

ARTIGOS

O papel do processamento léxico-semântico em modelos de leituraⁱ

Alexandre de Pontes Nobre^I

Jerusa Fumagalli de Salles^{II}

O papel do processamento léxico-semântico em modelos de leitura

RESUMO

O objetivo deste estudo é apresentar uma revisão crítica dos principais modelos de leitura de palavras e de texto utilizados atualmente, enfocando o papel do processamento léxico-semântico nesses modelos. Os modelos de dupla rota e conexionistas de leitura de palavras são apresentados, discutindo-se a necessidade, em cada modelo, do processamento léxico-semântico para o reconhecimento de palavras. Em seguida, são apresentados os principais modelos de compreensão de leitura: o Modelo de Construção-Integração, a Hipótese da Qualidade Lexical e alguns modelos conexionistas. Para cada modelo, é avaliada a contribuição do processamento léxico-semântico para a compreensão. Ao final, sugerem-se temas de estudo para a investigação da relação entre leitura e processamento léxico-semântico.

Palavras-chave: Leitura; Semântica; Reconhecimento de palavras; Compreensão de leitura.

The role of lexical-semantic processing in reading models

ABSTRACT

The aim of this study was to examine the role of lexical-semantic processing in models of visual word recognition and in reading comprehension. Dual-route and connectionist models of word reading are presented, and it is discussed how necessary lexical-semantic processing is for word recognition. Afterwards, the main reading comprehension frameworks are reviewed: The Construction-Integration model, the Lexical Quality Hypothesis and some connectionist models. For each model, the contribution of lexical-semantic processing for reading comprehension is evaluated. Finally, some themes for study are suggested for the investigation of the relationship between reading and lexical-semantic-processing.

Keywords: Reading; Lexical-semantic Processing; Word Recognition; Reading Comprehension.

El papel del procesamiento léxico-semántico en modelos de lectura

RESUMEN

El objetivo de este estudio es presentar una revisión de los principales modelos de lectura de textos y palabras que se usan hoy en día, centrándose en el papel del léxico semántico en estos modelos de procesamiento. Se presentan los modelos de doble ruta y conexionistas de lectura de palabras, discutiéndose la necesidad, en cada modelo, del procesamiento léxico-semántico para el reconocimiento de palabras. A continuación se presentan los principales modelos de comprensión lectora: el modelo de Construcción-Integración, la Hipótesis de la Calidad Léxica y algunos modelos conexionistas. Para cada modelo, se evalúa la contribución del procesamiento léxico-semántico para la comprensión. Por último, se sugieren temas de estudio para investigar la relación entre la lectura y el procesamiento léxico-semántico.

Palabras clave: Lectura; Procesamiento Léxico-semántico; Reconocimiento de Palabras; Comprensión Lectora.

A leitura pode ser caracterizada como o processo de extração e construção do significado de um texto escrito (Vellutino, Fletcher, Snowling, & Scanlon, 2004). Apesar de ser uma atividade cotidiana executada com alto desempenho pela maioria dos leitores, a leitura é uma atividade cognitiva complexa, em que diversos subprocessos estão envolvidos, desde em níveis mais básicos, como a identificação de palavras, até em níveis mais complexos, culminando com a construção de uma representação do texto (Salles & Parente, 2004). Segundo Perfetti, Landi e Oakhill (2008), a leitura proficiente é caracterizada por dois componentes: o reconhecimento de palavras e a compreensão textual. Embora o objetivo da leitura seja a compreensão, ela não pode ser alcançada sem que os processos mais básicos envolvidos no reconhecimento de palavras sejam eficientes. Dessa forma, para se entender como ocorre a compreensão de leitura, é necessário inicialmente investigar que variáveis estão envolvidas no reconhecimento de palavras.

Duas dessas variáveis são o processamento fonológico e o processamento léxico-semântico. A importância do primeiro para a leitura de palavras está bem estabelecida (Christopher et al., 2012; Wilson, Tregellas, Slason, Pasko, & Rojas, 2011). Nas dislexias de desenvolvimento, por exemplo, sabe-se que há um prejuízo fonológico em pelo menos alguns casos (Pennington, 2006). O papel do processamento léxico-semântico no reconhecimento visual de palavras, no entanto, bem como na compreensão de leitura textual, não está bem claro. Alguns estudos (Betjemann & Keenan, 2008; Hennessey, Deadman, & Williams, 2012; Nation & Snowling, 1999) sugerem que déficits semânticos podem subjazer a alguns subtipos de problemas no reconhecimento de palavras e na compreensão de leitura textual. Entretanto, os resultados ainda não são conclusivos. Apesar disso, os modelos atuais de leitura preveem a participação do processamento do significado de palavras, tanto no reconhecimento de palavras quanto na compreensão da leitura de textos.

O objetivo deste estudo é apresentar uma revisão crítica dos principais modelos de leitura de palavras e de texto utilizados atualmente, enfocando o papel do processamento léxico-semântico nesses modelos. Foram selecionados modelos abordados na literatura recente e nos quais é atribuída importância ao processamento léxico-semântico. Inicialmente, são apresentados alguns modelos de leitura de palavras e

sua relação com o processamento léxico-semântico. Em seguida, são apresentados os modelos de compreensão de leitura textual. Por último, são feitas algumas considerações sobre a contribuição do processamento léxico-semântico nesses modelos.

Modelos de reconhecimento visual de palavras

O reconhecimento de palavras envolve uma variedade de subprocessos: identificação dos traços que compõem as letras, identificação de letras, identificação da palavra no nível ortográfico, acesso ao seu significado e integração sintática e semântica (Salles & Parente, 2007). Apesar de se considerar que o acesso ao significado é o objetivo do reconhecimento de palavras, há dúvidas sobre em que momento do processamento esse acesso acontece e qual papel ele desempenha, se algum, no reconhecimento de palavras.

Os modelos de leitura no nível da palavra diferem na maneira como as palavras são representadas. Em modelos localistas ou de conhecimento lexical (Seidenberg, 1990), cada palavra constitui uma unidade no léxico do indivíduo. O acesso lexical visual ocorre quando essa palavra escrita é localizada no léxico ortográfico na memória. Segundo Seidenberg (1990), um autor na área dos modelos conexionistas, esses modelos utilizam um princípio de isomorfismo perceptual-representacional: unidades de representação no sistema cognitivo correspondem a unidades perceptuais no discurso e na leitura.

Em modelos de representação distribuída, ao contrário, não se fala em acesso lexical, pois não há um léxico a ser acessado, mas padrões de ativação sobre unidades de representação ortográficas, fonológicas e semânticas. Nos modelos distribuídos, as palavras não são representadas localmente, isto é, não constituem unidades representacionais, mas são representadas por padrões de ativações de unidades que constituem componentes ou traços de unidades perceptuais (Jones, Kintsch, & Mewhort, 2006). Segundo Seidenberg (1990), essas unidades se encontram em um nível subsimbólico de representação. A discussão, nesses modelos, enfoca os níveis de ativação necessários para acessar o significado e para produzir a leitura (Plaut, McClelland, Seidenberg, & Patterson, 1996).

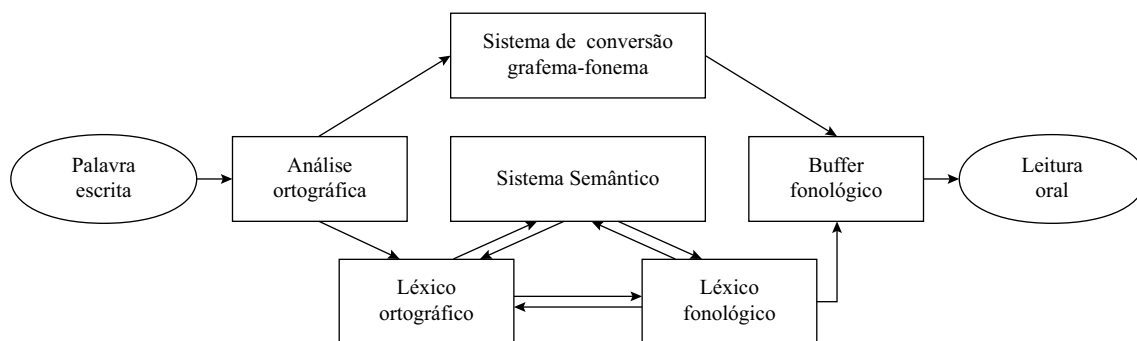
Em ambos os grupos de modelos, discute-se qual o papel do significado no reconhecimento de palavras. Uma posição (Becker, 1980) é a de que o significado é acessado depois de a palavra ter sido identificada nos níveis fonológico e ortográfico. No entanto, há evidências (Balota, 1990; Hilde & Reitsma, 2011) de que o significado pode ser acessado antes do momento da identificação no nível ortográfico-fonológico e de que ele pode desempenhar um papel nessa identificação, através de processos interativos de ativação entre ortografia-fonologia e semântica. Diferentes modelos de leitura contrastam em relação a como ocorre a utilização do componente semântico no reconhecimento de palavras. Os principais grupos de modelos são os modelos de dupla rota e os modelos conexionistas (Roazzi, C. N. G. Justi, & F. R. R. Justi, 2008). Devido à relevância na literatura, esses modelos foram escolhidos para serem abordados no presente artigo.

Modelos de dupla rota

Os modelos de dupla rota, geralmente ligados ao grupo de Coltheart (Coltheart, 2005, 2006; Coltheart, Rastle, Perry, Langdon, & Ziegler, 2001), postulam dois mecanismos para a leitura: um mecanismo (ou rota) fonológico e outro lexical. Nesses modelos, quando uma palavra é apresentada, inicialmente são processados os traços que compõem suas letras; em seguida, as letras são decodificadas. A partir daí, duas rotas são passíveis de utilização. A rota fonológica converte diretamente grafemas

em fonemas, fornecendo um *output* fonológico através de um sistema de conversão grafema-fonema regular. A rota lexical, por sua vez, é constituída de duas sub-rotas (razão pela qual se afirma que o modelo de dupla rota é, na verdade, composto de três rotas): uma rota lexical semântica, ou indireta, e uma lexical não semântica, ou direta (Coltheart et al., 2001). A rota lexical não semântica funciona através da identificação, no léxico do indivíduo, da representação ortográfica de uma palavra. O léxico ortográfico é ligado com o léxico fonológico, a partir de cuja representação fonológica o sistema fonêmico pode produzir um *output*. A rota lexical indireta, por sua vez, trabalha com o acesso ao sistema semântico: a identificação de um item no léxico ortográfico possibilita a identificação do seu significado no sistema semântico, que envia ativação ao léxico fonológico para a produção do *output*. Dessa maneira, na rota lexical, o acesso ao significado pode influenciar na leitura (Coltheart et al., 2001). A estrutura de um modelo de dupla rota está representada na Figura 1.

Figura 1: Estrutura de um modelo dupla rota de reconhecimento de palavras; adaptado de Coltheart et al. (2001)



Uma característica importante desse modelo é que, na rota lexical, a ativação não percorre o caminho entre os léxicos ortográfico e fonológico e o sistema semântico unidirecionalmente: os três componentes podem tanto se excitar ou se inibir mutuamente. Coltheart et al. (2001) afirmam que conexões excitatórias e inibitórias bidirecionais estão presentes entre os componentes da rota lexical, com exceção da ligação entre os léxicos ortográfico e fonológico, que possuem conexões entre si apenas excitatórias. Dessa forma, o sistema semântico pode influenciar o acesso no léxico ortográfico e no léxico fonológico, assim como a ativação no léxico fonológico pode ser repassada para o sistema semântico.

Duas outras propriedades são fundamentais nesse conjunto de modelos: a separação entre as rotas e a forma de representação. Nos modelos de dupla rota, os dois mecanismos são separados e, apesar de poderem ser utilizados pelo sistema cognitivo ao mesmo tempo, têm funcionamentos diferentes. A rota fonológica, por trabalhar com regras de conversão grafema-fonema, não é capaz de produzir um *output* correto quando essas regras não são seguidas. Portanto, o uso dessa rota não permite ler corretamente palavras irregulares. A rota lexical, por outro lado, por depender de itens armazenados integralmente na memória, não permite a leitura correta de estímulos que não são conhecidos, como pseudopalavras. No caso de palavras regulares, ambas as rotas podem ser utilizadas (Coltheart et al., 2001; Rapcsak, Henry, Teague, Carnahan, & Beeson, 2007). A separação entre as rotas é embasada em estudos de pacientes com transtornos neuropsicológicos. Um exemplo são indivíduos com dislexias adquiridas (Levy et al., 2009). Pacientes com dislexia de superfície possuem leitura de palavras irregulares prejudicada, com leitura de pseudopalavras preservada, o que, segundo modelos de dupla rota, indicaria um déficit na rota lexical, enquanto a rota fonológica estaria intacta. Em contraste, pacientes com dislexia fonológica apresentam prejuízos na leitura de pseudopalavras, mas possuem leitura de palavras relativamente preservada, o que seria indicativo de uma lesão seletiva da rota fonológica.

lógica. Essa dissociação dupla entre leitura de palavras irregulares e pseudopalavras é uma das principais evidências a favor dos modelos de dupla rota (Coltheart et al., 2001; Levy et al., 2009).

Outra característica desse conjunto de modelos é a utilização de representações localistas. Nos modelos de dupla rota, o sistema possui léxicos, compostos cada um de itens para cada palavra. Os diferentes níveis de representação lexical (fonológico, ortográfico e semântico) são separados, mas cada palavra é um item único em um léxico. Esse tipo de representação contrasta com aquela utilizada em modelos distribuídos.

Modelos conexionistas

Os primeiros modelos conexionistas de leitura de palavras foram propostos nos anos 1980 por Rumelhart, McClelland e Seidenberg (Rumelhart & McClelland, 1986; Seidenberg & McClelland, 1989), sendo atualmente relacionados ao nome de David Plaut (e.g., Plaut, 2005). Esses modelos podem utilizar tanto representações localistas como distribuídas (Plaut, 2005), apesar de serem mencionados eventualmente na literatura (e.g., Jones et al., 2006) apenas como subtipos de modelos distribuídos. Segundo alguns autores (Harm & Seidenberg, 2004; Plaut, 2005), características distintivas dos modelos conexionistas são a relação com mecanismos de aprendizagem e menor utilização de diferentes mecanismos de processamento. Nesses modelos, ao contrário do que ocorre em modelos de dupla rota, o enfoque não cai sobre mecanismos ou rotas diferentes de processamento, mas sobre os diferentes tipos de informação que são processados.

Modelos conexionistas utilizam uma estrutura básica na qual unidades são interconectadas em uma rede. Existem unidades de *input* e de *output*. Além disso, há também unidades ocultas que medeiam a relação entre *input* e *output*. São características importantes desse modelo as relações entre as unidades e os mecanismos de aprendizagem. As unidades são ligadas por conexões às quais são atribuídos pesos variáveis, que modulam a ativação recebida por uma unidade de outras e o resultado (*output*) dessa ativação. Além disso, a rede também conta com um mecanismo de *feedback*, que altera os pesos entre as unidades de acordo com o resultado do *output*. Dessa forma, a rede é capaz de aprender (Seidenberg & McClelland, 1989).

Apesar de os primeiros modelos conexionistas utilizarem apenas unidades fonológicas e ortográficas, modelos posteriores incluem a utilização de unidades semânticas. A estrutura geral dos modelos conexionistas de leitura é composta de unidades que estão agrupadas entre três níveis: ortográfico, semântico e fonológico (Plaut, 2005). O nível ortográfico recebe o *input* da palavra-estímulo e envia a ativação para outras unidades dos outros níveis. No modelo apresentado por Harm e Seidenberg (2004), o significado pode ser acessado tanto pelo caminho ("*pathway*") ortografia-semântica quanto pelo caminho ortografia-fonologia-semântica. O acesso ao significado de uma palavra se dá, portanto, tanto através da ativação do caminho fonológico quanto do ortográfico. Uma estrutura simplificada para modelos conexionistas é apresentada na Figura 2.

Figura 2: Um modelo conexionista de reconhecimento de palavras, adaptado de Gonnerman, Seidenberg e Andersen (2007)



Com relação à leitura oral de palavras, assume-se que ela pode ocorrer tanto através do caminho ortografia-fonologia quanto do caminho ortografia-semântica-fonologia, sendo importante o fato de esses mecanismos não serem excludentes, em contraste com os modelos de dupla rota. Nos modelos conexionistas, portanto, o processamento semântico também desempenha um papel na leitura. Por exemplo, Plaut et al. (1996) afirmam que os caminhos fonológico e semântico devem trabalhar juntos para a leitura hábil. A contribuição da semântica, no entanto, não é sempre a mesma. Segundo Plaut et al. (1996), a prática da leitura leva a uma melhora do nível semântico, o que é acompanhado de uma maior especialização do caminho fonológico para mapeamentos consistentes entre ortografia e fonologia. Esse caminho, conseqüentemente, passa a contribuir menos para a leitura de palavras irregulares de menor frequência.

Modelos de leitura de palavras e processamento léxico-semântico

Ambos os grupos de modelos, portanto, atribuem um papel ao processamento léxico-semântico na leitura de palavras. Os modelos conexionistas de leitura de palavras não apenas permitem a consideração do papel da semântica na leitura, mas também de diferenças individuais na influência do nível semântico. Segundo Plaut et al. (1996), o caminho semântico não é imprescindível à leitura dentro do modelo. De fato, em uma das simulações desenvolvidas no estudo, utilizando apenas unidades ortográficas e fonológicas, a rede treinada foi capaz de pronunciar corretamente todos os tipos de palavras. Entretanto, quando a colaboração do nível semântico foi introduzida, o desempenho da rede aumentou. No modelo implementado por Plaut (1997), um fator que está relacionado com diferenças individuais em leitura é a força da influência do nível semântico no nível fonológico, que varia entre indivíduos. Assim, nos modelos conexionistas, tanto o caminho ortografia-fonologia quanto o caminho ortografia-semântica-fonologia contribuem para a leitura, e essa contribuição pode variar. Especificamente, o desenvolvimento do caminho semântico, que se modifica com a prática da leitura, é acompanhado de uma especialização do caminho ortografia-fonologia para palavras mais regulares. Plaut et al. (1996) afirmam que a contribuição do caminho semântico só deve ocorrer quando o caminho ortografia-fonologia estiver razoavelmente desenvolvido. Plaut (1997) enumera uma série de fatores que podem influenciar na divisão de trabalho entre os caminhos, entre eles, a natureza do aprendizado da leitura, a quantidade total de prática de leitura, a experiência de leitura silenciosa relativa à leitura oral e os recursos computacionais dedicados a cada caminho. Dessa forma, a prática da leitura altera o funcionamento do sistema de leitura, de forma que diferentes componentes podem contribuir de formas distintas em leitores mais ou menos proficientes e entre indivíduos com a mesma proficiência em leitura.

Os modelos conexionistas, portanto, permitem explicar e fazer previsões com base no achado comum da literatura de que crianças mais jovens têm mais dificuldades com leitura de palavras irregulares (Salles & Parente, 2007) e com idiomas nos quais a correspondência grafema-fonema é menos precisa (Aro & Wimmer, 2003). Nessas crianças, o caminho ortografia-fonologia é predominante, enquanto o ortografia-semântica-fonologia ainda precisa se desenvolver.

Modelos de dupla rota também permitem elaborar explicações e previsões semelhantes. De acordo com esse modelo, crianças mais novas se utilizam mais da rota fonológica (Coltheart et al., 2001; Salles & Parente, 2007). À medida que vão adquirindo proficiência em leitura, as crianças passam a utilizar também a rota lexical (Salles & Parente, 2002). É importante frisar que as duas rotas tendem a atuar juntas, gerando efeitos complexos de concorrência e ressonância entre rotas (Roazzi et al., 2008).

Um problema apontado algumas vezes na literatura, em relação aos modelos de dupla rota, é a divisão do uso de rotas entre palavras irregulares e pseudopalavras. Aro e Wimmer (2003), por exemplo, observam que, em comparação com o inglês, crianças

falantes nativas de vários outros idiomas adotam estratégias mais fonológicas mais frequentemente, mesmo depois de adquirir proficiência em leitura, enquanto crianças falantes de inglês usam mecanismos semânticos com mais frequência. Segundo esses autores, o fato de que os modelos de dupla rota foram desenvolvidos com base em estudos com falantes de inglês, um idioma que é caracterizado por uma correspondência grafema-fonema pouco fidedigna, torna as previsões do modelo relativizáveis em relação ao idioma dos participantes. Em modelos conexionistas, por outro lado, além de haver uma interação maior entre os caminhos do que entre as rotas de modelos de dupla rota, a utilização de um ou outro caminho é orientada com base na eficiência, que, por sua vez, vai depender do contexto de *inputs* ao modelo.

Dessa maneira, os modelos de leitura de palavras atribuem um papel ao componente semântico (sistema semântico nos modelos de dupla rota, nível semântico nos modelos distribuídos) na leitura. Esse papel pode variar, como já visto acima, de acordo com a proficiência em leitura de crianças e com o idioma em questão. Além disso, há a necessidade, para os modelos de dupla rota, de se esclarecer quão necessário é o sistema semântico dentro do funcionamento da rota lexical, que possui outros dois léxicos (ortográfico e fonológico). Essa rota pode, em algumas ocasiões, prescindir do sistema semântico para reconhecer e ler corretamente palavras (Coltheart et al., 2001). Por outro lado, dado que, em modelos conexionistas, desempenhos satisfatórios podem ser alcançados no reconhecimento e na leitura de palavras através da utilização apenas do caminho ortografia-fonologia, é necessário investigar se isso se verifica com participantes humanos. Portanto, a observação da participação do componente semântico na leitura de palavras não é suficiente para diferenciar os dois modelos.

Modelos de compreensão de leitura textual

Diversos modelos também foram propostos para explicar a compreensão de leitura. Um dos mais utilizados é o modelo de Construção-Integração, de Kintsch e van Dijk (Kintsch, 1988; Kintsch & Rawson, 2005; Kintsch & van Dijk, 1978). Nesse modelo, um texto é dividido, informacionalmente, em proposições, que são unidades de significado compostas de um número *n* de conceitos, dos quais um serve como predicado e os outros como argumentos (Kintsch, 1974). O conhecimento é representado em uma rede, cujos nodos são conceitos ou proposições (Kintsch, 1988). Cada conceito é conectado a um conjunto de conceitos relacionados associativa ou semanticamente. Nesse tipo de representação, os conceitos não são explicitamente definidos, mas seus significados podem ser construídos a partir das relações com seus vizinhos diretos na rede e, de forma mais completa, com todos os outros nodos. Segundo Kintsch (1988), cada nodo possui um núcleo (*head*) e um número de posições (*slots*) para argumentos. Dessa forma, nodos são formalmente equivalentes a proposições, de maneira que proposições são representadas de forma similar a conceitos.

Nesse modelo, o leitor constrói uma representação coerente do texto a partir do *input* linguístico e da ativação de representações na rede. O processamento ocorre em ciclos, que correspondem aproximadamente a frases (Kintsch & van Dijk, 1978). Kintsch e Rawson (2005) descrevem três níveis de elaboração no texto. O primeiro é um nível linguístico, no qual palavras e sentenças do texto são identificadas. Esse nível envolve o reconhecimento de palavras e seus subprocessos, assim como a análise das palavras em suas funções nas sentenças. O segundo nível é o de análise semântica, em que o significado de palavras deve ser combinado em proposições, que são interligadas em uma rede chamada microestrutura. A microestrutura é constituída de proposições, formadas através das palavras do texto e de sua organização sintática, e das relações de coerência entre essas proposições. Além disso, a microestrutura é organizada em estruturas de ordem superior, de forma que não apenas proposições, mas também seções maiores de um texto, são conectadas semanticamente. Essas

conexões envolvem o reconhecimento de tópicos globais e de suas inter-relações, formando uma estrutura global do texto chamada macroestrutura, que representa o essencial do conteúdo do texto. A microestrutura e a macroestrutura juntas são chamadas texto-base, ou o conteúdo do texto organizado hierarquicamente na forma proposicional (Kintsch, 1974).

O texto-base representa o conteúdo expresso pelo texto, mas garante apenas sua compreensão superficial. Para uma compreensão mais profunda, é necessária a construção de um modelo mental da situação (*situation model*) que é descrita pelo texto (Kintsch & Rawson, 2005). Esse modelo envolve aquilo que é expresso pelo texto mais as relações que são inferidas a partir daí, e depende tanto da informação fornecida pelo texto quanto da sua integração com o conhecimento e as metas de compreensão do leitor.

Portanto, o acesso a qualquer informação necessária para a construção do modelo de situação (palavras, proposições, inferências) se dá a partir da interação entre o texto-base e o conhecimento estocado na memória de longo prazo e de como ele está organizado. Uma característica importante do modelo, segundo Kintsch (1988), é que, tanto no caso do reconhecimento de palavras quanto na formação de proposições, itens ativados enviam ativação para os seus vizinhos mais próximos, resultando em um conjunto de informações que depois é selecionado de acordo com a coerência com o discurso. Esse processo de seleção ocorre durante os ciclos de construção de proposições. Kintsch (1988) sugere que a pré-ativação de conceitos relacionados na memória está envolvida na construção de proposições e de inferências, através da referência a conceitos mencionados anteriormente. Essa referência, em um texto, pode ser feita através de palavras relacionadas àquelas que foram utilizadas na mesma sentença ou em sentenças anteriores.

Um exemplo é o processamento de anáforas, que são mecanismos que mantêm a continuidade dentro de um texto, como um pronome (Cain & Oakhill, 2004). *Links* anafóricos, tanto dentro quanto entre sentenças, são necessários à compreensão de leitura textual (Cain & Oakhill, 2004) e, de acordo com Kintsch e Rawson (2005), participam da elaboração da microestrutura. Cowles, Garnham e Simmer (2009) afirmam que o grau de similaridade semântica entre uma anáfora e seu referente influencia a resolução da anáfora, sugerindo que diferenças nas representações semânticas podem afetar esse processo. Como consequência, diferenças individuais podem surgir na construção da estrutura do texto (ao menos em nível microestrutural) entre leitores com diferentes graus de organização do sistema semântico. Dessa forma, esse modelo atribui à qualidade das representações semânticas de conceitos na memória um papel importante na compreensão. Assim, é possível observar que não apenas o reconhecimento de palavras como também a compreensão de leitura são influenciados pelo processamento léxico-semântico.

A hipótese da qualidade lexical de Perfetti (Perfetti, 2007; Perfetti & Hart, 2001, 2002) afirma que a representação de palavras no léxico pode ter maior ou menor qualidade, entendida como a especificação precisa e flexível da forma e do significado da representação mental de uma palavra. Essa qualidade engloba diversos traços: ortografia, fonologia, gramática e significado, além da ligação entre os componentes ortográfico, fonológico e semântico. De acordo com essa hipótese, quanto melhor a qualidade de uma representação, maior a especificidade de ativação quando a representação escrita dessa palavra for lida (Perfetti, 2007). Em outras palavras, haverá menor confusão ou recuperação de conceitos distantemente relacionados, mas menos relevantes. Essa recuperação mais específica pode acontecer a despeito de haver uma ativação momentânea de conceitos menos importantes. Os autores afirmam, de maneira similar a Gernbascher e Faust (1991), que leitores mais proficientes são mais capazes de suprimir a ativação de informação ou conceitos irrelevantes na memória. Uma maior qualidade lexical, portanto, incluindo a qualidade da

representação semântica da palavra, proporcionaria uma recuperação mais eficiente e, portanto, influenciaria no reconhecimento de palavras.

Segundo a hipótese da qualidade lexical, a influência do processamento léxico-semântico sobre a leitura ocorre também na compreensão de leitura textual. Uma alta qualidade lexical permite uma maior disponibilidade de identidades de palavras para a integração de significados dentro de sentenças e entre elas (Perfetti, 2007; Perfetti & Hart, 2002). Dessa maneira, uma maior qualidade lexical, especificamente, do significado da palavra, contribui para a elaboração da compreensão de leitura, e Perfetti et al. (2008) afirmam que o conhecimento do significado de palavras é central para a compreensão. De maneira análoga, é possível que leitores com problemas de compreensão apresentem um processamento semântico menos eficiente (Kintsch, 1988).

Alguns mecanismos de modelos conexionistas também têm sido propostos para explicar a participação de processos específicos na compreensão de leitura textual, apesar de a maioria dos modelos conexionistas de leitura ter se focado no processamento de palavras isoladas (Plaut, 2005), por considerarem que a linguagem escrita, nos níveis acima do nível de palavra, utilizam os mesmos mecanismos da linguagem oral. Elementos do paradigma conexionista foram incorporados ao modelo de Kintsch (1988), que pode ser caracterizado como um modelo híbrido de compreensão. Um exemplo de modelo baseado em mecanismos mais estritamente conexionistas foi proposto por Ignacio Serrano, Dolores del Castillo e Iglesias (2009). Esses autores apresentaram um modelo no qual processos de armazenamento temporário de informação na memória de trabalho, construção de inferências e esquecimento são efetuados pela propagação da ativação entre conceitos. Conceitos ativados entram na memória de trabalho, e, à medida que a ativação é propagada, alguns conceitos recebem mais ativação, permanecendo na memória de trabalho. Nesse modelo, a propagação da ativação é vista como o processo de construção de inferências. Nesse processo, os conceitos que recebem ativação são aqueles inferidos pelo leitor (Ignacio Serrano et al., 2009). Outros vão se tornar menos ativados e ser descartados da memória de trabalho, de forma que, ao final da leitura do texto, a representação final contida na memória de trabalho é a representação do conteúdo semântico do texto. Assim, é possível ver que a ativação transmitida entre nodos na rede desempenha um papel mais explícito do que em outros modelos.

Modelos de compreensão de leitura e processamento léxico-semântico

A relação entre processamento léxico-semântico e compreensão de leitura textual pode ocorrer, além do nível mais local, em um nível mais global, ou macroestrutural, nos termos de Kintsch e van Dijk (1978). A macroestrutura envolve a integração de significados entre sentenças (Kintsch & Rawson, 2005), o que, no modelo de Construção-Integração, envolve os mesmos mecanismos computacionais, ou mecanismos similares àqueles envolvidos na identificação de palavras.

É possível ainda que características da organização do sistema semântico estejam relacionadas a processos mais globais de compreensão, relacionados com a macroestrutura do texto. No modelo de Kintsch (1988), palavras são conectadas não apenas a outras palavras com significado próximo, mas também a palavras funcionalmente relacionadas, em um mecanismo de script. Essa organização das palavras na memória pode favorecer a compreensão de relações causais e, conseqüentemente, da compreensão. A noção de que relações funcionais são importantes para a compreensão da linguagem e, especificamente, da leitura foi apontada diversas vezes na literatura. Ingram (2007) apresenta uma lista de possíveis relações semânticas entre palavras (excluídas relações de sinonímia e antonímia) classificadas em relações categóricas e funcionais. As relações funcionais se dividem em relações que representam atividades expressas por um predicado verbal (e.g., arco atira flecha) e relações descritas

por conhecimento situacional ou *scripts*. Esse conhecimento causal é importante para uma variedade de tarefas semânticas, incluindo a compreensão de leitura textual (Rogers & McClelland, 2004).

Modelos conexionistas que relacionam o processamento do significado de palavras com a macroestrutura também foram propostos. Sharkey (1990), por exemplo, apresenta um modelo no qual estão presentes unidades de ativação tanto para a representação de palavras quanto de macrounidades, que são similares às macroproposições de Kintsch e van Dijk (1978). As palavras são constituídas da ativação de microtraços, como em outros modelos conexionistas (Harm & Seidenberg, 2004; Plaut, 2005). A ativação conjunta de palavras permite a ativação das macrounidades, que são então reunidas para a construção de esquemas para a representação do texto de maneira mais global. Segundo Sharkey (1990), os mesmos mecanismos computacionais utilizados na união de microtraços são recrutados para a reunião de macrounidades em esquemas. Nesse ponto, esse modelo se aproxima do modelo de Kintsch (1988), que também é apresentado em termos de um mecanismo computacional geral. Modelos como esse refletem uma característica importante do referencial conexionista, que é tentar se aproximar ao máximo do desempenho de participantes humanos, propondo menor quantidade de mecanismos que possuam aplicação mais geral (Plaut, 2005).

Em modelos conexionistas, explicações acerca do papel do processamento léxico-semântico para a compreensão de leitura textual geralmente também fazem referência à estrutura da memória semântica. No modelo conexionista de Young (1997) de formação de relações causais, a estruturação de relações funcionais entre objetos na memória, incluindo relações por *script*, acontece a partir da coocorrência de eventos no mundo. Essas relações funcionais permitem a formação de relações de causalidade, que são parte do processo de compreensão de leitura. No modelo conexionista de cognição semântica de Rogers e McClelland (2004), a estruturação das propriedades de itens na memória influencia a atribuição de função aos itens no texto e a construção de inferências, que são importantes para a compreensão de leitura textual. Essa estruturação tende a melhorar com o contato do indivíduo com objetos no mundo, tanto a partir de *input* verbal quanto não verbal. Esses autores também sugerem que um único mecanismo computacional geral é suficiente para explicar tanto a organização de conceitos quanto a geração de inferências.

Considerações finais

O objetivo deste estudo foi apresentar os principais modelos de leitura de palavras e de compreensão de leitura textual, examinando o papel que esses modelos atribuem ao processamento léxico-semântico. As conclusões em relação aos modelos examinados aqui devem ser comparadas com as previsões de outros modelos, nos quais o processamento léxico-semântico possui um papel distinto. Por exemplo, na visão simples da leitura (*simple view of reading* – Hoover & Gough, 1990), a leitura é composta por dois componentes, decodificação e compreensão oral, e a semântica contribui para o segundo componente, mas não para o primeiro.

O estudo possibilitou ver que, apesar de ficar claro que o processamento léxico-semântico desempenha um papel em modelos de reconhecimento de palavras, ainda não está claro qual é esse papel na leitura proficiente, e a relação desse componente com variações em características psicolinguísticas como regularidade, lexicalidade e concretude. É necessário investigar como a utilização do componente léxico-semântico na leitura de palavras modifica-se durante o desenvolvimento linguístico. Além disso, dado que idiomas diferentes podem demandar estratégias distintas por partes dos leitores (Aro & Wimmer, 2003), a generalização dos resultados de estudos

em inglês deve ser interpretada com cautela, sendo importante desenvolver estudos específicos sobre o português.

Em relação à compreensão de leitura textual, a relação com o processamento léxico-semântico é menos especificada. Modelos de compreensão de leitura, como os de Kintsch (Kintsch & Rawson, 2005) e Perfetti (2007), sugerem uma relação, mas ainda é preciso examinar para quais processos de compreensão de leitura, como construção de proposições e inferências, o processamento léxico-semântico contribui. Além disso, dado que diferentes elementos contribuem de maneira distinta em diferentes fases do desenvolvimento para a compreensão de leitura (Corso & Salles, 2009; Salles & Parente, 2004), essa relação pode se modificar com a idade ou a escolaridade dos leitores. Adicionalmente, é importante discutir a relação entre o processamento semântico no nível da palavra, tal como apresentado aqui e focado em modelos como o de Kintsch (Kintsch & Rawson, 2005), e o processamento semântico no nível da sentença e do texto, que é descrito em detalhes em modelos como o de Trabasso (Graesser, Singer, & Trabasso, 1994).

Estudos com crianças com dificuldades de leitura são um campo importante de investigação. Alguns estudos (Assink, Bergen, Teeseling, & Knuijt, 2004; Betjemann & Keenan, 2008) sugerem uma diferença entre crianças proficientes e crianças com dificuldades de leitura no processamento léxico-semântico, mas outros estudos (e.g., Hennessey et al., 2012) mostram resultados contraditórios. Dado que esses estudos em geral empregaram métodos consideravelmente distintos, é possível que essa diferença se deva a questões metodológicas, de maneira que esse é um ponto a ser investigado. Ainda, é necessário considerar, além da existência de déficits em leitura, o tipo de comprometimento dos participantes, já que as dificuldades de leitura não são um construto unidimensional (Pennington, 2006; Vellutino et al., 2004). De forma similar, é necessário investigar a relação do processamento léxico-semântico com outros fatores que influenciam tanto no reconhecimento de palavras quanto na compreensão de leitura textual, como o processamento fonológico.

Outro campo de estudos que tem se expandido mais recentemente (e.g., Franklin, Dien, Neely, Huber, & Waterson, 2007; Jednórog, Marchewka, Tacikowski, & Grabowska, 2010) são estudos que investigam a contribuição do processamento léxico-semântico para a leitura combinando dados comportamentais com dados de potenciais relacionados a eventos (respostas neurais relacionadas a eventos específicos – Woodman, 2010). Perfetti (2007) afirma que os potenciais relacionados a eventos são uma ferramenta útil para a resolução de discordâncias sobre as relações entre semântica e leitura, que podem surgir quando apenas dados comportamentais são considerados.

Referências

- Aro, M., & Wimmer, H. (2003). Learning To Read: English in Comparison to Six More Regular Orthographies. *Applied Psycholinguistics*, 24(4), 621-35. doi:10.1017/S0142716403000316
- Assink, E. M. H., Bergen, F. V., Teeseling, H. V., & Knuijt, P. P. N. A. (2004). Semantic priming effects in normal versus poor readers. *The Journal of Genetic Psychology*, 165, 67-80. doi:10.3200/GNTP.165.1.67-80
- Balota, D. A. (1990). The role of meaning in word recognition. In D. A. Balota, G. B. Flores d'Arcais, & K. Rayner (Orgs.), *Comprehension processes in reading* (pp. 9-32). Hillsdale, NJ: Lawrence Erlbaum Associates.

Becker, C. A. (1980). Semantic context effects in visual word recognition: an analysis of semantic strategies. *Memory & Cognition*, 8(6), 493-512.

Betjemann, R. S., & Keenan, J. M. (2008). Phonological and semantic priming in children with reading disability. *Child Development*, 79, 1086-1102. doi:10.1111/j.1467-8624.2008.01177.x

Cain, K., & Oakhill, J. (2004). Reading Comprehension Difficulties. In T. Nunes & P. Bryant (Orgs.), *Handbook of Children's Literacy* (pp. 313-318). Dordrecht: Kluwer Academic Publishers.

Christopher, M. E., Miyake, A., Keenan, J. M., Pennington, B., DeFries, J. C., Wadsworth, S. J., Willcutt, E., & Olson, R. K. (2012). Predicting word reading and comprehension with executive function and speed measures across development: a latent variable analysis. *Journal of experimental psychology. General*, 141(3), 470-488. doi:10.1037/a0027375

Coltheart, M. (2005). Modeling Reading: The Dual-Route Approach. In M. J. Snowling & C. Hulme (Orgs.), *The Science of Reading: A Handbook* (pp. 6-23). Oxford, UK: Blackwell Publishing Ltd.

Coltheart, M. (2006). Dual Route and Connectionist Models of Reading: An Overview. *London Review of Education*, 4(1), 5-17. doi:10.1080/13603110600574322

Coltheart, M., Rastle, K., Perry, C., Langdon, R., & Ziegler, J. (2001). DRC: A dual route cascaded model of visual word recognition and reading aloud. *Psychological Review*, 108(1), 204-256. doi:10.1037/0033-295X.108.1.204

Corso, H. V., & Salles, J. F. (2009). Relação entre leitura de palavras isoladas e compreensão de leitura textual em crianças. *Letras de Hoje*, 44, 28-35.

Cowles, H. W., Garnham, A., & Simner, J. (2009). Conceptual similarity effects on working memory in sentence contexts: Testing a theory of anaphora. *The Quarterly Journal of Experimental Psychology*, 63(6), 1218-1232. doi:10.1080/17470210903359198

Franklin, M. S., Dien, J., Neely, J. H., Huber, E., & Waterson, L. D. (2007). Semantic priming modulates the N400, N300, and N400RP. *Clinical neurophysiology: official journal of the International Federation of Clinical Neurophysiology*, 118(5), 1053-1068. doi:10.1016/j.clinph.2007.01.012

Gernsbacher, M. A., & Faust, M. E. (1991). The mechanism of suppression: a component of general comprehension skill. *Journal of Experimental Psychology. Learning, Memory, and Cognition*, 17(2), 245-262.

Gonnerman, L. M., Seidenberg, M. S., & Andersen, E. S. (2007). Graded semantic and phonological similarity effects in priming: Evidence for a distributed connectionist approach to morphology. *Journal of Experimental Psychology: General*, 136(2), 323-345. doi:10.1037/0096-3445.136.2.323

Graesser, A. C., Singer, M., & Trabasso, T. (1994). Constructing inferences during narrative text comprehension. *Psychological Review*, 101(3), 371-395. doi:10.1037/0033-295X.101.3.371

Harm, M. W., & Seidenberg, M. S. (2004). Computing the meanings of words in reading: cooperative division of labor between visual and phonological processes. *Psychological Review*, 111(3), 662-720. doi:10.1037/0033-295X.111.3.662

Hennessey, N. W., Deadman, A., & Williams, C. (2012). Semantic effects on word naming in children with developmental dyslexia. *Journal of Research in Reading, 35*, 267-286. doi:10.1111/j.1467-9817.2010.01458.x

Hilte, M., & Reitsma, P. (2011). Activating the meaning of a word facilitates the integration of orthography: evidence from spelling exercises in beginning spellers. *Journal of Research in Reading, 34*(3), 333-345. doi:10.1111/j.1467-9817.2010.01442.x

Hoover, W. A., & Gough, P. B. (1990). The Simple View of Reading. *Reading and Writing: An Interdisciplinary Journal, 2*(2), 127-60.

Ignacio Serrano, J., Dolores del Castillo, M., & Iglesias, A. (2009). Dealing with written language semantics by a connectionist model of cognitive reading. *Neurocomputing, 72*(4-6), 713-725. doi:10.1016/j.neucom.2008.08.018

Ingram, J. C. L. (2007). *Neurolinguistics: an introduction to spoken language processing and its disorders*. Cambridge: Cambridge University Press.

Jednórog, K., Marchewka, A., Tacikowski, P., & Grabowska, A. (2010). Implicit phonological and semantic processing in children with developmental dyslexia: Evidence from event-related potentials. *Neuropsychologia, 48*, 2447-2457. doi:10.1016/j.neuropsychologia.2010.04.017

Jones, M. N., Kintsch, W., & Mewhort, D. J. K. (2006). High-dimensional semantic space accounts of priming. *Journal of Memory and Language, 55*(4), 534-552. doi:10.1016/j.jml.2006.07.003

Kintsch, W. (1974). *The representation of meaning in memory*. Lawrence Erlbaum Associates; distributed by Halsted Press Division, Wiley, New York.

Kintsch, W. (1988). The role of knowledge in discourse comprehension: a construction-integration model. *Psychological Review, 95*(2), 163-182. doi:10.1037/0033-295X.95.2.163

Kintsch, W., & Rawson, K. (2005). Comprehension. In M. J. Snowling & C. Hulme (Orgs.), *The Science of Reading: A Handbook* (pp. 211-226). Oxford, UK: Blackwell Publishing Ltd.

Kintsch, W., & van Dijk, T. A. (1978). Toward a model of text comprehension and production. *Psychological Review, 85*, 363-394.

Levy, J., Pernet, C., Treserras, S., Boulanouar, K., Aubry, F., Démonet, J.-F., & Celsis, P. (2009). Testing for the Dual-Route Cascade Reading Model in the Brain: An fMRI Effective Connectivity Account of an Efficient Reading Style. *PLoS ONE, 4*(8), e6675. doi:10.1371/journal.pone.0006675

Nation, K., & Snowling, M. J. (1999). Developmental differences in sensitivity to semantic relations among good and poor comprehenders: evidence from semantic priming. *Cognition, 70*, B1-B13. doi:10.1016/s0010-0277(99)00004-9

Pennington, B. F. (2006). From single to multiple deficit models of developmental disorders. *Cognition, 101*(2), 385-413. doi:10.1016/j.cognition.2006.04.008

Perfetti, C. (2007). Reading Ability: Lexical Quality to Comprehension. *Scientific Studies of Reading, 11*(4), 357-383. doi:10.1080/10888430701530730

Perfetti, C. A., & Hart, L. (2001). The Lexical Basis of Comprehension Skill. In D. S. Gorfien (Org.), *On the consequences of meaning selection: perspectives on resolving lexical ambiguity* (pp. 67-86). Washinton, D. C.: American Psychological Association.

Perfetti, C. A., & Hart, L. (2002). The lexical quality hypothesis. In L. Verhoeven, C. Elbro, & P. Reitsma (Orgs.), *Precursors of functional literacy: Studies in written language and literacy* (pp. 189-213). Amsterdam/Philadelphia: John Benjamins Pub Company.

Perfetti, C. A., Landi, N., & Oakhill, J. (2008). The Acquisition of Reading Comprehension Skill. In M. J. Snowling & C. Hulme (Orgs.), *The Science of Reading: A Handbook* (pp. 227-247). Oxford, UK: Blackwell Publishing Ltd.

Plaut, D. C. (1997). Structure and Function in the Lexical System: Insights from Distributed Models of Word Reading and Lexical Decision. *Language and Cognitive Processes*, 12(5-6), 765-806. doi:10.1080/016909697386682

Plaut, D. C. (2005). Connectionist Approaches to Reading. In M. J. Snowling & C. Hulme (Orgs.), *The Science of Reading: A Handbook* (pp. 24-38). Oxford, UK: Blackwell Publishing Ltd.

Plaut, D. C., McClelland, J. L., Seidenberg, M. S., & Patterson, K. (1996). Understanding normal and impaired word reading: computational principles in quasi-regular domains. *Psychological Review*, 103, 56-115.

Rapcsak, S. Z., Henry, M. L., Teague, S. L., Carnahan, S. D., & Beeson, P. M. (2007). Do dual-route models accurately predict reading and spelling performance in individuals with acquired alexia and agraphia? *Neuropsychologia*, 45, 2519-2524. doi:10.1016/j.neuropsychologia.2007.03.019

Roazzi, A., Justi, C. N. G., & Justi, F. R. R. (2008). Da tinta à mente: uma discussão sobre os modelos computacionais de reconhecimento de palavras. In M. R. Maluf & S. R. K. Guimarães (Orgs.), *Desenvolvimento da linguagem oral e escrita* (pp. 95-121). Curitiba: UFPR.

Rogers, T., & McClelland, J. (2004). *Semantic cognition: a parallel distributed processing approach*. Cambridge: MIT Press.

Rumelhart, D. E., & McClelland, J. L. (Orgs.). (1986). *Parallel Distributed Processing: Explorations in the Microstructure of Cognition, Vol. 1: Foundations*. Cambridge, MA, USA: MIT Press.

Salles, J. F., & Parente, M. A. de M. P. P. (2002). Processos Cognitivos na Leitura de Palavras em Crianças: Relações com Compreensão e Tempo de Leitura. *Psicologia: Reflexão e Crítica*, 15, 321-331.

Salles, J. F., & Parente, M. A. de M. P. P. (2004). Compreensão textual em alunos de segunda e terceira séries: uma abordagem cognitiva. *Estudos de Psicologia*, 9, 71-80.

Salles, J. F., & Parente, M. A. de M. P. P. (2007). Avaliação da leitura e escrita de palavras em crianças de 2ª série: abordagem neuropsicológica cognitiva. *Psicologia: Reflexão e Crítica*, 20, 218-226. doi:10.1590/S0102-79722007000200007

Seidenberg, M. S. (1990). Lexical access: Another theoretical soupstone? In D. A. Balota, G. B. Flores d'Arcais, & K. Rayner (Orgs.), *Comprehension processes in reading* (pp. 33-71). Hillsdale, NJ: Lawrence Erlbaum Associates.

Seidenberg, M. S., & McClelland, J. L. (1989). A distributed, developmental model of word recognition and naming. *Psychological Review*, 96(4), 523-568.

Sharkey, N. E. (1990). A connectionist model of text comprehension. In D. A. Balota, G. B. Flores d'Arcais, & K. Rayner (Orgs.), *Comprehension processes in reading* (pp. 487-514). Hillsdale, NJ: Lawrence Erlbaum Associates.

Vellutino, F. R., Fletcher, J. M., Snowling, M. J., & Scanlon, D. M. (2004). Specific reading disability (dyslexia): what have we learned in the past four decades? *Journal of Child Psychology and Psychiatry, and Allied Disciplines*, 45(1), 2-40. doi:10.1046/j.0021-9630.2003.00305.x

Wilson, L. B., Tregellas, J. R., Slason, E., Pasko, B. E., & Rojas, D. C. (2011). Implicit phonological priming during visual word recognition. *NeuroImage*, 55(2), 724-731. doi:10.1016/j.neuroimage.2010.12.019

Woodman, G. F. (2010). A brief introduction to the use of event-related potentials in studies of perception and attention. *Attention, perception & psychophysics*, 72(8), 2031-2046. doi:10.3758/APP.72.8.2031

Young, M. E. (1997). Implicit processes in the development of causal knowledge: a connectionist model of the use of humean cues. In P. van den Broek, P. Bauer, & T. Berg (Orgs.), *Developmental spans in event comprehension ad representation: bridging fictional and actual events* (pp. 29-50). New York: Lawrence Erlbaum Associates.

Submetido em: 20/11/2013

Revisto em: 16/05/2014

Aceito em: 19/05/2014

Endereços para correspondência

Alexandre de Pontes Nobre
alpnobre@gmail.com

Jerusa Fumagalli de Salles
jerusafsalles@gmail.com

I. Doutorado. Programa de Pós-Graduação em Psicologia. Universidade Federal do Rio Grande do Sul (UFRGS). Porto Alegre. Estado do Rio Grande do Sul. Brasil.

II. Docente. Programa de Pós-Graduação em Psicologia. Universidade Federal do Rio Grande do Sul (UFRGS). Porto Alegre. Estado do Rio Grande do Sul. Brasil.

i Este artigo refere-se à pesquisa de mestrado realizada pelo autor, com apoio do CNPq, orientada pela coautora.