



UNIVERSIDADE FEDERAL DE JUIZ DE FORA
INSTITUTO DE CIÊNCIAS HUMANAS
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM PSICOLOGIA
MESTRADO



ELAINE LEPORATE BARROSO FARIA

**RELAÇÃO ENTRE MEMÓRIA DE TRABALHO E COMPREENSÃO DA LEITURA:
UM ESTUDO TEÓRICO**

Orientador: Prof. Dr. Carlos Alberto Mourão Júnior

JUIZ DE FORA
2011



UNIVERSIDADE FEDERAL DE JUIZ DE FORA
INSTITUTO DE CIÊNCIAS HUMANAS
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM PSICOLOGIA
MESTRADO



ELAINE LEPORATE BARROSO FARIA

**RELAÇÃO ENTRE MEMÓRIA DE TRABALHO E COMPREENSÃO DA LEITURA:
UM ESTUDO TEÓRICO**

Dissertação apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Psicologia da Universidade Federal de Juiz de Fora como requisito parcial à obtenção do grau de Mestre em Psicologia por Elaine Leporate Barroso Faria. Área de Concentração: Desenvolvimento Humano e Processos Sócio-Educativos.

Orientador: Prof. Dr. Carlos Alberto Mourão Júnior

JUIZ DE FORA
2011

Faria, Elaine Leporate Barroso.

Relação entre memória de trabalho e compreensão da leitura : um estudo teórico / Elaine Leporate Barroso Faria. – 2011.

58 f.

Dissertação (Mestrado em Psicologia)–Universidade Federal de Juiz de Fora, Juiz de Fora, 2011.

1. Memória (Psicologia). 2. Leitura. 3. Cognições. 4. Aprendizagem.
I. Título.

CDU 159.953

ELAINE LEPORATE BARROSO FARIA

**RELAÇÃO ENTRE MEMÓRIA DE TRABALHO E COMPREENSÃO DA LEITURA:
UM ESTUDO TEÓRICO**

Dissertação apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Psicologia da Universidade Federal de Juiz de Fora como requisito parcial à obtenção do grau de Mestre em Psicologia por Elaine Leporate Barroso Faria.

Dissertação defendida e aprovada em quinze de dezembro de dois mil e onze, pela banca constituída por:

Orientador: Prof. Dr. Carlos Alberto Mourão Júnior
Universidade Federal de Juiz de Fora

Presidente: Prof. Dr. Altemir José Gonçalves Barbosa
Universidade Federal de Juiz de Fora

Membro Titular: Profa. Dra. Janaína de Assis Rufino
Universidade do Estado de Minas Gerais

Ao Cacá, meu marido e a Maria Clara, nossa filha querida, pelo amor incondicional
e por compartilhar os esforços, que nunca serão em vão.

A eles, em especial, dedico este trabalho.

AGRADECIMENTOS

A Deus pela energia na superação dos obstáculos.

A meus pais pela dedicação no ensino de valores éticos e princípios morais que são o cerne do meu viver.

A meu marido Carlos Omar pela eterna gratidão e constante incentivo na busca pela concretização dos meus objetivos na vida pessoal, acadêmica e profissional. Obrigado por dividir comigo os momentos de dúvidas, incertezas e ansiedade e por inspirar-me à perseverança.

À minha filha Maria Clara por compreender a importância da dedicação aos estudos.

A meus irmãos e irmã pelo companheirismo e por compartilhar das minhas incertezas.

Ao Prof. Dr. Carlos Alberto Mourão-Júnior, o “Mourão”, meu admirável orientador, pela sabedoria, confiança, incentivo e compromisso com a educação humanística. Obrigado pelos momentos compartilhados de aprendizagem, motivação e superação dos obstáculos.

Ao Programa de Pós-Graduação em Psicologia pela oportunidade de aprendizado e aprimoramento pessoal, acadêmico e profissional.

Aos Profs. Dr. Altemir José Barbosa e Dra. Cláudia Nascimento Guaraldo Justi pelos enriquecedores comentários no exame de qualificação e que muito contribuíram para a concretização deste trabalho.

À amiga Andréa Olimpio de Oliveira por compartilhar momentos de angústia, ansiedade e alegria durante o período de concretização deste sonho. Obrigada pela sua amizade e inesquecível convívio.

À amiga Prof^a. Dra. Janaína de Assis Rufino por, gentilmente, aceitar participar da minha banca de defesa, pela revisão dos artigos e pelo exemplo de profissionalismo e dedicação à educação.

À amiga Prof^a. Maria de Fátima Teixeira Gomes pela revisão deste trabalho, pela amizade sincera e pelo exemplo de dedicação ao ensino da nossa língua.

À Prof^a. Cynthia Cobucci pelas aulas de tradução em inglês que muito me ajudaram a compreender a gramática e a dominar, um pouco mais a língua.

A todos, que de alguma forma, contribuíram e/ou contribuem direta e indiretamente para a concretização do meu trabalho, muito obrigada!

*“A mente que se abre a uma nova ideia
jamais voltará ao seu tamanho original.”*

Albert Einstein

RESUMO

Este estudo apresenta considerações sobre a memória de trabalho, componente da função executiva, e os possíveis impactos no processo de aprendizagem, partindo dos pressupostos teóricos da neuropsicologia cognitiva. Discutimos, também, a relação entre a memória de trabalho e o desempenho dos leitores em tarefas de compreensão de textos escritos. Os objetivos visam compreender como a memória de trabalho se relaciona com o processo de aprendizagem, para se tentar explicar o porquê dos déficits na memória de trabalho poderem causar prejuízo no desempenho de tarefas cognitivas e, também, investigar a relação entre memória de trabalho e compreensão da leitura através da identificação dos fundamentos teóricos que sustentam a hipótese de que a memória de trabalho esteja associada com habilidades de compreensão da leitura. Estudos sugerem que as dificuldades de aprendizagem enfrentadas por algumas crianças estejam relacionadas com a sobrecarga na memória de trabalho o que pode comprometer o desempenho em atividades cognitivas diárias tais como as atividades rotineiras de sala de aula. Os recursos da memória de trabalho parecem afetar a capacidade individual para realizar muitos dos processos associados com a construção da representação de texto, como os processos de integração e inferência. Falhas em variáveis de processamento e conhecimento podem levar a dificuldades de compreensão abrangendo processamento lexical ineficiente, prejuízo na habilidade de inferência e na capacidade de monitoramento da compreensão, além de limitações da memória de trabalho.

PALAVRAS-CHAVE: memória de trabalho; leitura; função executiva; cognição; aprendizagem.

ABSTRACT

This study presents considerations on the working memory component of the brain executive function, and the possible impacts on the learning process, starting from the theoretical assumptions of cognitive neuropsychology. We also discuss the relation between working memory and the readers' performance on written texts comprehension tasks. The objectives aim to understand how working memory relates to the learning process, in order to try to explain why the deficits in working memory can impair the performance of cognitive tasks and also, investigate the relation among working memory and reading comprehension by identifying the theoretical foundation that supports the hypothesis that the working memory is associated to abilities of reading comprehension. Studies suggest that the learning difficulties faced by some children are related with the overload on working memory which can impair performance in cognitive activities such as daily routine activities of the classroom. The resources of working memory seem to affect the individual ability to perform many of the associated processes with the construction of the text representation, such as the integration and inference processes. Failures in the processing variables and knowledge can lead to comprehension difficulties covering inefficient lexical processing, impaired ability of inference and the ability of comprehension monitoring beyond working memory limitations.

KEYWORDS: working memory; reading; executive function; cognition; learning.

SUMÁRIO

1 INTRODUÇÃO	10
2 REVISÃO DA LITERATURA	17
2.1 Memória de trabalho: possibilidades de impacto na aprendizagem	17
2.1.1 Introdução	17
2.1.2 Função executiva	18
2.1.3 Memória e aprendizagem	20
2.1.4 Classificação das memórias	22
2.1.5 A memória de trabalho	23
2.1.6 Considerações Parciais	30
2.2 Os recursos da memória de trabalho e suas influências na compreensão da leitura.	31
2.2.1 Introdução	31
2.2.2 Função executiva e Memória de trabalho	32
2.2.3 O processo de leitura e a compreensão de textos	36
2.2.4 Modelos de processamento da informação envolvidos na leitura	37
2.2.5 Modelo cognitivo de processamento de texto	40
2.2.6 Memória de trabalho e compreensão da leitura	42
2.2.7 Considerações Parciais.....	46
3 CONSIDERAÇÕES FINAIS	48
REFERÊNCIAS	52

1 INTRODUÇÃO

Evidenciar a leitura em seus diversos aspectos cognitivos significa partir do pressuposto de que a leitura constitui uma das tarefas que mais, habitualmente, circula no nosso cotidiano e muitas atividades implicam, de alguma forma, o seu uso, como ler a bula de um remédio ou tomar um ônibus para um determinado destino. A leitura, seja direta ou indiretamente, está presente em nossas vidas de forma muito intensa, pois está associada a muitas de nossas atividades, sejam de trabalho, lazer ou mesmo de nossa rotina cotidiana, como fazer compras ou ler um bilhete deixado por um familiar ou amigo. Porém, por mais simples que possa parecer, a leitura não constitui uma tarefa fácil, porque requer muito mais do que simplesmente a decodificação dos símbolos gráficos, envolve a análise reflexiva do conteúdo que se está lendo. Então, ler não se reduz a decodificar as palavras, mas também significa compreender a mensagem escrita de um texto (Juric et al., 2007), em que o leitor constrói o significado do mesmo.

De acordo com Gonçalves (2008), a leitura não envolve apenas a identificação de palavras isoladas, e portanto, essa é condição necessária, mas insuficiente à compreensão do objeto lido. Sua intenção é compreender o que está escrito, de forma que o leitor decodifique as palavras extraindo os significados explícitos, uma vez que estes não expressam tudo o que o autor quer comunicar; mas, principalmente, o leitor deve extrair os significados implícitos do texto. Desse modo, o ato de ler não consiste apenas em “saber ler”, não é juntar sílabas e muito menos palavras, pois, saber ler é entender o que está escrito, dando um significado ao que está sendo lido, é interpretar e expressar aquilo que se leu com as próprias palavras.

Pensando o ensino da leitura, para que ocorra a compreensão, não basta aprender a ler, é necessário aprender com o que se lê, o texto precisa ser interpretado de maneira que se tenha um significado. No entanto, no início da aprendizagem da leitura, as crianças aprendem a decodificar e identificar palavras, e esses processos limitam a compreensão, mas, as habilidades de compreensão leitora se relacionam com o aumento da experiência de leitura e com algumas habilidades componentes como a experiência com a linguagem falada (Perfetti, Landi & Oakhill, 2008). Independente do nível de escolaridade, a interpretação não pode ser mecanizada, pois o leitor deve estabelecer um diálogo com o autor, fazendo com que a leitura seja mais do que juntar letras e formar palavras (Gonçalves, 2008).

Assim, o ato de ler implica, simultaneamente, vários componentes ativadores do cérebro, os quais vão possibilitar que se decifre o código escrito, que o interpretemos buscando entender o que foi lido. Essa atividade mental toda decorre de forma rápida e inconsciente no que tange ao leitor proficiente (Pereira & Flôres, 2009). Além disso, a leitura também é um ato social, entre dois sujeitos - leitor e autor – que interagem entre si, a partir de objetivos e necessidades socialmente determinados (Kleiman, 1989). Então, a leitura envolve habilidades e processos cognitivos múltiplos, como compreensão e memória. Através da leitura conhecemos, exercitamos habilidades sociais, relacionamos conhecimentos anteriores a conhecimentos novos e exercitamos o cérebro.

Podemos dizer que a leitura é um enigma cognitivo, pois está relacionada ao conhecimento e à aprendizagem, uma vez que a compreensão de um texto se dá no cérebro do leitor e, apesar dos grandes avanços das pesquisas, ainda há muito a ser desvendado (Siqueira & Zimmer, 2006). Desta forma, durante a leitura é preciso que haja um envolvimento cognitivo do leitor com a atividade, o que significa que o leitor deve estar atento ao que se está fazendo, concentrar-se no que está lendo e utilizar dos conhecimentos prévios que possui. Então, parece que o ato de ler pode contribuir para o desenvolvimento de habilidades de compreensão leitora, porque quanto mais lemos nos tornamos melhores leitores e as habilidades de leitura são aprimoradas com a própria experiência da leitura.

Sabemos que a habilidade de leitura ocupa papel importante em especial no sistema escolar, que tem como principal objetivo o ensino de conceitos por meio de práticas que requerem tais habilidades. Podemos dizer que quanto mais lemos mais aprimoramos nossa capacidade de compreensão dos fatos e do mundo que nos rodeia e, através da leitura crítica, vamos estabelecendo relações entre o texto e o contexto. Assim, temos a escola como o principal cenário no qual se desenvolve a competência para a leitura.

Um aspecto preocupante tem sido apontado em diversas publicações especializadas no assunto acerca do aumento no número de estudantes que se encontram em situação de fracasso escolar. Por um lado, os professores buscam explicações para o não aprendizado do aluno, atribuindo a este a culpa pelo seu baixo desempenho ou então a características do ambiente. Por outro lado, o aluno, frente às dificuldades de aprendizagem, se considera incapaz e pouco inteligente (Oliveira, Boruchovitch & Santos, 2007). Ao mesmo tempo, pais e professores têm se preocupado em tornar as crianças e os adolescentes bons leitores, para que obtenham êxito na escola. Em contra partida, as queixas escolares mais frequentes estão

relacionadas com as dificuldades de leitura dos alunos, e as respostas a essas dificuldades são pontuadas como causas do baixo desempenho escolar.

Assim, a relação entre compreensão da leitura e desempenho escolar torna-se muito estreita. Há necessidade do diagnóstico da leitura, principalmente pelo fato de que a causa mais frequente dos encaminhamentos psicopedagógicos é a dificuldade em leitura, e, sem que se identifiquem as dificuldades específicas, a força de medidas interventivas de remediação é pouco viável (Oliveira, Boruchovitch & Santos, 2007).

Existe um grande número de investigações sobre dificuldades em leitura que consideram as falhas no processo de decodificação, sendo que existe um conjunto de fatores que, sem dúvida, também tem influência no processo, que são a confusão a respeito das demandas da tarefa de leitura, a pobreza de vocabulário, os problemas de memória, a falta de treinamento em estratégias de compreensão, o escasso controle da compreensão das diferenças no modo de ensinar para bons e maus leitores (Juric et al., 2007). Esses autores pontuam que algumas destas investigações demonstram que os maus leitores recebem menos ensino em compreensão e mais em decodificação que os bons leitores, e estes estudos têm permitido corroborar de maneira empírica que os maus leitores não somente recebem menos quantidade de instrução em compreensão, mas que se exige desses leitores demasiado tempo de prática da leitura oral com contínuas interrupções para corrigir erros, porém sem propor reflexões em relação ao conteúdo do texto.

Professores do ensino universitário têm apresentado também queixas constantes quanto às dificuldades dos alunos universitários, referentes à dificuldade de integrar novas informações e conhecimentos, seja contextualizando-os nos aspectos históricos e sociais, seja relacionando-os com os recentes avanços da ciência e tecnologia. Então, a leitura é indispensável aos universitários, porque através desta se dá o acesso ao conteúdo das várias disciplinas curriculares e à produção científica (Santos, Suehiro & Oliveira, 2004).

Desta forma, a competência em leitura é uma das habilidades fundamentais para o sucesso em todas as áreas do saber, bem como para o exercício da cidadania e participação ativa do indivíduo na sociedade. A compreensão do texto é essencial para que se possa dizer que de fato o texto foi lido e é imprescindível para que haja comunicação e para que se efetivem as relações autor-texto-leitor (Witter & Silva, 2008). Compreender o que se lê implica o leitor estabelecer conexões lógicas entre as ideias do texto e poder expressá-las com as próprias palavras (Bolívar, 2002).

Segundo Oliveira, Boruchovitch e Santos (2009), o *Programme for International Student Assessment 2000* (PISA) confirma o baixo desempenho dos alunos brasileiros em leitura em língua materna, em que o Brasil obteve 375 pontos, ficando em penúltimo lugar entre os 42 países participantes da avaliação internacional, sendo o país de melhor pontuação a Coreia com 552 pontos. Nos resultados da avaliação de 2006 (PISA) o Brasil ocupou o 49º lugar entre os 56 países participantes e em 2009 ficou em 53º entre 65 países (OECD, 2006, 2009).

A realidade aponta que em muitas escolas brasileiras, crianças chegam à 4ª série e até a 8ª sem o domínio do processo de leitura e escrita, sendo que diversos fatores, externos e internos à escola – incluindo a não compreensão ou não aceitação de mecanismos de flexibilização da organização curricular permitida pela LDB 9394/96, a falta de propostas efetivas de atendimento diferenciado aos alunos com defasagens e/ou necessidades especiais têm contribuído de forma negativa para que a evasão e a repetência sejam substituídas pela escolarização sem aprendizagem, conforme aponta o Sistema Nacional de Avaliação da Educação Básica 2002.

Tal situação gera insatisfações dentro da escola, da comunidade e também nos pais e nos próprios alunos. A insatisfação dos alunos se divide entre a desmotivação, já que percebem o ensino pouco significativo, e a necessidade de prosseguir, porque a escolaridade é obrigatória e se sentem ansiosos frente à futura inserção no mercado de trabalho, porém, ao mesmo tempo, não apresentam o desenvolvimento das capacidades e habilidades atualmente exigidas (Oliveira, Boruchovitch & Santos, 2009).

No entanto, será que a escola tem contribuído de fato para a compreensão de textos dos alunos? A prática escolar considera que a compreensão leitora se desenvolve automaticamente a partir do domínio do código e que os exercícios inseridos nos livros didáticos desenvolvem a compreensão de textos escritos (Spinillo, 2008). É fato que os textos dão suporte à aquisição do conhecimento científico, e que independente do nível de escolarização, os textos constituem uma poderosa ferramenta no ensino de conceitos e princípios da ciência, não sendo o seu uso, simplesmente, um material de conveniência (Broek, 2010). No nosso ponto de vista, muitos alunos não compreendem informações básicas de um texto e estas dificuldades constituem um obstáculo à construção do pensamento reflexivo e crítico comprometendo a formação acadêmica, profissional e a produção científica.

Então, consideramos que vários fatores contribuem para a compreensão leitora como a eficiência da decodificação, a habilidade de reconhecimento de palavras, o domínio do conhecimento, ter um amplo vocabulário e uma leitura fluente, a realização de inferências e integração do significado do texto e outros processos cognitivos como a memória de trabalho (Giangiácomo & Navas, 2008). Todos esses fatores são fundamentais para a compreensão, no entanto, focamos neste trabalho, na influência que a memória de trabalho exerce nesse processo e verificamos que a literatura aponta que os estudos desta temática são bem remotos, logo encontramos ainda poucas, mas significativas pesquisas que muito contribuem para o aprofundamento do tema.

Muitos pesquisadores têm se interessado pelo estudo da memória de trabalho e tem contribuído de maneira significativa para o avanço da ciência neste campo de conhecimento (Baddeley, 2000; Fuster, 2002; Gathercole, 2008; Goldberg, 2002; Izquierdo, 2011; Mourão-Júnior & Melo, 2011) no que tange ao esclarecimento das relações entre a atividade cerebral, cognição e comportamento. Da mesma forma, encontramos na literatura muitos estudos que relacionam a memória de trabalho com a compreensão da leitura (Cain, Oakhill & Bryant, 2004; Oakhill, Hartt & Samols, 2005; Palladino et al., 2001; Paris & Hamilton, 2009; Seigneuric et al., 2000; Seigneuric & Ehrlich, 2005; Sesma et al., 2009; Swanson & Jerman, 2007).

De acordo com as perspectivas teóricas com as quais dialogamos, a memória de trabalho é um sistema de armazenamento temporário e de processamento simultâneo de informações, que dá suporte contínuo às atividades cognitivas. A capacidade limitada da memória de trabalho varia muito entre os indivíduos e está intimamente relacionada com habilidades de aprendizagem durante a infância e, também, com habilidades de compreensão da leitura (Alloway et al., 2009). Parece que o bom uso da capacidade limitada da memória de trabalho não requer manter tanta informação quanto possível no sistema, mas fazer uma contínua seleção e atualização das informações (Palladino et al., 2001), e para a compreensão textual o leitor deve ter em mente que a informação é útil para a interpretação de partes sucessivas de um texto.

Este estudo evidencia que a memória de trabalho está associada com habilidades de compreensão da leitura, porque consideramos que a compreensão da leitura requer que partes do texto sejam mantidas, temporariamente, no sistema de memória de trabalho para, então, ser analisada e integrada. Desta forma parece que os recursos da memória de trabalho são importantes na execução de inferências, na habilidade de integrar informações e no

monitoramento do próprio processo de compreensão leitora, o que nos leva a pensar na hipótese de relações de causalidade entre memória de trabalho e compreensão da leitura.

Assim, ao longo do presente estudo, temos como base a abordagem da Psicologia Cognitiva para compreendermos o processamento da informação na mente humana; os pressupostos da Neuropsicologia Cognitiva, que constitui uma ciência contemporânea da mente, para o estudo das relações entre cérebro, comportamento e as funções cerebrais envolvidas na execução de tarefas cognitivas, ainda que a ênfase dos estudos nesta área seja o desempenho de pacientes com lesão cerebral; e o referencial da psicolinguística para o estudo das conexões entre linguagem e mente.

Tendo em vista os pontos apresentados, temos como objetivo discutir os possíveis impactos no processo de compreensão dos leitores em tarefas que envolvem a leitura de textos escritos, porque consideramos que a memória de trabalho, componente da função executiva do cérebro, é um dos fatores que podem influenciar a capacidade e o desenvolvimento da compreensão.

No intuito de atender os objetivos propostos neste trabalho, realizamos um estudo teórico apresentado aqui em dois capítulos, que visam contemplar a investigação da relação entre a memória de trabalho e a compreensão da leitura. No primeiro capítulo enfatizamos a relação entre a memória de trabalho e o processo de aprendizagem, para se tentar explicar o porquê dos déficits na memória de trabalho poderem causar prejuízo no desempenho de tarefas cognitivas. No segundo capítulo enfatizamos a importância do estudo dos recursos da memória de trabalho como um dos componentes cognitivos fundamentais no desempenho da leitura e no desenvolvimento de habilidades de compreensão leitora.

É importante ressaltar que propomos um diálogo interdisciplinar entre as neurociências, a psicologia e a educação buscando uma interface no estudo das ciências do cérebro e da educação. Ainda que a delimitação de cada campo científico constitua um embate para o sucesso desse diálogo, o estudo do funcionamento da mente e do cérebro tem muito a contribuir para a compreensão dos processos cognitivos na aprendizagem e no desenvolvimento (Rato & Caldas, 2010).

Não queremos elevar que a investigação neurocientífica dará respostas a todas as questões da educação, mas através do diálogo com a psicologia cognitiva é provável construir uma intermediação entre os estudos do cérebro e do ensino, da aprendizagem e do desenvolvimento. Desta forma, estaríamos contribuindo para que os educadores também

possam conhecer acerca da ciência do cérebro e, por sua vez, compreender melhor os contextos de aprendizagem embasando suas práticas educativas em novos conhecimentos.

2 REVISÃO DA LITERATURA

2.1 MEMÓRIA DE TRABALHO POSSIBILIDADES DE IMPACTO NA APRENDIZAGEM¹

2.1.1 Introdução

Nosso estudo apresenta uma revisão da literatura sobre a memória de trabalho com o objetivo de compreender como este componente da função executiva, se relaciona com o processo de aprendizagem, para se tentar explicar o porquê dos déficits na memória de trabalho poderem causar prejuízo no desempenho de tarefas cognitivas. Propomos um diálogo interdisciplinar a fim de aproximarmos saberes científicos na busca de reflexões acerca de um dos fatores que podem influenciar na capacidade da criança para aprender que é a memória de trabalho.

O referencial teórico adotado para nossas reflexões é a abordagem da Neuropsicologia Cognitiva que estuda o processamento da informação, isto é, a investigação das diferentes operações mentais que são necessárias para a execução de determinadas tarefas (Gazzaniga, Ivry & Mangun, 2006b). Acreditamos que através dos aportes teóricos da neuropsicologia podemos compreender as respostas cerebrais do comportamento a partir do estudo das relações entre cérebro, o comportamento e as funções e disfunções cerebrais (Kristensen, Almeida & Gomes, 2001).

Neste artigo iniciamos o estudo com uma breve descrição do conceito de função executiva e do papel do córtex pré-frontal no controle cognitivo. Na sequência, apresentamos a relação entre memória e aprendizagem e sua importância no processamento de informações. Partindo da classificação das memórias e mais especificamente da sua função, descrevemos o construto de memória de trabalho, componente cognitivo responsável pelo armazenamento temporário de informações. Descrevemos o modelo multicomponente da memória de trabalho e os componentes que o constituem apresentando algumas evidências que dão suporte ao

¹ Artigo submetido à Revista Temas em Psicologia

modelo. Ao final, fazemos considerações sobre o impacto das habilidades da memória de trabalho na aprendizagem.

2.1.2 Função executiva

Partimos do princípio de que existem várias funções executivas, bem como existem várias memórias, formas de linguagem ou de atenção. Estas funções cognitivas, geralmente, são tratadas na literatura no singular, o que nos leva a utilizar o termo função executiva também no singular para evitar confusões e ambiguidades conceituais. Nesse sentido, a função executiva compreende um conjunto de habilidades que, de maneira integrada, permite ao indivíduo direcionar comportamentos a metas, avaliar a eficiência e a adequação desses comportamentos, abandonar estratégias ineficazes em prol de outras mais eficientes e resolver problemas imediatos, de médio e de longo prazo (Capovilla, Assef & Cozza, 2007).

Consideramos que a função executiva é necessária no gerenciamento do comportamento humano, sendo que esta é composta de habilidades de ordem superior, isto é, inibição, memória de trabalho, planejamento, organização, auto-monitoramento e tomada de decisões (Cutting et al., 2009; Malloy-Diniz et al., 2008; Shallice, 1982).

Em nosso ponto de vista, sempre que formulamos planos de ação e selecionamos uma sequência de respostas, requisitamos a função executiva, considerando que, para a realização bem-sucedida de tarefas cognitivas, é necessário o funcionamento adequado e simultâneo de vários componentes da função executiva. Durante a realização de tarefas cognitivas, o indivíduo deve ter claramente o objetivo final de suas ações, para que possa estabelecer um planejamento dentro de uma organização hierárquica facilitadora da realização da tarefa. Então, o indivíduo parte para a execução dos passos planejados, avaliando constantemente o sucesso de cada uma de suas ações, revendo e modificando os passos que não foram bem-sucedidos, buscando adotar novas estratégias, quando necessário. Mesmo assim, o foco da atenção na tarefa que está sendo realizada deve ser mantido através do monitoramento da atenção, considerando o que já foi realizado, o que está em andamento e as ações que ainda estão por vir. Ao mesmo tempo em que o indivíduo se envolve na tarefa, as informações vão sendo armazenadas temporariamente na memória para serem utilizadas durante toda a realização da atividade (Malloy-Diniz et al., 2008).

De acordo com nossos estudos, a função executiva aparece na condição de posto de comando do cérebro, mais especificamente, na porção frontal do lobo frontal, no *córtex pré-frontal* (Goldberg, 2002; Mourão-Júnior & Melo, 2011). A função executiva é a função dos lobos frontais e desempenha papel fundamental no planejamento de estratégias de ação e na formação de metas e objetivos. Desta forma, é o córtex pré-frontal que seleciona as habilidades cognitivas para a implementação dos planos, que coordena essas habilidades e que as aplica em uma sequência adequada, para, finalmente, avaliar o sucesso ou o fracasso de nossas ações em relação aos nossos objetivos (Goldberg, 2002). O córtex pré-frontal desempenha papel crítico na organização das ações comportamentais, linguísticas e cognitivas (Fuster, 2002) sendo fundamental durante o processamento *top-down*, quando o comportamento deve ser guiado por estados internos ou intenções (Miller & Cohen, 2001). Por processamento *top-down*, Paris & Hamilton (2009) assinalam que “Rumelhart (1994) e Stanovich (1980) propuseram que os leitores constroem significados do texto usando múltiplas ferramentas. O processamento *bottom-up* é focado na decodificação e compreensão de palavras. O processamento *top-down* envolve a integração do conhecimento prévio com o texto” (p. 33).

Segundo Mourão-Júnior e Melo (2011), a mais importante função do córtex pré-frontal é a *integração temporal* de ações para que as metas sejam efetivadas. Fuster (2002) postula que a integração temporal envolve três grandes subfunções cognitivas: a *memória de trabalho*, o *ajuste preparatório* e o *controle inibitório*. A organização temporal das informações realizada pela *memória de trabalho*, sistema de capacidade limitada e de manipulação e armazenamento temporário de informações, sustenta os processos de pensamento e realiza uma interface entre percepção, memória de longo prazo e ação. O *ajuste preparatório*, função prospectiva, isto é, dirigida para o futuro, consiste nas funções de planejamento de ações e estratégias através do gerenciamento da atenção. O *controle inibitório* é a função cognitiva que atua na inibição de respostas tendenciosas ou resposta à interferência de distratores ambientais, isto é, estímulos irrelevantes, que possam interromper o curso de uma ação ou de uma resposta em curso (Mourão-Júnior & Melo, 2011; Mourão-Júnior & Abramov, 2011).

Gathercole et al. (2008) em um estudo sobre os perfis de comportamento em sala de aula relacionados à atenção e função executiva de crianças com pobre memória de trabalho, postulam a função executiva como sendo, “... processos de nível superior envolvidos no controle top-down dos processos cognitivos que facilitam o comportamento por objetivo direcionado, e inclui planejamento, inibição, alternância de tarefas e atenção, bem como memória de trabalho” (p.215).

Segundo os autores, falhas na função executiva, como, por exemplo, falhas de atenção, na iniciação de tarefas, no planejamento e monitoramento do comportamento, podem ser a causa e não a consequência do pobre desempenho das crianças em testes de memória de trabalho. E um dos fatores que influenciam a capacidade da criança para aprender é a memória de trabalho, isto é, a capacidade que a criança tem de reter na mente e de manipular informações por breves períodos de tempo (Gathercole et al., 2008). Então, as habilidades da memória de trabalho estão intimamente associadas ao progresso acadêmico podendo estar relacionadas com o processo de aprendizagem. Assim, as crianças devem estar atentas e saber o quanto é importante monitorarem a qualidade dos seus trabalhos.

2.1.3 Memória e aprendizagem

Todo processo de aprendizagem envolve aquisição, retenção e recuperação de informações e a memória constitui um conjunto das informações que são adquiridas quando aprendemos. A memória e a aprendizagem são processos interrelacionados, fundamentais no processamento de informações e são fenômenos que não se distinguem. Assim, para que a informação se processe no cérebro, é necessário que ocorram transformações no sistema nervoso, isto é, a informação deve ser adquirida, consolidada, armazenada e, por fim evocada (Mourão-Júnior & Abramov, 2011). Então, consideramos que a memória é a aquisição ou aprendizagem, formação, conservação e evocação ou recordação ou recuperação de informações (Izquierdo, 2011).

Como as memórias humanas e das demais espécies animais provêm das experiências devemos utilizar a palavra “memórias” e não “memória”, porque há tantas memórias quanto possíveis experiências (Izquierdo, 2011). Nesta perspectiva, a memória e a aprendizagem constituem a base para todo o nosso conhecimento em que a aprendizagem é a aquisição de novos conhecimentos e a memória é a retenção dos conhecimentos aprendidos.

Buscando um respaldo da neurofisiologia, as memórias são formadas por células nervosas denominadas neurônios, que se armazenam em redes de neurônios e são evocadas por essas mesmas redes neuronais, sendo moduladas pelas emoções, pelo nível de consciência e pelos estados de ânimo, que são os reguladores da aquisição, da formação e da evocação das memórias (Izquierdo, 2011). Podemos dizer que, no cérebro humano, há cerca de 86 bilhões

de neurônios que são células responsáveis pela recepção e transmissão dos estímulos através de conexões denominadas sinapses. É provável que tenhamos centenas de trilhões de sinapses ativas, o que representa extensas possibilidades de armazenarmos informações. Devido à plasticidade neuronal, a cada nova experiência as redes neuronais são readaptadas e outras novas sinapses se formam possibilitando novas aprendizagens. O corpo celular de uma célula nervosa possui alta capacidade de processamento e filtragem de informações, sendo que o neurônio recebe muitas informações e retransmite pouca informação em relação ao que recebe (Mourão-Júnior & Abramov, 2011).

Como o objetivo do processamento neural é receber informação, avaliá-la e passar um sinal a outros neurônios, os neurônios recebem informação, tomam decisão sobre essa informação, obedecendo a regras simples e através de mudanças em seus níveis de atividade, passam a informação para outros neurônios (Gazzaniga, Ivry & Mangun, 2006a).

Assim, o cérebro é um sistema de processamento de informações, no qual a memória consiste na capacidade de aquisição, retenção e evocação das informações que são relevantes quando estamos aprendendo. É importante considerarmos que a aquisição da informação ocorre através das vias sensoriais dos órgãos dos sentidos em que a energia dos estímulos é transformada em potenciais de ação. A informação fica retida temporariamente para sua consolidação ou esquecimento, dependendo da motivação do indivíduo frente à informação. Mediante alterações bioquímicas nas sinapses a informação é consolidada no hipocampo – estrutura cortical localizada no lobo temporal medial - e armazenada, formando os traços bioquímicos de memória ou *engramas*, em que a estocagem da informação se dá em regiões disseminadas do córtex cerebral. Os *engramas* são as partes de informações que são reunidas, organizadas no tempo e editadas quando as lembranças são evocadas pelo indivíduo (Mourão-Júnior & Abramov, 2011).

Na evocação da informação, quando trazemos à tona uma informação previamente armazenada, o cérebro reativa, em instantes, as redes sinápticas de cada memória clamando à ação o maior número possível de sinapses pertencentes aos estímulos condicionados da memória evocada. Assim, a evocação ocorre em várias áreas cerebrais obedecendo a mecanismos bioquímicos próprios. Temos como exemplo os momentos em que os chamados ‘brancos’ ocorrem geralmente quando nos encontramos em situação de ansiedade ou estresse e esses ‘brancos’ ocorrem devido às falhas repentinas e inesperadas da evocação (Izquierdo, 2011). Nesta evocação são organizados traços de memória em uma sequência coerente no tempo através da memória de trabalho, ocorrendo principalmente no córtex pré-frontal –

região cortical do lobo frontal situada anteriormente à área motora primária. De acordo com estas perspectivas, somente devemos afirmar que o indivíduo aprendeu uma determinada informação se esta informação passou pelo processo de aquisição, consolidação, armazenamento e evocação.

2.1.4 Classificação das memórias

Podemos classificar as memórias quanto ao tempo de duração, conteúdo e função, dado seu valor descritivo e de aplicação clínica (Izquierdo, 2011). Com relação ao tempo de duração, a memória de curta duração é conservada entre 1 e 6 horas, sendo este o tempo necessário para que as memórias de longa duração se consolidem, isto é, fixem-se definitivamente para que possam ser evocadas em dias ou anos posteriores.

As memórias são denominadas declarativas considerando o conteúdo, por serem estas as que registram fatos, eventos ou conhecimento que declaramos terem existido ou que existem e cuja aquisição pode ser relatada. Dentre as memórias declarativas, temos as memórias episódicas que são aquelas que se referem a eventos que assistimos ou dos quais participamos e temos aquelas que são relacionadas ao conhecimento denominadas memórias semânticas (Izquierdo, 2011; Mourão-Júnior & Abramov, 2011). Ainda com relação ao conteúdo, temos também as memórias procedurais, adquiridas implicitamente e que, geralmente, duram toda a vida. Estas são relacionadas com as capacidades ou habilidades motoras e sensoriais sendo comum serem chamados de “hábitos”, como o andar de bicicleta, nadar ou soletrar. Para declarar que possuímos as memórias procedurais devemos de fato demonstrar o procedimento (Izquierdo, 2011; Mourão-Júnior & Abramov, 2011).

Com relação à função, temos a memória responsável pelo gerenciamento da realidade que é a memória de trabalho e que constitui o cerne deste estudo. Essa memória se diferencia das demais memórias pelo fato de não deixar traços bioquímicos ou comportamentais e por não produzir arquivos, isto porque, tanto em humanos quanto em animais, a memória de trabalho obedece simplesmente à atividade elétrica dos neurônios do córtex pré-frontal como resposta, cerca de segundos ou minutos, aos estímulos que a acionam (Izquierdo, 2011; Mourão-Júnior & Abramov, 2011).

A memória de trabalho tem a duração de segundos que são suficientes para que o indivíduo possa organizar em etapas uma tarefa que esteja sendo realizada. Podemos pensar

como exemplo, na retenção temporária na consciência, de uma palavra que acabamos de ler. Neste caso, a palavra tem utilidade somente para o entendimento do contexto da frase para o encadeamento das palavras, isto é, ela opera enquanto a informação está sendo processada, e logo após o processamento ela se extingue, não formando traços ou arquivos de memória (Mourão-Júnior & Abramov, 2011).

Mas, especificamente, qual é o papel da memória de trabalho no processo de aprendizagem e quais as possibilidades de impacto no ato de aprender? Quais seriam as competências cognitivas e comportamentais associadas com a memória de trabalho e que devem ser consideradas no processo de aprendizagem? Frente a essas questões é importante descrevermos o que é a memória de trabalho.

2.1.5 A memória de trabalho

Na literatura encontramos diversas abordagens no estudo da memória de trabalho respaldadas em diferentes pesquisas teóricas e empíricas. Frente a esta diversidade existe uma concordância quanto à definição de que a memória de trabalho consiste em um sistema atencional de capacidade limitada, complementado por sistemas de armazenamento localizados periféricamente (Baddeley, 2003b; Mourão-Júnior & Melo, 2011).

Neste sentido, a memória de trabalho é um componente da função executiva, sendo um sistema de armazenamento temporário e de manipulação de informações que permite organizar uma sequência de ações com a finalidade de se atingir um objetivo, como em tarefas de compreensão, aprendizagem e raciocínio (Baddeley, 2000). Esse componente compreende um sistema que armazena e retém temporariamente a informação apenas enquanto uma determinada tarefa está sendo realizada e, se a informação não é mais necessária, é extinta logo em seguida (Mourão-Júnior & Melo, 2011). Sua função é de manter ativo um delimitado volume de informações durante um curto período de tempo, inclusive, fornece base para outros processos cognitivos.

Em várias tarefas do cotidiano, a memória de trabalho se faz notar, como na manutenção temporária de um número de telefone para realizar uma ligação, na resolução mental de contas matemáticas, quando seguimos direções e instruções ou quando mantemos o controle de itens de uma lista de compras quando estamos no supermercado (Gathercole,

2008; Malloy-Diniz et al., 2008). Da mesma forma, acontece quando proferimos uma palestra ou aula ou quando lemos um texto, isto é, no momento em que a informação chega à mente, cabe à memória de trabalho manter durante segundos, ou no máximo três minutos, a informação que está sendo processada no momento (Castro & Gabriel, 2007; Izquierdo, 2011).

Outra função importante da memória de trabalho é comparar as informações novas que chegam através das vias sensoriais com as que estão armazenadas nos arquivos de memória a longo prazo, função necessária para a organização e o planejamento de ações (Mourão-Júnior & Abramov, 2011).

Entendemos que a memória de trabalho é ativada sempre que são evocadas experiências, conhecimentos ou procedimentos para a verificação de conteúdos similares a essas informações em nossos arquivos de memórias. Quando lembramos os vários caminhos que levam a um mesmo destino, comparamos em nossa mente a fim de escolher o caminho mais curto. Portanto, a memória de trabalho é basicamente *on line*, ou seja, exerce a função de gerenciar o nosso contato com a realidade, decide o que ficará guardado ou não na memória declarativa ou procedural ou o que deverá ser evocado dessas memórias.

Podemos dizer que o papel gerenciador da memória de trabalho é o de receber toda e qualquer informação, determinar se a informação é nova ou não e se tem alguma utilidade para o organismo, mantendo a informação enquanto está sendo percebida ou processada. Isto implica saber que, mediante conexões com sistemas mnemônicos, isto é, com vários tipos de memórias que tem características próprias, a memória de trabalho determina se diante de uma situação nova ocorrerá ou não um aprendizado, o que é possível tendo em vista as possíveis relações da experiência atual com outras experiências semelhantes que estão registradas nos sistemas mnemônicos (Izquierdo, 2011).

Segundo Mourão-Júnior & Melo (2011), o termo memória de trabalho surgiu na década de 60, no contexto das teorias do processamento da informação e as menções mais remotas a experimentos envolvendo a memória de trabalho, sem esta denominação, podem ser encontradas até 100 anos atrás, quando experimentos do córtex pré-frontal foram descritos sendo constatado que o mesmo era importante para processos cognitivos.

A expressão memória de trabalho origina da área da computação dada a sua analogia com sistemas computacionais que cumprem função similar. O processamento da memória de trabalho ou memória operacional ocorre fundamentalmente no córtex pré-frontal, a parte mais anterior do lobo frontal. A memória de trabalho não é uma forma especial de memória e nem

está localizada no córtex pré-frontal ou em qualquer outro lugar, mas sim, é a ativação temporária de cógnitos de memória de longo prazo atualizados ou reconfigurados para objetivos comportamentais ou cognitivos. É a manutenção ativa dos cógnitos que faz a memória de trabalho uma função executiva (Fuster, 2006). O modelo de rede de cógnito é postulado por Fuster (2006) como um novo paradigma em que a memória e o conhecimento são representados por redes interativas de neurônios associados pela experiência. Todas as funções cognitivas, percepção, atenção, memória, linguagem, inteligência são operações neurais dentro e entre cógnitos. O conteúdo de um cógnito deriva estritamente a partir de seus componentes neurais e das reações entre eles. Conforme afirma Fuster (2006) “... todos os itens da memória e do conhecimento consistem de redes dos neurônios corticais que têm sido associados com a experiência Um cógnito é uma destas redes” (p.126).

A memória de trabalho é apenas uma das funções pelas quais o córtex pré-frontal, através do controle top-down do córtex perceptual posterior, media a organização temporal do comportamento, da linguagem e do raciocínio (Fuster, 2006). Então o sistema operacional do córtex pré-frontal é fundamental para a sobrevivência e para a comunicação constante com o meio e com o acervo mnemônico como é o caso da memória de curta duração que depende do processamento prévio das informações que são armazenadas temporariamente na memória de trabalho e que determina se a informação é útil e se deve ser armazenada nos sistemas de curto ou longo prazo. Uma falha ou disfunção na memória de trabalho dificulta ou anula o julgamento acerca dos acontecimentos o que prejudica a nossa percepção da realidade. Assim, para o bom funcionamento na aquisição, formação ou evocação das memórias declarativas episódicas e semânticas, é necessário um bom funcionamento da memória de trabalho e do córtex pré-frontal.

Mediante as modernas técnicas de imagem, estudos de ressonância magnética funcional (fMRI), que medem o fluxo sanguíneo através de estruturas cerebrais em humanos, possibilitaram mapear as regiões do córtex pré-frontal que se ativam durante a memória de trabalho. Estudos de pacientes lesionados no córtex pré-frontal demonstraram que as lesões afetam profundamente a tomada de decisões nos humanos (Izquierdo, 2011).

Várias propostas de modelos teóricos surgiram na tentativa de explicar o funcionamento da memória humana e mais especificamente, modelos que argumentam a existência de estágios distintos de processamento da informação durante o aprendizado e a memória. Dentre essas propostas Richard Atkinson e Richard Shiffrin, psicólogos cognitivos, em 1968, descreveram a arquitetura básica do sistema da memória ao apresentarem o modelo conhecido como “modelo modal”, segundo o qual o fluxo de informação passa

sucessivamente por três etapas distintas, mas interrelacionadas, em que as informações são transferidas de um campo de armazenamento a outro (Bueno & Oliveira, 2004; Finger-Kratochvil & Baretta, 2008; Rodrigues, 2001).

Segundo o “modelo modal”, a informação sensorial entra no sistema de processamento da informação sendo, primeiramente, armazenada em um registro sensorial. Os itens selecionados pelo processo atencional são movidos para armazenamento de curta duração, e com a repetição, o item pode mudar para armazenamento de longa duração (Gazzaniga et al., 2006a). O modelo de memória descrito e testado empiricamente por Atkinson e Shiffrin, mesmo não tendo um respaldo empírico significativo, foi um modelo precursor de uma série de modelos empíricos da memória. Esse modelo, mesmo sendo hoje obsoleto, parte do pressuposto de que a memória de curto prazo é um depósito de informações que seriam transferidas para a memória de longo prazo ou recuperadas desta. Assim, quanto mais tempo um determinado item permanece no depósito de curto prazo, é mais provável que ele seja transferido para o depósito de longo prazo.

Um modelo de memória que substituiria o conceito de memória de curto prazo é o proposto por Baddeley e Hitch (1974), que pretendiam uma reconceitualização do conceito de memória de curto prazo. O conceito de memória de trabalho foi desenvolvido para solucionar várias falhas existentes no modelo de memória de curta duração e para elaborar os tipos de processos mentais que podem ocorrer quando a informação é retida por um período de tempo de segundos a minutos. A memória de trabalho contém informações que podem ser trabalhadas e processadas, e não simplesmente mantida para repetição, embora esse seja um aspecto da memória de trabalho (Gazzaniga et al., 2006b).

Portanto, o modelo multicomponente de memória de trabalho deixa de ser apenas um armazenador temporário para ser um processador ativo com capacidade para manipular um conjunto limitado de informações por um período curto de tempo (Baddeley, 2000; 2003a; Uehara & Landeira-Fernandez, 2010). Este modelo tem sido objeto de estudo de várias pesquisas sobre memória de trabalho e, ao longo de mais de 25 anos desde a publicação do primeiro artigo, o conceito de memória de trabalho tem sido pesquisado dentro de muitas áreas da ciência cognitiva como a psicologia cognitiva, neuropsicologia, neuroimagem, psicologia do desenvolvimento e modelação computacional (Baddeley, 2000; Repovs & Baddeley, 2006).

O modelo de memória de trabalho proposto por Baddeley e Hitch (1974) apresenta o componente mais importante que é o executivo central (*central executive*), considerando o

impacto sobre a cognição (Baddeley, 1996). O executivo central é um sistema atencional de capacidade limitada que relaciona as informações dos dois componentes citados anteriormente, integra a informação e coordena a alça fonológica e o esboço visuoespacial. É um sistema flexível responsável pela regulação do fluxo de informações através da memória de trabalho, pela recuperação de informações, assim como pela manipulação e manutenção temporária da informação (Baddeley, 1996). Esse componente direciona atenção para a informação relevante e parece ter um papel importante na compreensão da leitura (Baddeley, 2003a,b), pois precisamos manter ativas determinadas representações mentais na memória de trabalho para que possamos entender as informações que ainda necessitam ser processadas, como nas habilidades para jogar xadrez (Baddeley, 1992).

Muitos pesquisadores argumentam que o *executivo central* está localizado no córtex frontal, residindo nos lobos frontais, e as evidências indicam que as funções do executivo central da atenção e da inibição estão envolvidas no efeito Stroop, que é a confusão mental que ocorre quando a palavra da cor entra em conflito com a cor da impressão, por exemplo, a palavra azul impressa na cor vermelha (Eysenck, 2007).

Outro componente do modelo é a alça fonológica (*phonological loop*) que armazena determinada quantidade de sons por um período curto de tempo; sendo que este componente parece contribuir significativamente para os processos linguísticos como no desenvolvimento do processo de decodificação e na aprendizagem de novas palavras (Baddeley, 2000; 2003a; 2010; Eysenck, 2007; Repovs & Baddeley, 2006). Quando precisamos manter uma sequência de até sete dígitos repetimos constantemente para nós mesmos esta informação pelo tempo que desejamos. A facilidade para compreender um texto ou para aprender uma nova língua pode estar associada com o bom desenvolvimento da alça fonológica. Essa mantém a informação verbal e acústica através do armazenador fonológico temporário e de um sistema de ensaio articulatório, e através de estudos de neuroimagem com pacientes lesionados foi constatada a sua localização nas respectivas áreas de Brodmann, 40 e 44 (Baddeley, 2000; 2003a; Repovs & Baddeley, 2006).

Tentativas para investigar o significado da alça fonológica levaram à hipótese de que a alça facilita o novo aprendizado fonológico necessário para o aprendizado para novas palavras. Assim algumas evidências foram apresentadas. Pacientes com prejuízo na alça fonológica podem aprender materiais significativos a um nível normal, mas apresentam dificuldades significativas no aprendizado de vocabulário de uma segunda língua. Crianças com prejuízo de linguagem específica, isto é, linguagem particular que envolve um

conhecimento específico, tipicamente apresentam pobre memória de curto prazo, tendendo a serem lentas na aquisição de novo vocabulário. Em crianças normais, o tamanho e o aumento de vocabulário durante os primeiros anos são influenciados pela capacidade da alça fonológica (Baddeley, 2010).

O outro componente do sistema de memória de trabalho é o esboço visuoespacial (*visuospatial sketchpad*) localizado no hemisfério direito nas áreas 6, 19, 40 e 47 de Brodmann que armazena informações visuais, espaciais e provavelmente cinestésicas, sendo que esse componente parece estar envolvido em tarefas de leitura diária, isto é, na manutenção de uma representação da página e seu *layout*, facilitando tarefas como o mover os olhos com precisão a partir do final de uma linha para o início da próxima (Baddeley, 2000; 2003a,b; Repovs & Baddeley, 2006). A capacidade de manutenção e manipulação da informação de natureza visuoespacial pode desempenhar um importante papel na compreensão da linguagem.

Após 25 anos, depois dos outros três componentes serem identificados, foi acrescentado ao modelo um quarto componente, o *buffer episódico*, responsável pela integração de informações fonológicas, visuais e espaciais que adentram a mente, sejam as informações provenientes do meio externo ou da própria memória de longo prazo, sendo que neste componente seria criada uma representação multimodal e temporal da situação atual (Mourão-Júnior & Melo, 2011). A alça fonológica e o esboço visuoespacial permitem o processamento e o armazenamento temporário de informações específicas e o executivo central envolve o processamento geral, mas não tem capacidade de armazenamento. Como nenhum desses componentes compreende o armazenamento geral que combine vários tipos de informações, o *buffer episódico* preenche esta lacuna, isto é, integra informações de várias fontes em um único episódio, intermediando os subsistemas alça fonológica e esboço visuoespacial (Baddeley, 2000; Eysenck, 2007).

Sendo assim, consideramos que a memória de trabalho é um sistema cerebral que fornece armazenamento temporário e manipulação das informações necessárias para tarefas cognitivas complexas como a compreensão da linguagem, leitura, aprendizagem, operações matemáticas, pensamento e raciocínio. No modelo multicomponente, a memória de trabalho é formada por subsistemas e o componente apontado como o mais importante deles é o executivo central, sistema controlador da atenção, com capacidade atencional limitada, sendo hipoteticamente responsável pelo processamento de tarefas cognitivas (Baddeley, 1992; 2003b; Bueno & Oliveira, 2004). A alça fonológica e o esboço visuoespacial constituem

sistemas escravos que são usados pelo executivo central para metas específicas (Eysenck, 2007).

No entanto, consideramos o mérito de Baddeley por apresentar uma proposta de um modelo multicomponente, porém ele deixou pairar sobre a memória de trabalho, uma confusão conceitual advinda da inclusão que ele propôs como principal componente do modelo ser o executivo central que ele próprio afirma ser de capacidade atencional limitada (Mourão-Júnior & Melo, 2011). Para nós, o que define o termo memória é a capacidade de armazenamento da informação e o modelo de memória de Baddeley tem como principal componente o executivo central que é um elemento atencional e este constitui o cerne da confusão conceitual. Talvez ele tivesse a intenção de propor um modelo para a função executiva e não apenas um modelo para a memória de trabalho como o fez. Do ponto de vista conceitual, seria mais consistente chamarmos memória somente o que de fato for memória (Mourão-Júnior & Melo, 2011).

Com relação à importância da memória de trabalho no processo de aprendizagem, é possível que déficits de aprendizado estejam relacionados com a atenção, ou com a memória de trabalho ou com o controle inibitório, e conforme assinalam Mourão-Júnior e Melo (2011) é quase impossível que alguns indivíduos apresentem uma “dificuldade pura em aprender, já que até os moluscos aprendem, e bem” (p. 314).

Uma explicação para os déficits de aprendizagem estaria relacionada ao perfil da memória de trabalho desses indivíduos. Cerca de 10 por cento das crianças em idade escolar apresentam pobre memória de trabalho sendo que o equilíbrio entre os gêneros é bastante uniforme com uma proporção ligeiramente maior no gênero masculino. A maioria das crianças que apresentam pobre memória de trabalho é lenta na aprendizagem da leitura, matemática e ciências, tanto nos anos escolares primários quanto nos secundários. O que os pesquisadores sugerem é que as dificuldades de aprendizagem enfrentadas por essas crianças surgem porque elas são incapazes de atender às demandas de armazenamento e processamento de atividades cognitivas diárias tais como as atividades de aprendizagem de sala de aula (Gathercole et al., 2008; Gathercole, 2008). Então, a memória de trabalho fica sobrecarregada e a informação, que é necessária para guiá-la na atividade em curso, como por exemplo, a sentença que elas tentam escrever ou a sequência de instruções que precisam seguir, é perdida. Frente à tarefa, a criança tende a adivinhar possíveis respostas ou a abandonar a mesma antes da sua conclusão e estas falhas representam mais do que simplesmente a perda de oportunidades de aprendizagem, mas que a aprendizagem será

adiada. Essas crianças, geralmente, são identificadas pelos professores como tendo problemas de atenção e a perda de informações na memória pode vir mascarada como falhas de atenção (Gathercole, 2008).

De acordo com as perspectivas aqui apresentadas, parece-nos que as crianças que apresentam pobre memória de trabalho, frequentemente não conseguem seguir as instruções relativas à gestão de sala de aula, lutam com atividades que requerem o armazenamento e o processamento de informações e, muitas vezes, perdem seu lugar em tarefas complexas e acabam por abandonar a atividade sem concluí-las. Talvez seja mais prudente, em nosso ponto de vista, que os educadores considerem os impactos que a memória de trabalho pode ter na aprendizagem dos alunos, principalmente em relação às crianças, que por ventura, apresentem indícios no comportamento que possam comprometer o andamento da aprendizagem e o progresso acadêmico.

2.1.6 Considerações Parciais

Como a memória de trabalho é a base da aprendizagem, em todo o momento em que as circunstâncias envolvam aprimoramento cognitivo, a capacidade de processamento de informações é ampliada o que propicia mudanças na estrutura cerebral, graças à plasticidade do cérebro durante toda a vida.

No entanto, é necessário que a memória de trabalho apresente um funcionamento adequado proporcionando ao indivíduo capacidade para solucionar atividades cognitivas do seu cotidiano, porque, de acordo com as perspectivas teóricas postuladas no presente estudo, prejuízos no funcionamento da memória de trabalho parecem afetar o desempenho em tarefas cognitivas.

2.2 OS RECURSOS DA MEMÓRIA DE TRABALHO E SUAS INFLUÊNCIAS NA COMPREENSÃO DA LEITURA²

2.2.1 Introdução

Neste estudo apresentamos considerações sobre a relação entre a memória de trabalho e o desempenho dos leitores em tarefas de compreensão de textos escritos. Buscamos através do diálogo interdisciplinar, aproximar saberes científicos, como possibilidade para pensarmos o ensino da leitura que vise à compreensão leitora desde as séries iniciais, uma vez que o desempenho nessa etapa de escolaridade constitui um fator altamente preditivo do desempenho ulterior (Gomes, 2008).

Temos como objetivo investigar a relação entre memória de trabalho e compreensão da leitura através da identificação dos fundamentos teóricos que sustentam a hipótese de que a memória de trabalho, componente da função executiva do cérebro, esteja associada com habilidades de compreensão da leitura. Desta forma, destacamos a importância do estudo dos recursos da memória de trabalho como um dos componentes cognitivos fundamentais para a aquisição e o desempenho em leitura. Este estudo vem a contribuir para com o ensino, promovendo o desenvolvimento e a potencialização de habilidades de compreensão leitora, em processos de intervenção, mediante diagnósticos direcionados à etapa do desenvolvimento da leitura, que proporcionem ao leitor menos habilidoso progressões graduais para a compreensão e proficiência e, na prevenção das dificuldades de aprendizagem neste processo.

Adotamos como método a pesquisa teórica articulada através da revisão da literatura do conceito de função executiva, da memória de trabalho e de modelos teóricos que explicam o processo de compreensão da leitura. A base deste estudo está nos fundamentos da abordagem da Psicologia Cognitiva e seu paradigma dominante, a teoria do processamento da informação, que a partir de modelos cognitivos dos processos mentais superiores, explica o processamento da informação na mente humana, no modo como os indivíduos percebem, aprendem, recordam e ponderam a informação. Adotamos os pressupostos da Neuropsicologia Cognitiva que investiga as diferentes operações mentais que são necessárias

² Artigo submetido à Revista Psicologia: Ciência e Profissão

para a execução de determinadas tarefas cognitivas, e as relações entre cérebro, comportamento e as funções cerebrais preservadas ou alteradas. Para o estudo do processo de compreensão nos apropriamos, também, do enfoque da área da psicolinguística ao considerarmos o estudo da leitura como atividade interativa entre leitor, texto e contexto, em que o leitor ativo constrói significados a partir de hipóteses relacionadas com o seu conhecimento de mundo e que são acionados nas tarefas de compreensão de textos.

Neste artigo apresentamos, inicialmente, a descrição do construto de memória de trabalho, componente cognitivo responsável pelo armazenamento temporário de informações. A seguir, discutimos alguns modelos de leitura e o fluxo de processamento da informação envolvidos na leitura, e um modelo teórico de compreensão textual. Pontuamos a relação entre a memória de trabalho e o desempenho dos leitores em tarefas de compreensão de textos com algumas evidências empíricas e as variáveis de realização de inferências e de controle ou monitoramento envolvidos no processo de compreensão.

2.2.2 Função executiva e Memória de trabalho

Nos últimos anos a memória de trabalho tem sido o foco de uma grande parte das pesquisas teóricas e empíricas na psicologia cognitiva e neurociência cognitiva e, através de estudos de imagem cerebral, a alta atividade no lobo frontal foi revelada quando este processador central está trabalhando. A função executiva aparece na condição de posto de comando do cérebro, mais especificamente, na porção frontal do lobo frontal, no *córtex pré-frontal* (Goldberg, 2002; Mourão-Júnior & Melo, 2011). A função executiva é a função dos lobos frontais e desempenha papel fundamental no planejamento de estratégias de ação e na formação de metas e objetivos. Então, concentração, atenção, controle dos impulsos e das emoções, planejamentos, tomadas de decisões, organização e controle estão subordinados às funções executivas dos lobos frontais.

No entanto, pouco se conhecia sobre os lobos frontais, mesmo os estudos iniciais de neurologia continham descrições elaboradas de funções desempenhadas por diversas partes do cérebro. Devido ao fato de os lobos frontais não estarem ligados a nenhuma função única e facilmente definida, por muito tempo foram considerados como os “lobos silenciosos” e somente nas últimas décadas é que se tornou o foco de interesse de intensas investigações

científicas sendo dada aos lobos frontais a devida importância para a cognição (Goldberg, 2002; Mourão-Júnior & Melo, 2011).

Um caso conhecido na literatura científica e que trouxe luz ao entendimento da fisiologia dos lobos frontais foi o acidente ocorrido em 1848 com o jovem Phineas Gage. Este supervisor de construção de ferrovias de 25 anos de idade ao dar início, por acaso, a uma explosão que lançou uma barra de ferro como um foguete pelo ar, teve a barra penetrada em sua face esquerda, furando seu crânio, atravessando a frente do cérebro e saindo em alta velocidade pelo topo da cabeça antes de aterrissar a mais de trinta metros de distância, envolta em sangue e cérebro. Embora Gage tenha recuperado os sentidos logo após o acidente, e segundo testemunhas, ele falasse racionalmente, logo perceberam que “Gage deixou de ser Gage”. Descrito, anteriormente, como possuidor de uma mente bem equilibrada e como um indivíduo persistente que transformava todos os seus planos em ação, após o acidente tornou-se rude, estranho, desatencioso ao extremo, incapaz de fazer boas escolhas e passou o resto de seus dias vagando sem objetivo. Tudo o que sabia acerca da lesão cerebral de Gage provavelmente se localizava no lobo frontal. A conclusão foi de que a explosão poupou os centros motor e de linguagem de Gage, porém não as partes do cérebro responsáveis pelo caráter e a razão (Damásio, 1996). Gage tinha problemas para manter um padrão de comportamento após sua lesão e tinha dificuldade em planejar e organizar esses comportamentos, talvez pela lesão em seu lobo frontal (Bear, Connors & Paradiso, 2002). Lesões nos lobos frontais ocasionam desintegração da cognição, no entanto, os movimentos, a linguagem, a capacidade para reconhecer objetos e para memorizar informações são mantidas (Goldberg, 2002).

Os lobos frontais frente a todas as estruturas do cérebro desempenham um papel crítico no sucesso ou fracasso em todo processo de aprendizagem, e executam as funções mais avançadas e complexas de todo o cérebro, as denominadas funções executivas, vinculadas à intencionalidade, planejamento, propósito e tomada de decisões complexas. Assim, motivação, impulso, previsão e percepção clara das metas de um indivíduo são centrais para o sucesso em qualquer percurso da vida e esses pré-requisitos do sucesso são controlados pelos lobos frontais (Goldberg, 2002).

A memória de trabalho é um componente da função executiva, sendo um sistema cognitivo, que nos permite reter uma quantidade de informações, cerca de 2 a 7 itens, por um breve período de tempo e compreende a capacidade de armazenagem temporária de informações e de processamento destas mesmas informações ou de outros conhecimentos.

Segundo Goff, Prati e Ong (2005) a “memória de trabalho é o sistema que mantém informações em um estado ativo para apoiar o processamento on-line e envolve o processamento e armazenamento simultâneo de informações” (p. 589). Então, a habilidade para integrar ideias, a fim de desenvolver uma compreensão do material escrito necessita tanto do armazenamento quanto do processamento, isto é, as informações prévias devem ser mantidas na memória enquanto a nova informação é codificada e integrada.

A memória de trabalho serve como um buffer para as proposições ou significados lidos mais recentemente no texto, permitindo a integração para o estabelecimento da coerência textual, e a retenção das informações recuperadas da memória de longo prazo para facilitar a integração destas informações com o texto (Cain, Oakhill & Bryant, 2004).

Existe um consenso que a memória de trabalho pode ser mensurada somente por tarefas que requerem a coordenação das funções de processamento e armazenamento, e este critério distingue tarefas de memória de trabalho e memória de curto prazo (Seigneuric, Ehrlich, Oakhill & Yuill, 2000). Remetendo ao modelo tradicional de memória de curto prazo proposto por Atkinson e Shiffrin em 1968, esta é descrita, segundo Primi (2002), “capacidade simples para o armazenamento de informações em um breve espaço de tempo” (p. 66), em que a avaliação consiste em medir a extensão de memória – memory span, em que se solicita ao sujeito que repita listas de palavras simples, sendo que as listas aumentam em tamanho, progressivamente, o que é possível avaliar até quantas palavras o indivíduo é capaz de repetir corretamente (Primi, 2002). O construto de memória de trabalho do modelo multicomponente (Baddeley, 1992; 1996; 2000; Baddeley & Hitch, 1974) difere do sistema unitário de memória de curto prazo considerando a capacidade da memória de trabalho de armazenar e processar informações. Uma tarefa clássica utilizada para medir a memória de trabalho que requer, simultaneamente, o armazenamento e o processamento, é denominada extensão em leitura – reading span em que, conforme assinala Primi (2002) “os sujeitos devem ler listas com duas a seis frases ... e após a leitura devem responder algumas perguntas e ao final repetir a última palavra de cada frase” (p. 67).

Assim, o estudo da memória de trabalho é respaldado em diferentes pesquisas teóricas e empíricas. No entanto, existe uma concordância quanto ao enunciado de que a memória de trabalho compreende um sistema atencional de capacidade limitada, complementado por sistemas de armazenamento localizados periféricamente (Baddeley, 2003; Mourão-Júnior & Melo, 2011). Neste sentido, a memória de trabalho é um sistema de armazenamento temporário e de manipulação de informações que permite organizar uma

sequência de ações com a finalidade de se atingir um objetivo, como em tarefas de compreensão, aprendizagem e raciocínio (Baddeley, 2000). Este componente compreende um sistema que armazena e retém temporariamente a informação apenas enquanto uma determinada tarefa está sendo realizada e, se a informação não é mais necessária, é extinta logo em seguida (Mourão-Júnior & Melo, 2011). Sua função é de manter ativo um delimitado volume de informações durante um curto período de tempo, inclusive, fornece base para outros processos cognitivos.

A memória de trabalho se faz notar em diversas tarefas do cotidiano, como na manutenção temporária de um número de telefone para realizar uma ligação, na resolução mental de contas matemáticas, quando seguimos direções e instruções ou quando mantemos o controle de itens de uma lista de compras quando estamos no supermercado (Gathercole, 2008; Malloy-Diniz, Sedo, Fuentes & Leite, 2008). O mesmo ocorre quando proferimos uma palestra ou aula ou quando lemos um texto, isto é, no momento em que a informação chega à mente, cabe à memória de trabalho manter durante segundos, ou no máximo três minutos, a informação que está sendo processada no momento (Castro & Gabriel, 2007; Izquierdo, 2011).

Outra função importante da memória de trabalho é comparar as informações novas que chegam através das vias sensoriais com as que estão armazenadas nos arquivos de memória, a longo prazo, função necessária para a organização e o planejamento de ações (Mourão-Júnior & Abramov, 2011). Entendemos que a memória de trabalho é ativada sempre que são evocadas experiências, conhecimentos ou procedimentos para a verificação de conteúdos similares a essas informações em nossos arquivos de memórias. Quando lembramos os vários caminhos que levam a um mesmo destino, comparamos em nossa mente a fim de escolher o caminho mais curto. Portanto, a memória de trabalho é basicamente online, ou seja, exerce a função de gerenciar o nosso contato com a realidade, decide o que ficará guardado ou não na memória declarativa ou procedural ou o que deverá ser evocado dessas memórias.

Podemos dizer que o papel gerenciador da memória de trabalho é o de receber toda e qualquer informação, determinar se a informação é nova ou não e se tem alguma utilidade para o organismo, mantendo a informação enquanto está sendo percebida ou processada. Isto implica saber que, mediante conexões com sistemas mnemônicos, isto é, com vários tipos de memórias que tem características próprias, a memória de trabalho determina se diante de uma situação nova ocorrerá ou não um aprendizado, o que é possível tendo em vista as possíveis

relações da experiência atual com outras experiências semelhantes que estão registradas nos sistemas mnemônicos (Izquierdo, 2011).

A memória de trabalho é apenas uma das funções pelas quais o córtex pré-frontal, através do controle top-down do córtex perceptual posterior, media a organização temporal do comportamento, da linguagem e do raciocínio (Fuster, 2006). Então o sistema operacional do córtex pré-frontal é fundamental para a sobrevivência e para a comunicação constante com o meio e com o acervo mnemônico como é o caso da memória de curta duração que depende do processamento prévio das informações que são armazenadas temporariamente na memória de trabalho e que determina se a informação é útil e se deve ser armazenada nos sistemas de curto ou longo prazo. Uma falha ou disfunção na memória de trabalho dificulta ou anula o julgamento acerca dos acontecimentos o que prejudica a nossa percepção da realidade. Assim, para o bom funcionamento na aquisição, formação ou evocação das memórias declarativas episódicas e semânticas, é necessário um bom funcionamento da memória de trabalho e do córtex pré-frontal.

2.2.3 O processo de leitura e a compreensão de textos

A leitura envolve basicamente transformar um texto, que constitui uma representação gráfica, em pensamento ou significado. O ato de ler palavras sem a busca pela compreensão do material escrito fica limitado à imitação de sons de linguagem e, a mera repetição de um texto, sendo, nada mais do que a memorização e exercício oral, em que a escrita de letras e caracteres torna-se mera cópia ou rabisco (Paris & Hamilton, 2009). Sabemos que a tarefa central da escolaridade formal é buscar o sentido das palavras impressas e o significado do conteúdo dos textos, além de compartilhar por meio da comunicação, o pensamento interpretativo, construtivo e crítico (Paris & Hamilton, 2009).

Dessa forma, Salles e Parente (2004) afirmam que “a leitura é uma atividade complexa, composta por múltiplos processos interdependentes, dos quais os fundamentais seriam o reconhecimento de palavras e a compreensão da mensagem escrita” (p. 321), porque a leitura não envolve somente o reconhecimento de palavras isoladas, mas tem como objetivo primordial a compreensão do material lido (Salles & Parente, 2004).

A compreensão da leitura reflete a interação comunicativa entre as intenções do autor, o conteúdo do texto, as habilidades e os propósitos do leitor e do contexto de interação (Paris & Hamilton, 2009), sendo uma tarefa complexa que se baseia em diferentes processos e habilidades cognitivas como a percepção, memória, inferência³, uso de estratégias e de monitoramento. Consideramos, também, que a compreensão leitora depende de conhecimentos que envolvem o vocabulário e de habilidades cognitivas como a decodificação das palavras, a fluência de leitura, a compreensão da linguagem, além de habilidades relacionadas à função executiva como a memória de trabalho, planejamento, organização e controle (Sesma et al., 2009). Dessa forma, pensar os modelos de processamento da informação envolvidos na leitura nos conduz ao entendimento acerca do processo de compreensão leitora.

2.2.4 Modelos de processamento da informação envolvidos na leitura

Na literatura encontramos modelos de processamento da informação que explicam os processos cognitivos envolvidos na leitura e o que os difere é a direção do fluxo de informação. Pontuamos estes modelos para explicitar as relações entre decodificação e compreensão apresentadas na literatura, a fim de compreendermos como se desenvolve o processo de compreensão. Mesmo porque, a leitura não envolve apenas a identificação de palavras isoladas, mas constitui condição necessária, porém, insuficiente à compreensão do material lido. Segundo Landi (2010) a compreensão requer precisão no reconhecimento e decodificação da palavra e que estas habilidades são preditores de habilidade de compreensão, porém outras habilidades também são preditores de compreensão, como, a habilidade de manter a informação on line na memória de trabalho, a realização de inferências e o monitoramento da compreensão.

³ Segundo Salles e Parente (2004) inferências baseadas no conhecimento são “construídas quando estruturas de conhecimento da memória de longo prazo são ativadas e incorporadas na representação do significado do texto” (p. 72). É o conhecimento anterior que o leitor possui sobre o assunto que lhe permite realizar inferências necessárias para integrar as partes do texto a fim de compreender o conteúdo do mesmo. Essas inferências auxiliam o leitor a clarificar detalhes não mencionados no texto, sendo o mesmo que ler nas entrelinhas do texto.

Sendo assim, os modelos de processamento da informação da leitura descrevem as operações mentais aplicadas pelo leitor ao texto – *input*, que resulta em compreensão – *output* (Paris & Hamilton, 2009). LaBerge e Samuels (1974) propuseram um visão simplista na qual a compreensão é o resultado da eficiência da decodificação, isto é, através da decodificação automática, novos recursos cognitivos tornam-se disponíveis para a compreensão, sendo que esta é derivada do reconhecimento da palavra. Neste modelo a informação visual é transformada através de uma série de estágios de processamento envolvendo sistemas de memória visual, fonológica e episódica, até que seja, finalmente, compreendida em um sistema semântico (LaBerge & Samuels, 1974). No entanto, LaBerge e Samuels (1974) forneceram pouca descrição dos processos cognitivos envolvidos na compreensão, porque eles consideram esta como uma consequência automática da decodificação rápida das palavras, embora, exista uma relação óbvia entre habilidades de decodificação e compreensão em leitura, mas uma não garante a outra (Paris & Hamilton, 2009). Entendemos que a habilidade de decodificar palavras não é suficiente para a compreensão de um texto, porque a leitura não envolve apenas a decodificação de sinais gráficos, mas significa um processo de interação e construção de sentidos.

Gough (1972) tentou retratar a complexidade da leitura apresentando um modelo simples de leitura em que a ênfase está no processo de decodificação. Neste modelo ascendente o processamento é denominado de *bottom-up*, em que a leitura é processada de maneira linear e sequencial a partir do que está impresso para a compreensão e de forma sintética, isto é, o leitor combina letras com palavras, palavras com frases e por fim, sentenças com significados. Os leitores extraem informações da página impressa e lidam com letras e palavras de maneira completa e sistemática (Gough, 1991; Roazzi & Leal, 1996; Treiman, 2001). Porém, a versão *bottom-up* de leitura minimiza o papel do contexto e as experiências e competências cognitivas do leitor na aplicação ativa de estratégias e enfatiza o reconhecimento de palavras, sendo que esse modelo é de pouca utilidade para os educadores que trabalham com os alunos no desenvolvimento de estratégias em leitura de textos desafiadores (Hoffman, 2009).

Outro modelo de leitura é o descendente ou *top-down* desenvolvido por Goodman (1967) que incide sobre o que os leitores trazem para o processo. Segundo o autor a leitura é como um “jogo de adivinhações psicolinguísticas”, isto é, o leitor capta sinais gráficos das palavras, forma uma imagem perceptiva e lê por um processo de seleção, sendo utilizada, constantemente, a memória de curto prazo e a memória de longo prazo (Goodman, 1967). O

leitor absorve as informações do texto que são guiadas pelo conhecimento prévio e pelas expectativas formuladas e interage com o texto utilizando de estratégias para criar significados a partir do texto (Treiman, 2001). Este processamento é não-linear e a leitura é processada a partir da integração todo-partes em que o leitor utiliza seu conhecimento linguístico, o conhecimento de mundo, faz previsões e inferências através das pistas do texto, para a construção de significados a partir da leitura (Gomes, 2008; Roazzi & Leal, 1996). Assim, as perspectivas e experiências do leitor são consideradas nesse modelo de processamento.

Para esclarecer o modelo de leitura postulado por Goodman (1967), apoiamos nas colocações de Paris e Hamilton (2009) em que os leitores mais proficientes formulam melhor hipóteses iniciais e requerem menos input para analisar até que ponto suas hipóteses são verdadeiras. Segundo os autores, esses leitores não decodificam cada palavra para construir significados, mas o significado é aceito ou rejeitado com base na confirmação da hipótese por meio de algumas palavras no texto.

O que percebemos é que tanto o modelo top-down quanto o bottom-up têm suas limitações, porque o primeiro tende a enfatizar as habilidades de nível superior, como a previsão de significados através de pistas do contexto e o segundo enfatiza as habilidades de nível inferior como a identificação rápida e precisa das estruturas lexicais e gramaticais subestimando a contribuição do leitor que tem expectativas e faz previsões sobre o texto e processa informações. Na estratégia ascendente, a pessoa inicia com a informação no nível de aspectos imediatos perceptíveis sensorialmente e, manipula os aspectos percebidos, baseado na informação memorizada para extrair significação do material lido. Desta forma, as estratégias ascendentes são cruciais para a compreensão do que lemos e ouvimos (Kintsch, 1988), mas explicam apenas parte da maneira na qual derivamos significação das palavras que ouvimos ou lemos. Utilizamos também das estratégias descendentes, em que partimos das experiências prévias e baseamos nossas expectativas a partir dessas experiências, dando formas à significação que extraímos da linguagem percebida.

Outros teóricos da leitura reconheceram a importância, tanto do texto quanto do leitor no processo de leitura surgindo a abordagem interativa (Rumelhart;1977; Stanovich, 1980). Segundo Stanovich (1980) “modelos interativos de leitura parecem fornecer uma conceituação mais precisa do desempenho de leitura do que os modelos estritamente top-down ou bottom-up” (p. 32). Rumelhart propôs um modelo interativo para explicar o papel do contexto durante a leitura, isto é, o modelo permite que as informações contidas em um estado

superior de processamento influenciem a análise que ocorre em um momento inferior. Assim, uma questão importante no desenvolvimento de um modelo do processo de leitura é como o contexto em que um elemento linguístico é encontrado interfere na maneira como esse elemento é processado e, por fim, interpretado. (Rumelhart & McClelland, 1981).

Neste modelo a leitura é a interação dos processos bottom-up e top-down e os leitores constroem significados a partir do texto usando várias habilidades, em que o processamento bottom-up é focado na decodificação e compreensão de palavras e o processamento top-down envolve a integração do conhecimento prévio com o texto. No modelo de Stanovich (1980) o sistema é compensatório porque os leitores podem compensar a deficiência num nível de processamento por outro nível, por exemplo, usar habilidades fortes para compensar habilidades fracas em que o leitor apóia no conhecimento que está mais ao seu alcance (Paris & Hamilton, 2009). O processamento top-down pode ser mais útil ao leitor menos habilidoso no reconhecimento de palavras, mas que tem conhecimento do assunto do texto, enquanto o leitor mais habilidoso no reconhecimento vocabular e que não sabe muito sobre o conteúdo do texto irá se apoiar no processamento bottom-up.

Frente aos modelos de leitura apresentados, parece que essas visões simplistas não dão conta de identificar as relações de desenvolvimento entre decodificação de palavras e compreensão da linguagem. Estas visões implicam que a compreensão aumenta de forma contínua mediante a habilidade de decodificação (Paris & Hamilton, 2009) sendo que a compreensão fica severamente limitada ou até mesmo nula até que a maioria das palavras seja decodificada. Consideramos que, uma vez que a decodificação é feita, os leitores devem construir o sentido do texto que, pode apresentar de maneira explícita e/ou implícita no mesmo. Frente à complexidade do processo de compreensão de textos, o modelo de Kintsch (1988) pressupõe aspectos cognitivos e contextuais sem destaque aos aspectos isolados da leitura.

2.2.5 Modelo cognitivo de processamento de texto

Um modelo de compreensão de leitura mais popular, de maior abrangência e de grande impacto é o modelo de construção-integração (CI) proposto por Kintsch (1988; 1998). Este modelo é uma revisão da teoria da compreensão textual descrita por Kintsch e Van Dijk

(1978) em que se passou a considerar o processo construtivo do leitor na compreensão do significado do texto. A partir desta perspectiva, o leitor constrói uma representação mental do texto reunindo as ideias do autor com as suas idéias, a partir do seu conhecimento prévio, e diferentes níveis de representação vão sendo elaborados durante a leitura para que a compreensão ocorra (Kintsch, 1988). Então, compreender implica que o leitor realize conexões entre as ideias expressas em um texto através do seu conhecimento prévio. Após compreendermos um texto, esperamos ser capazes de responder a perguntas sobre o conteúdo do mesmo, recordar ou resumi-lo e verificar as declarações sobre o assunto parafraseando-o (Kintsch, 1988). Então, o leitor compreende o material lido a partir de um modelo mental que envolve um processo de construção e integração (Andrade e Dias, 2006).

De acordo com o proposto, o modelo de construção-integração é um modelo bottom-up porque inicia com a decodificação do texto literal, e é um modelo top-down porque o modelo de situação depende do conhecimento prévio, de vocabulário, e da ativação de esquemas relevantes (Paris & Hamilton, 2009). Kintsch (1998) propôs que os leitores constroem simultaneamente um modelo de texto literal e um modelo elaborado de situação implícita no texto. Essas duas representações de texto são construídas através da re-leitura e da reflexão sobre o significado de forma cíclica para que eles se reforcem mutuamente. Assim, dada as limitações da memória de trabalho em não operar com todo o volume de informações uma única vez, o processamento de um texto é feito em ciclos, isto é, aproximadamente, a uma frase, através de um resumo das informações relevantes (Salles & Parente, 2004).

A construção de uma base textual, isto é, a representação da informação contida no texto, depende da capacidade do leitor para construir as relações entre a microestrutura, isto é, as frases do texto, quanto entre a macroestrutura do texto – estrutura mais geral de significado, dois níveis de relações proposicionais (Salles & Parente, 2004; Paris & Hamilton, 2009). Segundo Salles e Parente (2004) “a compreensão seria um processo que permite elaborar a macroestrutura do texto a partir de sua microestrutura” (p. 72). A construção do modelo de situação, isto é, a informação que o leitor extrai do texto a partir do seu conhecimento prévio, reflete a capacidade do leitor para fazer inferências que vão além da base textual, e para conectar as experiências anteriores a outros conhecimentos. Desta forma, conciliar as inferências sucessivas e desdobramento das relações no texto em representações coerentes é a parte de integração do modelo, em que o leitor constrói os sentidos do texto a partir do conhecimento prévio que possui e das informações que obtém através da leitura.

De acordo com esta perspectiva, Spinillo (2008) afirma que “longe de ser uma simples busca de informações explícitas, a compreensão é um processo de construção de significados a partir da integração de informações literais e inferenciais” (p. 30). Queremos dizer por informações literais, aquelas que são explícitas no texto e as inferenciais são aquelas informações implícitas que derivam da integração de informações intratextuais entre si e entre o conhecimento que o leitor possui (Spinillo, 2008). Então, no processo de compreensão estão implicados os objetivos e as motivações do leitor, bem como as características situacionais em que a compreensão está ocorrendo.

2.2.6 Memória de trabalho e compreensão da leitura

Na literatura encontramos uma quantidade considerável de pesquisas sobre a relação entre a memória de trabalho e o desempenho dos leitores em tarefas de compreensão (Cain, Oakhill & Bryant, 2004; Goff, Prati & Ong, 2005; Oakhill, Hartt & Samols, 2005; Paris & Hamilton, 2009; Seigneuric & Ehrlich, 2005; Seigneuric, Ehrlich, Oakhill & Yuill, 2000; Sesma, Mahone, Levine, Eason & Cutting, 2009; Swanson & Jerman, 2007;) e tais evidências corroboram a ideia de que os problemas de compreensão estão associados com déficits de memória de trabalho (Swanson, 1999) e que a capacidade da memória de trabalho influencia o desempenho da compreensão da leitura (Cain, Oakhill & Bryant, 2004; Seigneuric & Ehrlich, 2005; Seigneuric, Ehrlich, Oakhill & Yuill, 2000; Swanson & Jerman, 2007).

Seigneuric et al. (2000) estudaram a relação entre a capacidade da memória de trabalho e a compreensão da leitura administrando tarefas de compreensão de leitura, vocabulário, habilidades de codificação e de memória de trabalho a crianças ($N = 48$) da 4ª série de uma escola francesa. Os resultados apontam que a memória de trabalho emergiu como um importante preditor da compreensão da leitura e que o desempenho nas tarefas de memória de trabalho está relacionado às habilidades de compreensão de leitura das crianças, sendo provável que a deficiência em compreendedores pobres pode ser a base, pelo menos de alguns dos problemas desses indivíduos com a integração e compreensão de textos. Isto porque as habilidades dos compreendedores pobres, para integrar informações de diferentes partes de um texto ou para detectar inconsistências entre as partes do mesmo, são prejudicadas quando as demandas da memória de trabalho são aumentadas frente às exigências das tarefas

(Oakhill, Hartt & Samols, 2005; Yuill, Oakhill & Parkin, 1989). Assim, o processamento de texto é influenciado por demandas da memória de trabalho (Yuill, Oakhill & Parkin, 1989), sendo provável que compreendedores pobres sejam capazes de integrar as informações quando a tarefa não impõe muito de uma demanda de memória de trabalho, mas esta integração rompe quando as demandas de memória de trabalho são altas (Oakhill, Hartt & Samols, 2005).

As tarefas de memória de trabalho requerem a coordenação entre a função de processamento e armazenamento, o que exige altas demandas do controle atencional para se evitar interferências durante a recuperação de informações (Seigneuric, Ehrlich, Oakhill & Yuill, 2000). Pesquisadores têm sugerido que a capacidade de inibir ou suprimir informações é importante no funcionamento eficiente da memória de trabalho (Conway & Engle, 1994).

Em um estudo com universitários ($N = 40$) da Universidade da Carolina do Sul, os pesquisadores argumentam que as diferenças individuais na capacidade da memória de trabalho seriam importantes para uma tarefa somente durante as fases que requerem que a tarefa seja realizada em condições controladas, isto é, a capacidade de atenção limitada (Conway & Engle, 1994). Os pesquisadores sugerem que as diferenças individuais em recursos atencionais levam a diferenças na capacidade de inibir ou suprimir informações irrelevantes. Eles mencionam a relação com a teoria de Baddeley (1996) e são coerentes com a ideia de um executivo central como um sistema atencional que é importante para a inibição da informação irrelevante, bem como para a ativação e manutenção de informações relevantes para a tarefa. Assim, o conhecimento dessas unidades representadas na parte ativa da memória seria afetado, não só pela capacidade de manter a informação ativa, mas também pela capacidade de prevenir informações irrelevantes e concorrentes de interferir com a memória ativa (Conway & Engle, 1994).

Um estudo com crianças ($N = 28$) da 5ª série de uma escola pública rural mostrou que os bons compreendedores eram mais eficientes para suprimir significados de palavras irrelevantes do que compreendedores pobres, sugerindo que as diferenças nas habilidades de compreensão podem ser atribuídas pelas diferenças no modo pelo qual as sentenças são semanticamente codificadas, isto porque, neste estudo, em contextos de sentenças, bons compreendedores fizeram inferências semânticas apenas para metas adequadas, enquanto compreendedores pobres fizeram inferências iguais tanto para metas adequadas quanto para as inadequadas (Merril, Sperber & McCauley, 1981).

Em um estudo longitudinal, Cain, Oakhill e Bryant (2004) abordaram a relação entre a capacidade da memória de trabalho e as habilidades de compreensão da leitura em crianças ($N = 172$) de 8 a 11 anos, na costa sul da Inglaterra, e um dos objetivos desse estudo foi examinar a relação entre os recursos de processamento da memória de trabalho, a compreensão da leitura e as habilidades linguísticas de nível superior, tal como a realização de inferências que auxilia a construção da representação do texto baseada no significado do mesmo. Os pesquisadores concluíram que a memória de trabalho deveria ser considerada como um dos vários fatores que podem influenciar na capacidade e desenvolvimento da compreensão.

Na memória de trabalho a integração e a inferência têm lugar, porém, apenas a capacidade da memória de trabalho pode não ser suficiente para garantir que a inferência ocorra, porque o conhecimento de mundo do leitor deve ser relevante, a partir do qual uma inferência pode ser feita (Cain, Oakhill & Bryant, 2004). Desta forma, os recursos da memória de trabalho afetam a capacidade individual para realizar muitos dos processos associados com a construção da representação de texto, como os processos de integração e inferência. Os processos de integração e inferência são necessários para a construção de um modelo coerente e integrado de um texto, bem como, a integração entre as sentenças adjacentes também é importante para estabelecer a coerência. As inferências sobre eventos, ações, e estados são utilizados para verificar a coerência do texto como um todo (Cain, Oakhill & Bryant, 2004).

De acordo com essa perspectiva, os recursos da memória de trabalho são importantes na execução de habilidades de inferência e monitoramento. Falhas em variáveis de processamento e conhecimento podem levar a dificuldades de compreensão abrangendo processamento lexical ineficiente, prejuízo na habilidade de inferência e na capacidade de monitoramento da compreensão, além de limitações da memória de trabalho (Cain, Oakhill & Bryant, 2004). Ressaltamos que monitoramento da compreensão é o processo pelo qual um indivíduo avalia o estado da própria compreensão da informação (Oakhill, Hartt & Samols, 2005).

O monitoramento, habilidade metacognitiva, é a capacidade do leitor de refletir sobre seu próprio entendimento, sendo essencial para a integração da informação processada no ato de ler. O monitoramento é realizado através da regulação do estudo de textos escritos e está relacionado com o tempo gasto pelo leitor para o entendimento do assunto. Então, à medida que o leitor encontra problemas no texto, ele monitora e controla esses problemas com o

objetivo de compreender o texto e não de decifrá-lo. Parece que a habilidade do leitor em monitorar seu aprendizado interfere em suas ações decisórias sobre qual assunto aprofundar ou o quanto é necessário aprofundar mais no mesmo. As falhas de conhecimento envolvem, por exemplo, o conhecimento empobrecido sobre o significado de palavras ou de domínios específicos e as variáveis de processamento engloba a capacidade de realizar inferências e de monitorar a compreensão (Cain, Oakhill & Bryant, 2004).

No entanto, a compreensão pode ser aperfeiçoada a partir de instruções de como ler estrategicamente (Cain, Oakhill & Bryant, 2004). Se a memória de trabalho, o monitoramento, a compreensão e as habilidades de realização de inferências são inadequadas, instruções no monitoramento da compreensão e na realização de inferência podem ajudar a contornar problemas na compreensão da leitura que são associadas com limitações da memória de trabalho, e que, geralmente são consideradas como menos passíveis de intervenção (Baker & Beall, 2009; Cain, Oakhill & Bryant, 2004).

Atualmente, pesquisadores reconhecem que não é suficiente examinar as contribuições da metacognição para a compreensão sem também levar em conta a variedade de outros fatores que influenciam a metacognição e a compreensão, como a relação da memória de trabalho com a metacognição (Baker & Beall, 2009). A habilidade metacognitiva é uma função executiva fundamental para o leitor proficiente que realiza tentativas em dar sentido à informação textual recebida (Oakhill, Hartt & Samols, 2005; Wagoner, 1983).

A falta de monitoramento dos leitores menos habilidosos tem sido demonstrada pela introdução de vários tipos de problemas dentro do texto como palavras sem sentido ou informação inconsistente dentro das passagens do texto. As tarefas de detecção de erros exigem do leitor a avaliação da sua compreensão do texto e regulação da sua leitura para solucionar quaisquer problemas que venham interferir na sua compreensão (Oakhill, Hartt & Samols, 2005).

Oakhill, Hart e Samols (2005) realizaram estudos para investigar as diferenças nas habilidades de monitoramento da compreensão entre compreendedores bons e pobres. Neste estudo foram selecionadas crianças ($N = 24$), sendo 12 bons compreendedores e 12 compreendedores pobres, dentre a triagem de 119, em duas escolas inglesas de ensino fundamental, uma em Brighton e outra em Saltdean. Diante dos resultados de dois experimentos realizados com o grupo, as autoras sugerem ser tentador afirmar que compreendedores menos habilidosos executam pobremente tarefas de monitoramento, de inferência e outras tarefas que requerem a integração da informação porque têm memória de

trabalho menos eficiente. Os problemas com a memória de trabalho são improváveis de desempenhar um papel fundamental causal nos problemas de compreensão, porque existem evidências que compreendedores pobres, algumas vezes, apresentam dificuldades na tarefa de monitoramento da compreensão, mesmo quando as tarefas de demandas da memória de trabalho são baixas, como no caso do experimento, em que as crianças foram solicitadas apenas a detectar se as sentenças apresentadas tinham problemas. Outro ponto levantado pelas pesquisadoras é que as dificuldades dos compreendedores pobres não podem ser explicadas completamente em termos de memória de trabalho.

2.2.7 Considerações Parciais

O presente estudo objetivou investigar a relação dos recursos da memória de trabalho e as possíveis influências no desempenho dos leitores em tarefas de compreensão de textos escritos. As pesquisas apontam que a memória de trabalho exerce um papel crítico na compreensão da linguagem, que a capacidade da memória de trabalho é um forte preditor de compreensão da leitura e que, limitações na memória de trabalho podem tornar difícil a compreensão.

De acordo com os pressupostos teóricos apresentados, a memória de trabalho é ativamente manipulada, processada e temporariamente armazenada, até que seja esquecida ou codificada na memória de longo prazo e este funcionamento ativo constitui uma função de nível superior do cérebro. No entanto, a memória de trabalho é restrita pela capacidade e pelo período breve de tempo que a informação pode ser mantida, sendo que existem diferenças individuais em relação a esta capacidade.

A compreensão é um processo de construção de significados a partir da integração de informações contidas em um texto e da realização de inferências que são feitas para que o leitor integre as partes do texto a fim de compreender o conteúdo do mesmo.

Então, compreender um texto requer a realização de inferências e quanto mais inferências são necessárias para que o leitor compreenda um texto, mais forte é a influência dos limites de recursos da memória de trabalho. No entanto, os leitores menos habilidosos parecem menos propensos a realizar inferências, ou requer mais tempo de processamento para fazê-las em relação aos leitores proficientes. Os leitores menos habilidosos, são menos

sensíveis a inconsistências ou problemas no texto e são menos capazes de utilizar de estratégias para superar as dificuldades encontradas no processo de compreensão de textos.

Por fim, se o processamento da linguagem é menos automatizado totalmente, irá requerer mais atenção do leitor, então o recurso do executivo central será mais exigido no processamento da informação. Nos leitores que apresentam baixa a moderada proficiência na leitura, o processamento da linguagem leva a uma redução nos recursos executivos da memória de trabalho.

É provável que a prática da leitura aumente de maneira significativa a capacidade da memória de trabalho, uma vez que a execução de habilidades de inferências demanda dos recursos da memória de trabalho.

Por fim, uma melhor compreensão dos complexos processos que envolvem a memória de trabalho e a compreensão leitora pode contribuir com o ensino da leitura através do incentivo à realização de inferências e do controle através do monitoramento, sendo estas algumas das habilidades cognitivas que conduz o leitor à compreensão.

3 CONSIDERAÇÕES FINAIS

A partir do estudo realizado, compreendemos que a informação é ativamente manipulada, processada e temporariamente armazenada na memória de trabalho, até que a informação seja extinta ou codificada na memória de longo prazo. Porém, sua capacidade e tempo em manter essas informações são limitados.

Consideramos que o modelo multicomponente de Baddeley, historicamente, constitui uma concepção clássica de memória de trabalho, apesar de levarmos em conta que o seu modelo parece mais apropriado a um modelo de função executiva, dado o seu principal componente ser o executivo central que é um elemento de capacidade atencional limitada.

O executivo central tem a função de processar ativamente as informações e de mantê-las temporariamente na memória de trabalho, independentemente se a informação é fonológica ou visual. Se a informação que nos chega é referente a palavras, esta é mantida por um período de tempo breve, enquanto é processada na alça fonológica que é o componente do modelo de Baddeley, responsável pelo processamento do material linguístico.

Como nesse estudo pensamos a leitura e o processo de compreensão, parece que o executivo central, sistema atencional dirigido a objetivos, recupera o conhecimento da memória de longo prazo para o buffer processar o significado. Se os recursos da memória de trabalho tornam-se sobrecarregados frente ao volume maior de informações além da capacidade limitada de processamento e armazenamento que possui, o executivo central torna-se incapaz de processar os significados do material lido e o leitor, por sua vez, irá apresentar dificuldades na compreensão, resultando em maior dependência do processamento bottom-up para compreender o texto. Então, quando o processamento da linguagem é menos automatizado, será requerida maior atenção do leitor e maior recurso do executivo central, e o leitor proficiente ou com habilidade moderada irá requerer uma redução dos recursos do executivo central. Dessa forma, compreender a função do executivo central nos dá suporte para explicarmos a capacidade da memória de trabalho em termos da precisão e velocidade da compreensão.

Assim, evidenciamos nesse estudo que um grande corpo da literatura tem mostrado que a memória de trabalho está associada com habilidades de compreensão da leitura. De fato, a compreensão da leitura requer que partes do texto sejam mantidas, temporariamente, no sistema de memória de trabalho para ser analisada e integrada. Mesmo, no caso de crianças, a

habilidade de reconhecimento de palavras é considerada uma habilidade de processamento de nível menor, enquanto, a realização de inferências é considerada uma habilidade de processamento de nível mais alto, considerando que o leitor constrói uma representação baseada no significado do texto.

De acordo com nossos estudos, a memória de trabalho é um fenômeno puramente elétrico, cuja função é o planejamento e a tomada de decisão que envolve ações. Como pensamos a relação desse sistema com a compreensão leitora, parece que os recursos da memória de trabalho são importantes na execução de inferências, na habilidade de integrar informações e no monitoramento do próprio processo de compreensão. Assim, o leitor com dificuldades de compreensão textual, pode apresentar processamento lexical ineficiente, dificuldades na realização de inferências e na habilidade de monitoramento da compreensão, incluindo limitações da memória de trabalho, uma vez que as falhas no processamento da informação pode ser um determinante nas dificuldades de compreensão. A habilidade do leitor em monitorar seu aprendizado também interfere em suas ações decisórias sobre qual assunto aprofundar ou o quanto é necessário aprofundar mais no mesmo. Então, consideramos que quanto mais preciso for o monitoramento, mais possibilidades o leitor tem de regular de maneira eficaz sua leitura e seu aprendizado. O treino no monitoramento da compreensão pode melhorar o desempenho dos leitores para a compreensão de textos, mediante instrução para que o leitor procure erros de sentido.

No entanto, pensamos em como desenvolver habilidades de inferência, isto é, como o leitor forma significados do texto e constrói uma representação coerente do material lido? A partir de perspectivas teóricas, as inferências constituem um processo mental de alto nível e, ao realizá-las, o leitor integra as diferentes proposições do texto buscando ler nas entrelinhas as lacunas ou mensagens implícitas deixadas pelo autor, em que o seu conhecimento de mundo constitui informações relevantes que o auxiliam no processo de compreensão. No entanto, as crianças necessitam de serem questionadas para realizar inferências, diferentemente dos adultos, que fazem espontaneamente, ou, deveriam ser capazes de fazê-las. Considerando que o conhecimento é aprimorado com a idade, a realização de inferências também é aprimorada à medida que amplia o conhecimento de mundo.

Dessa forma, a compreensão da leitura envolve lembrar palavras dentro das frases, requer a recuperação de informações de textos lidos anteriormente e a análise das frases, em que o leitor deve manter um nível de ativação na memória de trabalho, fazendo conexões significativas entre os elementos do texto, até que uma interpretação final seja feita e uma

clara representação de texto ou modelo mental seja construído. Então, lembrar informações relevantes e inibir informações irrelevantes está relacionado à quantidade de recursos cognitivos disponíveis para o funcionamento do sistema de memória de trabalho e a capacidade para atualizar as informações na memória de trabalho é estritamente relacionada com a capacidade de compreensão da leitura.

Considerando os limites da capacidade de memória de trabalho, o bom uso desse sistema, não consiste, em simplesmente, manter o máximo de informações possíveis, mas envolve uma contínua seleção e atualização das informações. Um leitor habilidoso é capaz de escolher a informação mais relevante no contexto, o qual ele está analisando, para utilizá-la no momento certo e que tem como finalidade interpretar partes do texto. A quantidade de informação mantida à disposição no sistema de memória de trabalho pode tornar-se demasiado ampla ou mesmo irrelevante no caso de leitores menos habilidosos, frente ao fato de não atualizar as informações disponíveis na memória de trabalho. Contudo, as limitações da memória de trabalho não são fixas, mas são influenciadas pelo conhecimento e pela experiência, e esta, também exerce um papel crítico no desenvolvimento da habilidade de compreensão o que nos leva a pensar em uma relação de causalidade entre a memória de trabalho e a compreensão leitora. Desta forma, a memória de trabalho exerce um papel fundamental na compreensão da linguagem, porque este sistema é acionado quando operações lingüísticas são realizadas e o armazenamento e a manipulação temporária de informações são indispensáveis no processamento da linguagem.

Pensamos as práticas educacionais como importantes na promoção do desenvolvimento da compreensão leitora nos estudantes, em todos os níveis de escolarização. Os leitores habilidosos fazem uso do monitoramento de maneira rigorosa e cuidadosa, detectam e procuram solucionar dificuldades que surgem durante a leitura em todos os níveis de processamento. Ao contrário, os leitores menos habilidosos, são menos sensíveis a inconsistências ou problemas no texto e são menos capazes de utilizar de estratégias para superar as dificuldades encontradas no processo de compreensão de textos. Se os leitores menos habilidosos não utilizam o controle do processo de monitoramento, a compreensão da leitura fica comprometida. É provável que a intervenção por meio da instrução do paradigma de detecção de erros, do controle da atenção e tomada de consciência dos obstáculos que impedem o transcorrer da leitura constituem procedimentos sistemáticos que podem ter influências benéficas sobre a compreensão dos leitores menos habilidosos.

As funções de controle da memória de trabalho parecem estar relacionadas à habilidade de compreensão de texto o que sugere que a atualização da informação na memória de trabalho não envolve simplesmente a manutenção ou atualização das mesmas, mas provavelmente controle e coordenação das informações na memória de trabalho.

Por fim, a memória de trabalho não é um fator único relacionado com a compreensão textual, embora seja suscetível de contribuir com tais habilidades e que talvez contorne os problemas de compreensão enfrentados pelos estudantes que apresentam déficits no seu progresso acadêmico. Mais pesquisas devem abordar as questões discutidas nesse estudo, contribuindo, assim, para maior esclarecimento do papel dos recursos da memória de trabalho na compreensão leitora.

REFERÊNCIAS

- Alloway, T. P.; Gathercole, S. E.; Kirkwood, H. & Elliot, J. (2009). The cognitive and behavioral characteristics of children with low working memory. *Child Development*, 80(2), 606-621.
- Andrade, M. W. C. L. & Dias, M. G. B. (2006). Processos que levam à compreensão de textos. *Psicologia em Estudo*, 11(1), 147-154.
- Baddeley, A. D. (1996). Exploring the central executive. *Quarterly Journal of Experimental Psychology*, 49A(1), 5-28.
- Baddeley, A. D. (2000). The episodic buffer: A new component of working memory? *Trends in Cognitive Sciences*, 4(11), 417-423.
- Baddeley, A. D. (2010). Working memory. *Current Biology*, 20(4), 136-140.
- Baddeley, A. D. (1992). Working memory. *Science*, 255, 556-559.
- Baddeley, A. D. (2003a). Working memory and language: An overview. *Journal of Communication Disorders*, 36, 189-208.
- Baddeley, A. D. (2003). Working memory: Looking back and looking forward. *Nature Reviews: Neuroscience*, 4, 829-839.
- Baddeley, A. D. (2003b). Working memory: Looking back and looking forward. *Nature Reviews: Neuroscience*, 4, 829-839.
- Baddeley, A. D. & Hitch, G. (1974). Working memory. In Bower, G. (Ed.). *The psychology of learning and motivation*. (pp. 47-89), Academic Press.
- Baker, L. & Beall, L. C. (2009). Metacognitive processes and reading comprehension. In Israel, S. E. & Duffy, G. G. (Eds.), *Handbook of research on reading comprehension*, (pp. 373-388). Routledge, New York, USA.
- Bear, M. F.; Connors, B. W. & Paradiso, M. A. (2002). Sistemas de memória. In Bear, M. F.; Connors, B. W. & Paradiso, M. A. *Neurociências: desvendando o sistema nervoso* (pp. 739-774). Porto Alegre: Artmed.
- Bolívar, C. R. (2002). Mediación de estratégias metacognitivas em tarefas divergentes y transferencia recíproca. *Investigación y Postgrado*, 17(2), 53-82.

- Broek, P. (2010). Using texts in science education: Cognitive processes and knowledge representation. *Science*, 328, 453-456.
- Bueno, O. F. A. & Oliveira, M. G. M. (2004). Memória e amnésia. In Andrade, V. M.; Santos, F. H. & Bueno, O. F. A. (Orgs.). *Neuropsicologia hoje*. (pp. 135-163). São Paulo: Artes Médicas.
- Cain, K.; Oakhill, J. & Bryant, P. (2004). Children's reading comprehension ability: Concurrent prediction by working memory, verbal ability, and component skills. *Journal of Educational Psychology*, 96, 31-42.
- Capovilla, A. G. S.; Assef, E. C. S. & Cozza, H. F. P. (2007). Avaliação neuropsicológica das funções executivas e relação com desatenção e hiperatividade. *Avaliação Psicológica*, 6(1), 51-60.
- Castro, P. N. & Gabriel, R. (2007). Interface entre memória e leitura. *Signo*, 32(53), p. 175-188.
- Conway, A. R. A. & Engle, R. W. (1994). Working memory and retrieval: A resource-dependent inhibition model. *Journal of Experimental Psychology*, 123(4), 354-373.
- Cutting, E. L.; Materek, A.; Cole, C. A. S.; Levine, T. M. & Mahone, E. M. (2009). Effects of fluency, oral language, and axecutive function on reading comprehension performance. *Annals of Dyslexia*, 59(1), 34-54.
- Damásio. A. R. (1996). *O erro de Descartes: emoção, razão e o cérebro humano*. São Paulo: Companhia das Letras.
- Eysenck, M. W. (2007). Aprendizagem e memória. In Eysenck, M. W. *Manual de psicologia cognitiva*. (pp. 189-226). 5. ed. Porto Alegre: Artmed.
- Finger-Kratochvil, C. & Baretta, L. (2008). O papel da memória de trabalho e da modalidade de input na compreensão de textos. *Revista Intercâmbio*, 17, 93-109.
- Fuster, J. M. (2002). Frontal lobe and cognitive development. *Journal of Neurocytology*, 31, 373-385.
- Fuster, J. M. (2006). The cognit: A network model of cortical representation. *International Journal of Psychophysiology*, 60, 125-132.
- Gathercole, S. E. (2008). Working memory in the classroom. *The Psychologist*, 21(5), 382-385.

- Gathercole, S. E.; Alloway, T. P.; Kirkwood, H. J.; Elliot, J. G.; Holmes, J. & Hilton, K. A. (2008). Attentional and executive function behaviours in children with poor working memory. *Learning and Individual Differences*, 18, 214-223.
- Gazzaniga, M.; Ivry, R. B. & Mangun, G. R. (2006b). As funções executivas e os lobos frontais. In *Neurociência cognitiva: A biologia da mente*. (pp. 517-554). 2.ed. Porto Alegre: Artmed.
- Gazzaniga, M.; Ivry, R. B. & Mangun, G. R. (2006a). Métodos em Neurociência Cognitiva . In Gazzaniga, M.; Ivry, R. B. & Mangun, G. R. *Neurociência cognitiva: A biologia da mente*. (pp. 114-165). 2.ed. Porto Alegre: Artmed.
- Giangiácomo, M. C. P. B. & Navas, A. L. G. P. (2008). A influência da memória operacional nas habilidades de compreensão de leitura em escolares de 4ª série. *Revista da Sociedade Brasileira de Fonoaudiologia*, 13(1), 69-74.
- Goff, D. A., Prati, C. & Ong, B. (2005). The relations between children's reading comprehension, working memory, language skills and components of reading decoding in a normal sample. *Reading an Writing*, 18, 583-616.
- Goldberg, E. (2002). *O cérebro executivo: Lobos frontais e a mente civilizada*. Rio de Janeiro: Imago.
- Gomes, M. A. M. (2008). O desenvolvimento da leitura no ensino básico. *Revista da Associação Brasileira de Psicologia Escolar e Educacional*, 12(1), 283-286.
- Gonçalves, S. (2008). Aprender a ler e compreensão do texto: processos cognitivos e estratégias de ensino. *Revista Iberoamericana de Educación*, 46, 135-151.
- Goodman, K. S. (1967). Reading: A psycholinguistic guessing game. *Journal of the Reading Specialist*, 6(4), 126-135.
- Gough, F. B. (1972). One second of reading. In Kavanagh, J. F. & Mattingly, I. G. (Eds.). *Language by ear and by eye: The relationship between speech and reading* (pp. 353-378), Oxford, England: Massachusetts Inst. of Thecnology P.
- Gough, F. B. (1991). The complexity of reading. In Hoffman, R. R. & Palermo, D. S. (Eds.). *Cognition and the symbolic processes: Applied and ecological perspectives*, (pp. 141-149, Lawrence Erlbaum Associates, Hillsdale, New Jersey.
- Hoffman, J. V. (2009). In search of the "simple view" of reading comprehension. In Israel, S. E. & Duffy, G. G. (Eds.), *Handbook of research on reading comprehension*, (pp. 54-66). Routledge, New York, USA.

- Izquierdo, I. (2011). *Memória*. 2. ed. Porto Alegre: Artmed.
- Juric, L. C., Andrés, M. L., Introzzi, I. & Richard's, M. (2007). Asociaciones entre rendimiento en comprensión de textos y estrategias pedagógicas utilizadas por docentes. *Psicologia Escolar e Educacional*, 11(2), 211-221.
- Kintsch, W. (1998). *Comprehension: A paradigm for cognition*. New York: Cambridge University Press.
- Kintsch, W. (1988). The role of knowledge in discourse comprehension: A construction-integration model. *Psychological Review*, 95(2), 163-182.
- Kintsch, W. & van Dijk, T. A. (1978). A toward a model of text comprehension and production. *Psychological Review*, 85(5), 363-394.
- Kleiman, A. (1989). *Texto e leitor: aspectos cognitivos da leitura*. São Paulo: Pontes.
- Kristensen, C. H.; Almeida, R. M. M. & Gomes, W. B. (2001). Desenvolvimento histórico e fundamentos metodológicos da Neuropsicologia Cognitiva. *Psicologia: Reflexão e Crítica*, 14(2), 259-274.
- LaBerge, D. & Samuels, S. J. (1974). Toward a theory of automatic information processing in reading. *Cognitive Psychology*, 6(2), 293-323.
- Landi, N. (2010). An examination of the relationship between reading comprehension, higher-level and lower-level reading sub-skills in adults. *Reading and Writing*, 23(6), 701-717.
- Malloy-Diniz, L. F.; Sedo, M.; Fuentes, D. & Leite, W., B. (2008). Neuropsicologia das funções executivas. In: Fuentes, D.; Malloy-Diniz, L. F.; Camargo, C. H. P. & Consenza, R. M. *Neuropsicologia: teoria e prática*, pp. 187-206, Porto Alegre: Artmed.
- Merril, E. C.; Sperber, R. D. & McCauley, C. (1981). Differences in semantic encoding as a function of reading comprehension skill. *Memory & Cognition*, 9(6), 618-624.
- Miller, E. K. & Cohen, J. D. (2001). An integrative theory of prefrontal cortex function. *Annual Review of Neuroscience*, 24, 167-202.
- Mourão-Júnior, C. A. & Abramov, D. M. (2011). Plasticidade. In: Mourão-Júnior, C. A. & Abramov, D. M. *Fisiologia essencial* (153-186). Rio de Janeiro: Guanabara Koogan.
- Mourão-Júnior, C. A. & Melo, L. B. R. (2011). Integração de três conceitos: função executiva, memória de trabalho e aprendizado. *Psicologia: Teoria e Pesquisa*, 27(3), 309-314.

- Oakhill, J., Hartt, J. & Samols, D. (2005). Levels of comprehension monitoring and working memory in good and poor comprehenders. *Reading and Writing*, 18, 657-686.
- Oliveira, K. L., Boruchovitch, E. & Santos, A. A. A. (2009). A técnica de Cloze na avaliação da compreensão em leitura. *Cloze: um instrumento de diagnóstico e intervenção*. (pp. 47-77). São Paulo. Casa do Psicólogo.
- Oliveira, K. L., Boruchovitch, E. & Santos, A. A. A. (2007). Compreensão de leitura em alunos de sétima e oitava séries do ensino fundamental. *Psicologia Escolar e Educacional*, 11(1), p. 41-49.
- Organisation for Economic Co-operation and Development (OECD) - PISA 2006/2009. Recuperado em 20 outubro, 2011, de <http://www.pisa.oecd.org/dataoecd/44/63/48657313.pdf>
- Palladino, P., Cornoldi, C., Beni, R. & Pazzaglia, F. (2001). Working memory and updating processes in reading comprehension. *Memory & Cognition*, 29(2), 344-354.
- Paris, S. G. & Hamilton, E. E. (2009). The development of children's reading comprehension. In Israel, S. & Duffy, G. G. *Handbook of research on reading comprehension*. (pp. 32-53). Routledge, New York, USA.
- Pereira, A. E.; Flôres, O. C. (2009). O ensino e aprendizagem da compreensão do texto escrito. *Conjectura*, 14(2), 31-47.
- Perfetti, C. A., Landi, N. & Oakhill, J. (2008). The acquisition of reading comprehension skill. In Snowling, M. J. & Hulme, C. (Eds.). *The science of reading: A handbook*. (pp. 227-247). Blackwell Publishing Ltd, Oxford, UK.
- Primi, R. (2002). Inteligência fluida: definição fatorial cognitiva e neuropsicológica. *Paidéia*, 12(23), 57-75.
- Rato, J. R. & Caldas, A. C. (2010). Neurociências e educação: Realidade ou ficção. *Actas do VII Simpósio Nacional de Investigação em Psicologia*, Universidade do Minho, Portugal. Recuperado em 22 de setembro de 2011, de http://www.actassnip2010.com/conteudos/actas/Neuro_5.pdf
- Repovs, G. & Baddeley, A. D. (2006). The multi-component model of working memory: Explorations in experimental cognitive psychology. *Neuroscience*, 139, 5-21.
- Roazzi, A. & Leal, T. F. (1996). O papel mediador das interações sociais e da prática pedagógica na aquisição da leitura e da escrita. *Revista Brasileira de Estudos Pedagógicos*, 77(187), 565-601.

- Rodrigues, C. (2001). Contribuições da memória de trabalho para o processamento da linguagem. Evidências experimentais e clínicas. *Working Papers em Linguística*, UFSC, 5, 124-144.
- Rumelhart, D. E. (1977). Toward an interactive model of reading. In Dornic, S. (Ed.), *Attention and performance VI*, (pp. 573-603). Hillsdale, New Jersey: Lawrence Erlbaum Associates.
- Rumelhart, D. E. & McClelland, J. L. (1981). Interactive processing through spreading activation. In Lesgold, A. M. & Perfetti, C. A. (Eds.). *Interactive processes in reading*, (pp. 36-60), Hillsdale, New Jersey: Lawrence Erlbaum Associates.
- Salles, J. F. & Parente, M. A. M. P. (2004). Compreensão textual em alunos de segunda e terceira séries: uma abordagem cognitiva. *Estudos de Psicologia*, 9(1), 71-80.
- Santos, A. A. A., Suehiro, A. C. B. & Oliveira, K. L. (2004). Habilidades em compreensão da leitura: um estudo com alunos de Psicologia. *Revista Estudos de Psicologia*, 21(2), 29-41.
- Seigneuric, A. & Ehrlich, M. F. (2005). Contribution of working memory capacity to children's reading comprehension: A longitudinal investigation. *Reading and Writing*, 18, 617-656.
- Seigneuric, A., Ehrlich, M. F., Oakhill, J. & Yuill, N. (2000). Working memory resources and children's reading comprehension. *Reading and Writing: An Interdisciplinary Journal*, 13, 81-103.
- Sesma, H. W., Mahone, E. M., Levine, T., Eason, S. H. & Cutting, L. E. (2009). The contribution of executive skills to reading comprehension. *Child Neuropsychology*, 15(1), 232-246.
- Shallice, T. (1982). Specific impairments of planning. *Philosophical Transactions of the Royal Society of London. Series B. Biological Sciences*, 298, 199-209.
- Siqueira, M.; Zimmer, M. C. (2006). Aspectos linguísticos e cognitivos da leitura. *Revista de Letras*, 28(1/2), 33-38.
- Spinillo, A. G. (2008). O leitor e o texto: Desenvolvendo a compreensão de textos na sala de aula. *Revista Interamericana de Psicologia*, 42(1), 29-40.
- Stanovich, K. E. (1980). Toward an interactive-compensatory model of individual differences in the development of reading fluency. *Reading Research Quarterly*, 16(1), 32-71.

- Swanson, H. L. (1999). Reading comprehension and working memory in learning-disabled readers: Is the phonological loop more important than the executive system?. *Journal of Experimental Child Psychology*, 72, 1-31.
- Swanson, H. L. & Jerman, O. (2007). The influence of working memory on reading growth in subgroups of children with reading disabilities. *Journal of Experimental Child Psychology*, 96, 249-283.
- Treiman, R. (2001). Reading. In Aronoff, M. & Rees-Miller, J. (Eds.). *Blackwell Handbook of Linguistics*, (pp. 664-672), Oxford, England: Blackwell.
- Uehara, E. & Landeira-Fernandez (2010). Um panorama sobre o desenvolvimento da memória de trabalho e seus prejuízos no aprendizado escolar. *Ciências & Cognição*, 15(2), 31-41.
- Yuill, N. M., Oakhill, J. & Parkin, A. (1989). Working memory, comprehension ability and the resolution of text anomaly. *British Journal of Psychology*, 80(3), 351-361.
- Wagoner, S. A. (1983). Comprehension monitoring: What it is and what we know about it. *Reading Research Quarterly*, 18(3), 328-346.
- Witter, G. P. & Silva, E. M. T. (2008). Compreensão de texto e desempenho acadêmico em estudantes de Psicologia. *Estudos de Psicologia*, Campinas, 25(3), 395-403.