London Review of Education*, v. 4, n. 1, p. 5-17, 2006.

CHERODATH, S.; SINGH, N. C. The influence of orthographic depth on reading networks in simultaneous biliterate children. *Brain and Language*, v. 143, p. 42-51, 2015.

DEHAENE, Stanislas. *Os neurônios da leitura – como a ciência explica a nossa capacidade de ler*. Porto Alegre: Penso, 2012.

DAS, T. et al. Neuroimaging reveals dual routes to reading in simultaneous proficient readers of two orthographies. *NeuroImage*, v. 54, n. 2, p. 1476-1487, 2011.

DE LEÓN RODRÍGUEZ, Diego et al. The impact of language opacity and proficiency on reading strategies in bilinguals: An eye movement study. *Frontiers in Psychology*, v. 7, p. 1-14, May 2016.

DE LEÓN RODRÍGUEZ, Diego et al. The modulation of reading strategies by language opacity in early bilinguals: An eye movement study. *Bilingualism: Language and Cognition*, v. 19, n. 3, p. 567-577, 2016a.

ELLIS, Andrew W. *Leitura, escrita e dislexia: Uma análise cognitiva*. Porto Alegre: Artes Médicas, 1995.

FAY, Aline. Cérebro, leitura e dislexia: um estudo experimental sobre a leitura e as bases neurais da dislexia em monolíngues e aprendizes de Inglês como L2, com o uso de ressonância magnética funcional. 2016. 207 fl. *Tese* (Doutorado em Letras/Linguística) – Programa de Pós-graduação em Letras, PUCRS, Porto Alegre, 2016.

FROST, R. Sistemas ortográficos e processos de reconhecimento de palavras na leitura. In: SNOWLING, M.; HULME. (Org.). *A ciência da leitura*. Porto Alegre: Penso, 2013.

GROSJEAN, F. *Bilingual: Life and Reality*. Cambridge: Harvard University Press, 2010.

HORST, Angelo; KRUSZIELSKI, Leandro. Rotas funcionais de leitura de palavras isoladas em crianças bilíngues. *Psicologia Argumento*, v. 31, n. 72, p. 45-55, 2013.

JAMAL, Gulgoona; MONGA, Tarun. Reading Strategies of first Grade bilingual children in Hindi and English. *Asia Pacific Disability Rehabilitation Journal*, v. 21, n. 2, p. 127-142, 2010.

JAMAL, Nasheed I. et al. Neural basis of single-word reading in Spanish-English bilinguals. *Human Brain Mapping*, v. 33, n. 1, p. 235-245, 2012.

JOYAL, M. et al. The role of the left anterior temporal lobe for unpredictable and complex mappings in word reading. *Frontiers in Psychology*, v. 8, n. 517, 2017.

KATZ, Leonard; FROST, Ram. The Reading Process is Different for Different Orthographies: The Orthographic Depth Hypothesis. *Advances in Psychology*, v. 94, p. 67-84, 1992.

KUMAR, Uttam. Effect of orthography over neural regions in bilinguals: A view from neuroimaging. *Neuroscience Letters*, v. 580, p. 94-99, 2014.

MESCHYAN, Gayane; HERNANDEZ, Arturo E. Impact of language proficiency and orthographic transparency on bilingual word reading: An fMRI investigation. *NeuroImage*, v. 29, n. 4, p. 1135-1140, 2006.

PRIMATIVO, Silvia et al. Bilingual vocabulary size and lexical reading in Italian. *Acta Psychologica*, v. 144, n. 3, p. 554-562, 2013.

PROBERT, Tracy et al. *Word recognition strategies amongst isiXhosa/English bilingual learners: The interaction of orthography and language of learning and teaching.* [S.d.]. p. 1-10.

RODRIGUES, Jaqueline C. et al. Construção da Tarefa de Leitura de Palavras e Pseudopalavras (TLPP) e Desempenho de Leitores Proficientes. *Temas em Psicologia*, v. 23, n. 2, p. 413-429, 2015.

SALLES, Jerusa F. *Habilidades e dificuldades de leitura e escrita em crianças de 2ª série: Abordagem neuropsicológica cognitiva.* 2005. 303fls. Tese (Doutorado em Psicologia) – Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre, 2005.

SALLES, Jerusa F.; PARENTE, Maria Alice M. P. Processos Cognitivos na Leitura de Palavras em Crianças: Relações com Compreensão e Tempo de Leitura. *Psicologia: Reflexão e Crítica*, v. 15, n. 2, p. 321-331, 2002.

SEYMOR, Philip H. K. et al. Foundation Literacy in European Orthographies. *British Journal of Psychology*, v. 94, n. 2, p. 143-74, 2003.

SIMON, Grégory et al. Orthographic transparency and grapheme-phoneme conversion: An ERP study in Arabic and French readers. *Brain Research*, v. 1104, n. 1, p. 141-152, 2006.

SOARES, Magda. *Alfabetização: a questão dos métodos.* São Paulo: Contexto, 2016.

TIMMER, Kalinka; SCHILLER, Niels O. The role of orthography and phonology in English: An ERP study on first and second language reading aloud. *Brain Research*, v. 1483, p. 39-53, 2012.

WEEKES, B. S. Differential effects of number of letters on word and nonword naming latency. *Quarterly Journal of Experimental Psychology A*, v. 50, n. 2. p. 439-456, 1997.

WILSON, M. A.; ELLIS, A. W.; BURANI, C. Age-of-acquisition affects word naming in Italian only when stress is irregular. *Acta Psychologica*, v. 39, p. 417-424, 2012.

Apêndice

Quadro 1 – Informações sobre os artigos selecionados.

Estudos comportamentais							Estudos de neuroimagem						
Autor e ano	Local	Grupos	Línguas	N	Idade (M)	Instrumentos	Autores e ano	Local	Grupos	Línguas	N	Idade	Instrumentos
De León Rodríguez et al. (2016)	Suíça	Bilingues	Francês (L1)-Alemão (L2)	20	24.11	Leitura de 160 palavras e 60 pseudopalavras por língua	Buetler et al. (2014)	Suíça	Bilingues	Francês - Alemão	14	20.86	Leitura de 120 pseudopalavras e 480 palavras por língua
		Bilingues	Alemão (L1)-Francês (L2)	20	24.11								
Horst & Kruszielski (2013)	Brasil	Bilingues	Português(L1)-Inglês(L2)	10	7 a 10	Leitura de 40 palavras e 20 pseudopalavras em Português	Cherodath & Singh (2015).	India	Bilingues	Hindi (L1)-Inglês (L2)	29	9.21	Leitura de 80 palavras e pseudopalavras por língua
		Bilingues	Português(L1)-Alemão(L2)	20	7 a 10								
		Monolíngues	Português	34	7 a 10								
Jamal & Monga (2010).	India	Bilingues	Hindi (L1)- Inglês (L2)	30	6.5	Leitura de 10 palavras e 10 pseudopalavras por língua	Das et al. (2011)	India	Bilingues	Hindi (L1)-Inglês (L2)	14	Adultos	Leitura de 210 palavras no comportamental e 120 palavras na neuro por língua
Primitivo et al. (2013)	Italia	Bilingues	Inglês (L1)-Italiano (L2)	46	46.1	Leitura de 30 palavras e 30 pseudopalavras em italiano			Bilingues	Hindi (L1)-Inglês (L2)	10	Adultos	
		Monolíngues	Italiano	23	44.2				Monolíngues	Hindi	9	Adultos	
Probert et al. (2016)	África do Sul	Bilingues	Bantu (L1+A)-Inglês (L2)	31	NC	Leitura 10 de palavras e 10 pseudopalavras por língua	Jamal et al. (2012)	EUA	Bilingues	Espanhol (L1)-Inglês (L2)	12	22.67	Leitura de 40 palavras e 40 pseudopalavras por língua
		Bilingues	Bantu (L1)-Inglês (L2+A)	16	NC				Monolíngues	Inglês	7	Adultos	
Estudos de neuroimagem							Kumar (2014).	India	Bilingues	Hindi(L1)-Urdu (L2)	18	28.3	Leitura de 90 palavras e 90 pseudopalavras por língua
Autores e ano	Local	Grupos	Línguas	N	Idade	Instrumentos			Meschyan & Hernandez (2006).	EUA	Bilingues	Espanhol(L1)-Inglês(L2)	
Bakhtiari, Boliek & Cummine (2014).	Canadá	Bilingues	Chinês (L1)-Inglês (L2)	12	24.25	Leitura de três listas com 60 palavras e pseudopalavras em inglês	Simon et al. (2006)	França	Monolíngues	Francês	28	20-30	Decisão lexical sobre 50 palavras e 50 pseudo em Francês e 50 palavras em Árabe
Buetler et al. (2015)	Suíça	Bilingues	Francês - Alemão	14	20.86				Leitura de 480 palavras por língua	Bilingues	Árabe (L1)-Francês (L2)	23	
		Timmer & Schiller (2012).	Holanda	Bilingues	Holandês (L1)-Inglês (L2)	18	20.3	Leitura de 88 palavras em Inglês	Monolíngues	Inglês	20	21.4	

NC = Não consta; A = Alfabetização.

Recebido em 25/01/2017.

Aceito em 29/05/2017.