



UNIVERSIDADE FEDERAL DE UBERLÂNDIA
INSTITUTO DE PSICOLOGIA



Programa de Pós-Graduação em Psicologia - Mestrado
Área de Concentração: Psicologia Aplicada

Eduardo Antonio Moreira

MEMÓRIA DE TRABALHO E ATENÇÃO DIVIDIDA: UM ESTUDO
DO PROCESSAMENTO DE FRASES

UBERLÂNDIA
2007

Eduardo Antonio Moreira

**MEMÓRIA DE TRABALHO E ATENÇÃO DIVIDIDA: UM ESTUDO
DO PROCESSAMENTO DE FRASES**

Dissertação apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Psicologia – Mestrado, do Instituto de Psicologia da Universidade Federal de Uberlândia, como requisito parcial à obtenção do Título de Mestre em Psicologia Aplicada.

Área de Concentração: Psicologia Aplicada

Orientador(a): Dr. Ederaldo José Lopes

**UBERLÂNDIA
2007**

Dados Internacionais de Catalogação na Publicação (CIP)

- M838m Moreira, Eduardo Antonio, 1977-
 Memória de trabalho e atenção dividida : um estudo do proces-
 samento de frases / Eduardo Antonio Moreira. - 2007.
 117 f. : il.
 Orientador: Ederaldo José Lopes.
 Dissertação (mestrado) – Universidade Federal de Uberlândia,
 Programa de Pós-Graduação em Psicologia.
 Inclui bibliografia.
1. Memória - Teses. I. Lopes, Ederaldo José. II. Universidade
Federal de Uberlândia. Programa de Pós-Graduação em Psicologia.
III. Título.

CDU: 159.953



UNIVERSIDADE FEDERAL DE UBERLÂNDIA
INSTITUTO DE PSICOLOGIA



Programa de Pós-Graduação em Psicologia - Mestrado
Área de Concentração: Psicologia Aplicada

Eduardo Antonio Moreira

MEMÓRIA DE TRABALHO E ATENÇÃO DIVIDIDA: UM ESTUDO
DO PROCESSAMENTO DE FRASES

Dissertação apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Psicologia – Mestrado, do Instituto de Psicologia da Universidade Federal de Uberlândia, como requisito parcial à obtenção do Título de Mestre em Psicologia Aplicada.

Área de concentração: Psicologia Aplicada

Banca examinadora:

Profª. Dra. Renata Ferrarez Fernandes Lopes

Prof. Dr. Osvaldo Freitas de Jesus

Prof. Dr. Ederaldo José Lopes (Orientador)

"A memória determina nossa individualidade como pessoas e como povos: eu sou quem sou porque me recordo de quem sou (...). Se eu esquecesse quem sou, não seria ninguém, ou seria outro"

Izquierdo

"Nós somos o que fazemos repetidamente, a excelência não é um feito, e sim, um hábito."

Aristóteles

Aos meus pais, pela incansável dedicação, apoio e por me ensinarem a ser quem sou,

Aos meus irmãos, pela amizade fraterna,

DEDICO.

AGRADECIMENTOS

À Universidade Federal de Uberlândia – UFU

Ao Instituto de Psicologia

Ao meu professor e orientador Dr. Ederaldo José Lopes, pela generosidade em compartilhar seu conhecimento, pela paciência, respeito e amizade.

Aos meus tios Murilo e Luluza, por me acolherem com tanto amor e carinho.

À Marineide, pela excelência no trabalho.

Aos meus colegas de mestrado, pelos momentos que vivemos juntos.

Aos meus amigos, pelo companheirismo.

Às inúmeras pessoas que de alguma maneira me ajudaram a chegar até aqui.

RESUMO

O presente estudo teve como objetivo analisar o papel da atenção no processamento de frases à luz do conceito de Memória de Trabalho e do paradigma do Efeito Hebb. Buscou-se verificar se existiam diferenças significativas entre provas de recordação imediata serial quando da presença ou não de uma tarefa concorrente atencional. A hipótese de trabalho foi que a atenção atuaria de maneira diferenciada no processamento das frases quando estas possuíam ou não relação de significado entre si. Participaram do estudo 40 estudantes, todos com idade acima de 18 anos. Os resultados apontam que a atenção é primordial ao processamento das seqüências de frases sem relação de significado entre si, mas que para aquelas com relação de significado, o processamento é feito de forma relativamente automática, com pouco uso da atenção. O maior suporte da memória de longo prazo ao processamento das seqüências de frases com relação de significado entre si ocorre de forma automática. O estudo do Efeito Hebb mostrou que o aprendizado ocorre de maneira mais eficiente nas seqüências de frases com significado. No que tange aos modelos teóricos, os dados vão de encontro ao conceito de funcionamento do buffer episódico proposto por Baddeley (2000) e ao processamento de informações proposto por Cowan (1999).

Palavras-chave: memória de trabalho, atenção dividida, Efeito Hebb, processamento automático e controlado, memória de longo prazo.

ABSTRACT

The present study had as an objective the analysis of the role of attention in the encoding of sentences and stories based on the working memory model and the Hebb Effect paradigm. The study tried to determine whether there were significant differences between of immediate serial recall in the presence or absence of an attentional concurrent task. The work hypothesis was that attention would act differently in the processing of sentences and stories. 40 students, 18 years or older, participated on the study. The results indicate that attention is primordial for the processing of sentences, but as far as stories go, the processing is done in a relatively automatic way, with little use of attention. The best support for long-term memory for the processing of the stories occurs in an automatic way. The study of the Hebb effect showed that learning occurred in a more efficient way with the stories. As far as the theoretical models, the data match the concept of the Episodic Buffer proposed by Baddeley (2000) and to the Embedded-Processes Model proposed by Cowan (1999).

Keywords: Working Memory, divided attention, Hebb effect, automatic and controlled processes, Long-term Memory.

LISTA DE FIGURAS

FIGURA 1: O Modelo de Memória de Atkinson e Shiffrin _____	29
FIGURA 2: O modelo de memória de trabalho com múltiplos componentes de Baddeley e Hitch _____	34
FIGURA 3: Representação do modelo funcional do laço fonológico _____	39
FIGURA 4: Diagrama do funcionamento da memória de trabalho visuo-espacial _____	44
FIGURA 5: Representação da relação entre o <i>inner scribe</i> , o executivo central e o laço fonológico com o <i>Visual Cache – Buffer Visual</i> do rascunho visuo-espacial _____	46
FIGURA 6: Representação do funcionamento da memória de trabalho com múltiplos componentes _____	49
FIGURA 7: O modelo dos processos embutidos de memória de trabalho de Cowan _____	50
FIGURA 8: esquema do Modelo da Análise Gramatical Baseada na Sugestão _____	68
FIGURA 9: Esquema explicativo de como o span verbal foi determinado _____	78
FIGURA 10: Ilustração da dinâmica da tarefa paralela _____	80
FIGURA 11: Esquema da ordem em que as séries de frases foram apresentadas _____	82
FIGURA 12: Diagrama de execução do teste _____	84
FIGURA 13: Gráfico das médias dos tempos de reação para o span de 50% _____	87
FIGURA 14: Gráfico da média dos tempos de reação para o span de 100% _____	88

FIGURA 15: Gráfico das médias dos tempos de reação para FSS e FCS no span de 50%
_____93

FIGURA 16: Gráfico das médias dos tempos de reação para FSS e FCS no span de 100%
_____94

FIGURA 17: Gráficos das médias da porcentagem de palavras lembradas para as FSS e FCS durante as três fases do Efeito Hebb no span de 50% _____95

FIGURA 18: Gráficos das médias da porcentagem de palavras lembradas para as FSS e FCS durante as três fases do Efeito Hebb no span de 100% _____96

LISTA DE TABELAS

TABELA 1: Comparação entre as principais características dos processos automatizados e controlados _____63

TABELA 2: Exemplos de seqüências de frases usadas no teste _____77

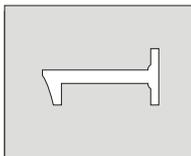
TABELA 3: Tabela 3: Exemplo de duas tarefas de recordação imediata serial utilizada na pesquisa _____83

SUMÁRIO

CAPÍTULO I	16
1 INTRODUÇÃO	17
2 MEMÓRIA DE TRABALHO	22
2.1 Desenvolvimento do construto memória de trabalho	23
2.2 Conceito de memória de trabalho	31
2.3 O modelo de memória de trabalho com múltiplos componentes de Baddeley e Hitch	33
2.3.1 <i>O executivo central</i>	35
2.3.2 O laço fonológico	38
2.3.3 O rascunho visuo-espacial	41
2.3.4 O buffer episódico	46
2.4 O modelo dos processos embutidos de memória de trabalho de Nelson Cowan	49
2.5 Relação entre processamento e armazenamento na memória de trabalho	53
2.6 Relação da memória de trabalho com a memória de longo prazo	56
3 ATENÇÃO	58
3.1 Atenção seletiva e processamento executivo	58
3.2 Controle da atenção: o papel dos processos inibitórios	60
3.3 Processos automáticos e controlados	61

3.4 Controle e regulação na memória de trabalho	64
4 COMPREENSÃO DE FRASES	66
5 O EFEITO HEBB	69
6 JUSTIFICATIVA E RELEVÂNCIA	70
CAPÍTULO II	73
1 OBJETIVOS	74
1.1 Objetivos gerais	74
1.2 Objetivos específicos	74
2 HIPÓTESES	74
3 MÉTODO	75
3.1 Delineamento	75
3.2 Sujeitos	75
3.3 Materiais e equipamentos	76
3.4 Procedimento	77
CAPÍTULO III	85
1 RESULTADOS	86

1.1 Span	86
1.2 Tempos de reação	86
1.2.1 Span de 50%	86
1.2.2 Span de 100%	87
1.3 Acurácia da recordação	88
1.3.1 Span de 50%	88
1.3.2 Span de 100%	89
1.3.3 Erros na recordação	91
1.4 Efeito Hebb	92
1.4.1 Tempos de reação no Efeito Hebb	92
1.4.2 Acurácia da recordação nas fases do Efeito Hebb	94
2 DISCUSSÃO DOS DADOS	98
REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS	104
ANEXOS	119
1 Termo de Consentimento Livre e Esclarecido	119



Capítulo

1 INTRODUÇÃO

Quando nos questionamos sobre qual o papel da memória no desenvolvimento humano e qual a sua contribuição para as tarefas cognitivas do dia a dia, a primeira impressão que temos é aquela da memória como uma enorme gaveta aonde vamos guardando toda nossa história, e, assim, todos os acontecimentos ocorridos no decorrer da nossa existência.

Entretanto, analisando a memória com base em algumas abordagens teóricas, encontramos algumas que enfatizam a memória como elemento primordial aos processos cognitivos realizados pela mente humana. Dentre tais abordagens, podemos citar a psicologia cognitiva, que como campo de conhecimento sobre os processos de desenvolvimento das capacidades humanas, tem fornecido uma estrutura para abordar o estudo da relação entre a habilidade para atender de forma seletiva a complexos de estímulos e o armazenamento de informações, através da definição de processos e a construção de modelos teóricos e práticas experimentais de aferição do construto memória, ainda que limitados, de certa forma, à avaliação dos processos mnemônicos a partir do rendimento em tarefas específicas, geralmente controladas em procedimentos laboratoriais (Lunardi, 2003).

A compreensão da memória vem sendo tema de filósofos e de cientistas há séculos. Em cada época ela foi explicada utilizando-se de metáforas compreensíveis, construídas em torno de conhecimentos que caracterizavam o momento histórico. O poeta Cícero ao explicar a memória fazia uma analogia às marcas deixadas na cera pelos homens. Para os antigos gregos a memória era sobrenatural, um dom a ser exercitado. A deusa Mnemosine, a mãe das nove musas que presidem o conhecimento, possibilitava aos poetas lembrar-se do passado e transmiti-lo aos mortais (Kessel, s.d.).

Na atualidade, o conceito e, sobretudo o funcionamento da memória ganhou importantes aportes das ciências físicas e biológicas. Japiassu (1996) a define como:

A capacidade de reter um dado da experiência ou um conhecimento adquirido e de trazê-lo à mente; considerada essencial para a constituição das experiências e do conhecimento científico. A memória pode ser entendida como a capacidade de relacionar um evento atual com um evento passado do mesmo tipo, portanto, como uma capacidade de evocar o passado através do presente (p. 178).

A memória é então um fenômeno de extraordinária complexidade que, pelo seu papel na definição do que é o indivíduo e pela utilização que fazemos do passado para nos definirmos no presente, pode ser considerada uma força unificadora e construtiva que impede o rompimento em fragmentos da nossa consciência. Ao impedir a sensação de que se vive apenas em segundos, a memória é a grande responsável pelo senso de continuidade, do qual depende a história de um indivíduo. Ela é, sem dúvida, uma das faculdades mais importantes do homem. É através dela que as experiências passadas modificam os pensamentos, projetos e ações e evidentemente, a aprendizagem seria impossível sem a memória (Lunardi, 2003).

Dentro deste contexto, a memória de trabalho (MT) surge como um dos mais importantes tópicos da psicologia cognitiva atual, sendo que a literatura tem destacado a relevância deste construto tanto para a psicologia básica quanto para a psicologia aplicada, na medida em que ele estaria associado ao desenvolvimento das atividades mentais complexas que utilizam vários recursos cognitivos (Baddeley, 1999, 2003a, 2003b).

A partir das teorias contemporâneas da memória de trabalho, pode-se dizer que elas compartilham entre si a suposição da existência de algum mecanismo responsável pelo armazenamento temporário e o processamento da informação e que os recursos disponíveis

para esse mecanismo são limitados (Lunardi, 2003), pois o desempenho em tarefas mnemônicas tende a piorar rapidamente com o aumento do número de itens que devem ser mantidos simultaneamente na memória de trabalho (Oberauer & Kliegl, 2006). Miyake e Shah (1999, p. 450) sugerem haver um consenso entre os pesquisadores da MT que resulta na seguinte compreensão: “Memória de trabalho é aquele mecanismo ou processo que está envolvido no controle, regulação e manutenção ativa das informações relevantes para uma tarefa a serviço da cognição complexa”.

Um ponto importante é que o conceito de MT supõe que grande parte das informações usadas para manter um determinado comportamento requer um sistema de memória limitado, que dê suporte ao processamento em tempo real e atue como um filtro das informações recebidas, organizando-as de maneira eficiente para que possam ser processadas pela memória de longo prazo (Burgess & Hitch, 2005). Paralelamente, o fato da MT ter capacidade limitada faz com que para as atividades complexas de aprendizado e compreensão seja necessário o aporte da memória de longo prazo (Baddeley, 2000, 2001; Baddeley & Logie, 1999).

Essa interface entre a memória de trabalho e a memória de longo prazo (MLP) vem sendo tema de inúmeros estudos e controvérsias (Baddeley, 2000; Baddeley & Warrington, 1970; Burgess & Hitch, 2005, 2006; Hitch, Flude & Burgess, 2007; Ranganath & Blumenfeld, 2005). Para Baddeley (2001), certos tipos de tarefas requerem o acesso às representações presentes na MLP e a integração delas com a informação mantida na memória de trabalho. Was e Woltz (2007) vão ainda mais longe ao afirmar que as medidas convencionais de MT não somente mensuram os componentes da memória de trabalho para os quais foram primariamente designados, mas também o acesso às informações presentes na MLP que foram utilizadas durante a tarefa específica.

Vale lembrar que embora a distinção entre uma memória de capacidade limitada e outro sistema de armazenamento secundário de tamanho ilimitado já tivesse sido feita por James (1890), foi com Miller (1956) e Hebb (1961) que a investigação sobre a interação entre a memória de curto prazo (MCP) e de longo prazo ganhou notoriedade. Miller publicou um estudo no qual o span verbal¹ dos sujeitos era maior quando as palavras formavam frases com significado, mostrando que a MCP teria capacidade equivalente ao número sete, mais ou menos duas unidades ou grupos de informação. Segundo Miller, este fenômeno, denominado de *chunking*, ocorria porque informações adicionais provenientes geralmente da memória de longo prazo eram usadas para integrar as palavras que constituíam a frase em um pequeno número de blocos (*chunks*) que, posteriormente, facilitariam a evocação das palavras (Baddeley, 1994; Miller, 1956).

Já Donald Hebb (Burgess & Hitch, 2006; Hebb, 1961; Turcotte, Poirier & Gagnon, 2005) criou um procedimento em que seqüências de dígitos eram apresentadas em uma tarefa de recordação imediata serial e, sem que os participantes soubessem, uma mesma lista era repetida a cada três apresentações. Hebb notou que a porcentagem de dígitos lembrados nas listas que eram repetidas aumentava gradualmente, um fenômeno que ficou posteriormente conhecido como o Efeito Hebb. Segundo o pesquisador, este efeito era uma consequência da interação entre a memória de longo e curto prazo.

Por outro lado, enquanto é consenso que a MLP pode aumentar o desempenho em tarefas de span, o modo como este suporte ocorre, ou seja, se é um processo automático ou controlado, ainda está pouco claro, principalmente no estudo da compreensão de orações com relação de significado entre si, onde é necessária tanto a recordação das palavras quanto o entendimento da relação entre as palavras que formam a oração.

¹ A quantidade máxima de informação acústica que a pessoa consegue manter na memória de trabalho.

Para MacDonald e Christiansen (2002) e Martin e Saffran (1997), seguindo o modelo conexionista, as orações automaticamente ativariam as representações semânticas e sintáticas enquanto são processadas, e isto por si só melhora o processo de recordação.

Baddeley (2000, 2003a, 2003b, Repovs & Baddeley, 2006) propôs que a evocação imediata de frases dependeria do buffer episódico, um componente da memória de trabalho que demanda atenção, cuja função seria a de integrar as informações tanto dos subsistemas da MT quanto da memória de longo prazo em uma representação episódica única, porém de códigos multidimensionais.

No modelo de Cowan (1995), a atenção teria o papel de formar novas ligações entre as representações contidas na MLP, o que facilitaria a integração de diferentes níveis de conhecimento lingüístico e/ou de várias proposições dentro de uma frase. Segundo este modelo, as conexões poderiam também ser estabelecidas entre as representações que estão ativadas, mas que não estão dentro do foco da atenção, permitindo assim um suporte automático maior nas tarefas de span.

Concluindo, este projeto tem como objetivo examinar a importância dos processos automáticos e controlados na recordação de seqüências de frases que podem ou não possuir relação de significado entre si. Para isso será realizado um experimento no qual os participantes farão uma tarefa de memória ao mesmo tempo em que executam ou não uma tarefa concorrente atencional. O estudo será feito à luz do modelo de memória de trabalho de Baddeley e Hitch (Baddeley, 1999; Repovs & Baddeley, 2006), que parte do pressuposto que as tarefas verbais de recordação imediata serial (RIS) são executadas pelo laço fonológico. Os testes seguirão o paradigma de repetição de Hebb, que consiste em uma tarefa de recordação imediata serial formada por um conjunto de listas, sendo que uma delas é repetida ocasionalmente. Dessa maneira, a tarefa RIS refletirá o desempenho da memória de trabalho e o paradigma de Hebb permitirá analisar a influencia da memória

de longo prazo e se o aprendizado ocorre diferentemente quando há ou não relação de significado entre as frases.

Ele está estruturado em três capítulos. O primeiro inclui esta introdução, a apresentação das teorias e conceitos usados na pesquisa: memória de trabalho, atenção, compreensão de frases e o efeito Hebb, e a justificativa e relevância do tema estudado. A ordem de apresentação e o detalhamento de cada conceito levaram em consideração a relevância de cada um para este trabalho. O segundo capítulo descreve os objetivos, as hipóteses e a metodologia empregada, incluindo os instrumentos utilizados na coleta e análise dos dados. E no terceiro capítulo são descritos os resultados e se faz uma discussão dos dados destacando-se a sua importância e os seus limites.

2 MEMÓRIA DE TRABALHO

Abreu (2000) afirma que o conceito de modularidade das funções de memória, ou seja, a noção de que a memória compreende um conjunto de habilidades mediadas por diferentes módulos do sistema nervoso e que funcionam de forma independente, porém cooperativa, vem contribuindo significativamente para o estudo da memória de trabalho. O processamento de informações nesses módulos aconteceria paralelamente e de forma distribuída, permitindo que as unidades de processamento influenciem outras em qualquer momento no tempo e que uma grande quantidade de informações seja processada concomitantemente.

O enfoque dado por Baddeley e Hitch (1974; Galera & Fuhs, 2003) no estudo da memória de trabalho se baseou na divisão da mesma em subsistemas especializados no armazenamento e no processamento de diferentes tipos de informação. Atualmente o

modelo resultante desse enfoque envolve quatro componentes funcionais: o executivo central, o laço fonológico, o rascunho visuo-espacial e o buffer episódico.

Para melhor compreensão e estruturação do conceito de memória de trabalho, inicialmente se fará uma explicação de como esse construto se desenvolveu e também uma conceitualização do termo memória de trabalho. Posteriormente, haverá uma descrição de como o Modelo de Memória de Trabalho com Múltiplos Componentes de Baddeley e Hitch (1974) e o Modelo dos Processos Embutidos de Memória de Trabalho de Cowan (1999) são constituídos.

2.1 Desenvolvimento do construto memória de trabalho

O estudo experimental sobre a memória humana teve início quando o filósofo alemão Herman Ebbinghaus revolucionou os estudos da psicologia cognitiva ao introduzir a abordagem experimental na investigação dos processos mentais superiores, mais especificamente, a memória humana. Durante cinco anos esse pesquisador realizou estudos, sendo ele o próprio sujeito e pesquisador. Ebbinghaus contava o número de tentativas ou repetições necessárias à aprendizagem de listas de sílabas sem sentido, objetivando determinar a influência de várias condições sobre a aprendizagem e a retenção, tais como a diferença entre a velocidade para memorizar uma lista de sílabas sem sentido, um material mais significativo ou um material mais extenso. Ebbinghaus verificou que para memorizar estrofes da obra “Don Juan”, de Byron, com 80 sílabas, eram necessárias nove leituras, enquanto para uma lista de 80 sílabas sem sentido eram necessárias quase 80 leituras (Alves, 2005; Ebbinghaus, 1885/1964; Lunardi, 2003). Com os resultados, Ebbinghaus conseguiu chegar a algumas conclusões válidas sobre a memória e, mais

importante que isso, descobriu que a riqueza e a complexidade da memória humana poderiam ser abordadas experimentalmente de forma simplificada (Baddeley, 1999).

Posteriormente ao trabalho de Ebbinghaus, vários estudos empíricos foram desenvolvidos sobre a memória de curto prazo. William James (1890) sugeriu em seu livro “The Principles of Psychology” a possibilidade da memória ser composta por dois sistemas: a memória primária e a secundária. Para James, as novas experiências não desapareciam imediatamente da consciência, mas permaneciam, durante curto período de tempo, como “um presente ilusório”. Os conteúdos desta memória primária poderiam passar para o sistema secundário, um grande depósito, dentro do qual todo o nosso conhecimento ficaria permanentemente guardado.

A possibilidade de distinção entre a memória de curto prazo e a memória de longo prazo aumentou com os estudos desenvolvidos por Hebb (1949 apud Baddeley, 1988; Pinho, 2002), que sugeriram haver dois sistemas neurofisiológicos de armazenamento separados dentro do cérebro, um envolvendo circuitos refletidos e outro que representava uma transformação permanente, fundada no crescimento das ligações entre as células nervosas, formando o que Hebb denominou de “reunião celular”.

Estudos continuaram sendo desenvolvidos na área da neurofisiologia e da psicologia até que, em 1957 (apud Baddeley, 1988), Broadbent, realizando uma série de estudos sobre atenção seletiva, observou que a demora para a recuperação da informação era devido à deterioração do traço de memória. Ao analisar essas evidências na MCP, ele concluiu que o esquecimento de curto prazo era reflexo da deterioração do traço de memória, e o esquecimento de longo prazo era causado pelo efeito da interferência e que, portanto, eles deveriam ser baseados em dois tipos de sistemas.

Tomando como base esses estudos, Broadbent (1958 apud Baddeley, 1988; Pinho, 2002) desenvolveu o primeiro modelo de processamento de informação da MCP. O

modelo compreendia dois subcomponentes: um sistema S, com capacidade para armazenar resumidamente informações sensoriais de diversas fontes em paralelo e um sistema P, com capacidade limitada e que receberia informações do sistema S. Broadbent sugeriu também que havia limitações na capacidade dos sujeitos em atender simultaneamente várias fontes de informação.

Neste momento, o interesse pelo estudo da MCP seguiu da Europa para os Estados Unidos, onde foi estimulado pelo clássico trabalho de George Miller (1956), denominado de “*O mágico número sete*”, que investigou a capacidade de armazenamento da MCP. Solicitando que os participantes ouvissem seqüências aleatórias de dígitos e depois as recordasse, Miller demonstrou que a capacidade de armazenamento imediato da informação é limitada, sugerindo que a sua extensão seria de “sete, mais ou menos dois”, não interessando se as unidades eram números, letras ou palavras (Baddeley, 1988, 1994; Chen & Cowan, 2005; Eysenk & Keane, 1994; Sternberg, 2000). Segundo este estudo, para a memória de curto prazo manter ou reter a informação ativada, objetivando transferi-la para a memória de longo prazo, seria preciso manter ativos os estímulos que a codificaram (Miller, 1956).

Dando continuidade aos estudos sobre a capacidade da memória, John Brown na Inglaterra e Lloyd e Margaret Peterson nos Estados Unidos, através de um design experimental que posteriormente ficou conhecido como o paradigma Brown-Peterson (Denes & Pizzamiglio, 1999), planejaram procedimentos experimentais em que os sujeitos mostravam esquecimento muito rápido de quantidades pequenas de informação quando brevemente distraídos. Os voluntários recebiam uma lista de palavras não relacionadas e, em seguida, tinham que lembrá-las. As primeiras e as últimas palavras apresentadas eram mais bem lembradas que as intermediárias, fenômenos que foram descritos como efeito de primazia e efeito de recência, respectivamente. Se, no entanto, a evocação fosse retardada

por alguns segundos e uma tarefa distratora fosse introduzida nesse intervalo, o efeito de primazia era mantido, mas o efeito de recência era perdido, ou seja, a lembrança das últimas palavras era prejudicada. Os pesquisadores concluíram que as palavras apresentadas por último eram armazenadas num sistema de memória de curta duração, enquanto que as palavras apresentadas no início eram armazenadas num sistema de memória de longa duração. A perda do efeito da recência foi explicada pela deterioração do traço de memória em função dos sujeitos não realizarem o ensaio subvocal, sugerindo assim que o sistema de memória de curta duração tinha a função de manter as informações por curtos períodos de tempo e que, quando há atraso na recuperação da informação, ela se esvaece rapidamente e ocorre o esquecimento (Baddeley, 1988, Eysenck & Keane, 1994; Pinho, 2002; Sternberg, 2000).

O trabalho desenvolvido por Brown e Peterson e Peterson desencadeou reflexões sobre a existência de um duplo sistema. Foi então que, na década de 60, os estudos empíricos puseram em evidência a existência de dois sistemas de memória. Nas pesquisas desenvolvidas sobre a natureza do armazenamento destacou-se o experimento realizado por Conrad, que analisou a retenção de códigos de telefone, tendo observado que a maioria dos erros nas tarefas de recuperação indicava intrusões fonológicas, apontando assim, para a possibilidade da existência de componentes de armazenamento da informação na MCP com características fonológicas (Conrad & Hull, 1964; Pinho, 2002).

Baddeley (1996b, 1999; Pinho, 2002), interessado na codificação da informação na MCP, explorou os resultados obtidos por Conrad e Hull. Usando palavras, ele comparou a similaridade fonológica e a semântica, e mostrou que há uma associação entre a MCP e o tipo de codificação da informação e que o armazenamento de curto prazo depende fundamentalmente do processamento da codificação fonológica da informação. Os dados

sugeriram a existência de um sistema de MCP monolítico, com características fonológicas de armazenamento.

Pinho (2002) enfatiza que no final dos anos 60, a forte tendência era a distinção entre a memória de curto prazo e a memória de longo prazo. Essa possibilidade ganhou grande destaque após a descrição do quadro amnésico apresentado por H.M. Este paciente sofria de epilepsia intratável e por conta disso, ele foi submetido a uma neurocirurgia para extirpação dos focos epiléticos, o que envolveu a remoção bilateral de parte do seu córtex temporal medial, amígdala e os 2/3 anteriores do hipocampo (Abreu, 2000). Após a neurocirurgia, o paciente H.M. apresentou um quadro de amnésia anterógrada (não era capaz de formar novas memórias) e de amnésia retrógrada temporalmente graduada - não se lembrava de nada do que ocorrera imediatamente antes da cirurgia, mas a medida que se retrocedia no tempo até 3 anos, lembrava-se cada vez mais do seu passado e, em relação ao período anterior a 3 anos antes da cirurgia, lembrava-se do seu passado como qualquer pessoa normal lembraria. Diversas outras funções estavam intactas. Por exemplo, H.M. era capaz de conversar normalmente, desde que não fosse distraído, sua atividade intelectual estava normal, seu desempenho em testes de percepção era normal, assim como sua capacidade para adquirir novas habilidades motoras, perceptuais e cognitivas, apesar de não perceber que essa sua capacidade estava preservada (Abreu, 2000). Portanto, o paciente sabia “como” realizar a tarefa, mas não sabia “que” era capaz de fazê-lo. Além disso, sua memória de curta duração estava intacta. O caso de H.M., confirmado em experimentos envolvendo outros pacientes amnésicos, constituiu um forte argumento neuropsicológico para a necessidade de postular dois sistemas de memória.

De acordo com Baddeley (1999; Alves, 2005), as principais evidências sobre a existência de dois sistemas eram as seguintes: (1) as tarefas de livre recordação indicavam a existência de componentes independentes de curto e longo prazo, (2) o armazenamento

de curto prazo demonstrava uma capacidade limitada, mas a recuperação desse armazenamento era muito rápida, (3) o armazenamento de curto prazo mostrava-se baseado em codificações fonológicas ou acústicas, enquanto os armazenamentos de longo prazo eram baseados em códigos semânticos e (4), as diferenças entre os armazenamentos de curto prazo e de longo prazo foram demonstradas empiricamente pelos estudos das neurociências.

Surgiram então diversos modelos que assumiram a necessidade de abandonar uma visão unitária da memória (Atkinson & Shiffrin, 1971), sendo que, na época, o modelo modal de Atkinson e Shiffrin (1968) (Figura 1) foi o mais influente. Estes autores propuseram um sistema com uma arquitetura serial em que o armazenamento de longo prazo dependeria do armazenamento de curto prazo. A memória de curto prazo seria um sistema unitário que receberia a informação dos inputs sensoriais que são processados em paralelo. A informação seria recebida e mantida momentaneamente pelos armazenadores sensoriais, específicos de cada modalidade, até ser processada em maior profundidade na MCP. Esta memória, de capacidade limitada, incluiria um processo de ensaio e repetição cujo propósito é evitar o esquecimento e possibilitar a consolidação e a transferência, de parte da informação, para a memória de longo prazo.

Neste modelo, a MCP agiria como uma memória de trabalho que manteria e controlaria as informações temporariamente, através da verificação do fluxo das informações procedentes dos armazenadores sensoriais e de longo prazo. Atkinson e Shiffrin postularam também que quanto mais tempo um item ficasse na memória de curto prazo, mais chances ele teria de passar à memória de longo prazo. Outro ponto importante é que a recuperação da informação na MLP seria feita através da memória de curto prazo (Atkinson & Shiffrin, 1968; Baddeley, 1999).

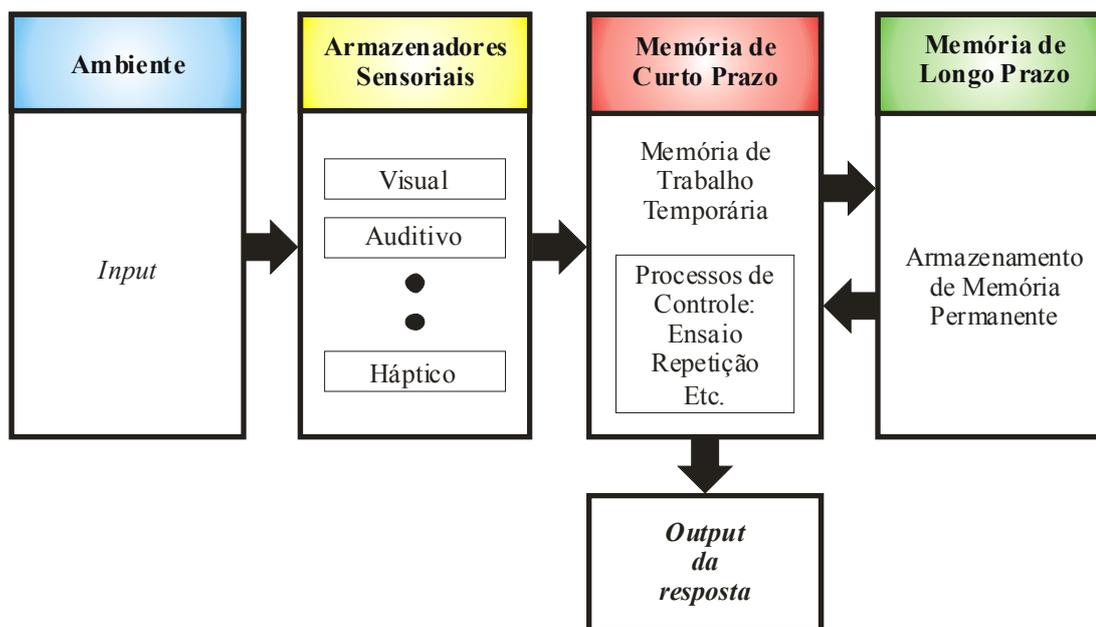


Figura 1: O Modelo de Memória de Atkinson e Shiffrin.
Fonte: adaptado de Sternberg (2000, p. 210)

As pesquisas realizadas por Shallice e Warrington (1970; 1974; Baddeley, 1999) com pacientes neuropsicológicos, demonstraram que o modelo proposto por Baddeley e o “modelo modal” apresentavam uma visão simplificada da MCP. Ao estudarem o paciente K.F., Shallice e Warrington descreveram uma síndrome oposta. O paciente era capaz de reter apenas 2 dígitos de informação, ou seja, ele tinha um severo prejuízo da MCP, mas possuía a MLP completamente normal. Essa dupla dissociação sugeria que os processos de armazenamento na MCP e a MLP eram distintos e não funcionam de forma serial (Abreu, 2000). Além disso, como no modelo modal o armazenamento na MLP implicava que o material tivesse sido processado pela MCP, ficou difícil explicar casos de pessoas como K.F. a partir da teoria proposta por Atkinson e Shiffrin.

Com os resultados dos estudos neuropsicológicos, Baddeley e Hitch (Baddeley, 1992) testaram diretamente a hipótese de que a MCP funcionava como uma memória de trabalho, ou mais precisamente, que ela daria suporte à cognição tanto processando quanto armazenando informações. Baddeley e Hitch usaram uma técnica de tarefa dual que

simulava o déficit apresentado pelo paciente K.F., obtendo resultados que vieram a constituir o mais sério desafio ao modelo de Atkinson e Shiffrin. Assumindo que as tarefas de evocação serial dependeriam da MCP e que, a partir de determinado número de dígitos, estes preencheriam totalmente a capacidade daquela memória, Baddeley e Hitch argumentaram que se o modelo modal estivesse correto, o número de dígitos retidos na MCP deveria diminuir significativamente enquanto uma pessoa executasse uma tarefa de evocação serial juntamente com uma tarefa cognitiva concorrente. Porém, os resultados mostraram que não houve diferença significativa na capacidade de raciocínio, compreensão e de aprendizagem, e que à medida que o número de dígitos aumentava, o desempenho declinava, mas num grau muito menor ao que foi esperado inicialmente (Baddeley, 1999).

Baddeley (1988), em outro estudo usando tarefas concorrentes, pediu a voluntários que fizessem uma tarefa de raciocínio gramatical ao mesmo tempo em que repetiam dígitos continuamente. Os resultados mostraram que o aumento da quantidade de dígitos a serem repetidos aumentou o tempo de processamento, mas não prejudicou o desempenho da análise gramatical, indicando que a capacidade de manter a atenção para o raciocínio gramatical seria independente da capacidade de retenção dos dígitos na memória de curta duração. Como poderiam os sujeitos continuar resolvendo problemas mesmo com a memória de curta duração cheia de informações? Para Baddeley (1992), tudo isso era um indício de que a memória de trabalho também poderia ser dividida em sub-componentes.

A partir desses dados Baddeley e Hitch (1974; Baddeley, 1999) propuseram a substituição do armazenador de curto prazo por um sistema de memória de trabalho que pudesse dar suporte às atividades cognitivas complexas. Desenvolveu-se, então, o modelo de memória de trabalho com múltiplos componentes, que substituiu progressivamente a idéia de uma memória de curto prazo unitária.

Eysenck e Keane (1994; Lunardi, 2003; Pinho, 2002) inferem que existem vantagens no modelo de memória de trabalho proposto por Baddeley e Hitch com base na formulação anterior de Atkinson e Shiffrin: (1) ele está relacionado tanto com processos ativos quanto com armazenamento temporário de informação, (2) ele fornece melhores explicações sobre déficits parciais da MCP e (3) o modelo da memória de trabalho incorpora o ensaio verbal como um processo opcional que ocorre dentro de um componente da memória de trabalho. Esta última característica, segundo os autores, parece mais real do que a enorme importância dada para o ensaio verbal dentro do modelo de multi-armazenamento de Atkinson e Shiffrin.

2.2 Conceito de memória de trabalho

Embora a palavra memória sugira a existência de um termo unitário, trata-se de um sistema múltiplo, pois não existe um único sistema, mas muitos, e estes “variam em armazenamento desde os pequenos armazenadores momentâneos até ao sistema de memória de longo prazo, que parece exceder extensamente em capacidade e flexibilidade ao maior ordenador disponível” (Baddeley, 1999).

O termo memória de trabalho aparentemente foi inventado por Miller, Galanter e Pribram (Baddeley, 2003b), mas foi somente nos anos 70 que o conceito de memória de trabalho foi claramente desenvolvido. Baddeley e Hitch (1974; Pinho, 2002) enfatizaram a MT não como uma simples casa de depósito passiva, mas como um multicomponente da interpretação da memória de curto prazo que por um pequeno período de tempo mantém e manipula informações à medida que as tarefas cognitivas são desempenhadas. Seu elemento principal, o executivo central, possui recursos atencionais que possibilitam a

execução de tarefas concomitantes, necessárias em diferentes situações, como resolução de problemas matemáticos, compreensão de leitura textual, etc. Este executivo central mantém contato com a memória de longo prazo e coordena o trabalho de processos fonológicos e/ou visuo-espaciais (Baddeley, 1996a; Baddeley & Hitch, 1994).

Miyake e Shah (1999) estudando algumas definições sobre memória de trabalho, concluíram que os modelos de MT atuais estão mais em concordância do que em desacordo. Segundo estes autores a memória de trabalho pode ser conceitualizada como:

Aqueles mecanismos ou processos que estão envolvidos no controle, regulação e manutenção ativa da informação de tarefas relevantes no serviço da cognição complexa, incluindo tarefas experimentais novas ou familiares. A memória de trabalho consiste de um grupo de processos e mecanismos e não é estabelecido um lugar ou caixa na arquitetura cognitiva. Também não é um sistema completamente unitário no sentido que ele envolve múltiplos códigos de representações e/ou diferentes subsistemas. Sua capacidade limitada reflete múltiplos fatores e pode freqüentemente ser uma propriedade emergente de múltiplos processos e mecanismos envolvidos. O termo memória do trabalho refere-se a um sistema do cérebro que supre temporariamente a estocagem e a manipulação da informação necessária para tarefas como a compreensão da linguagem, aprendizagem e raciocínio (p. 450).

2.3 O modelo de memória de trabalho de Baddeley e Hitch (1974)

De acordo com Baddeley (1999; Lunardi, 2003), a memória de trabalho é a terceira parte do sistema que mantém e manipula a informação que as pessoas utilizam em suas tarefas cognitivas (as outras duas partes seriam a memória de curto prazo e a memória de longo prazo). Este subsistema da memória seria constituído por um conjunto de estruturas mentais e processos, e estaria envolvida na organização e integração da informação.

Ao usarem o termo “memória de trabalho” Baddeley e Hitch (Baddeley, 2003b) buscaram enfatizar que havia diferenças entre o modelo de múltiplos componentes e aqueles existentes sobre a memória de curto prazo, mais precisamente: (1) o sistema não seria unitário, mas multi-componente, (2) a ênfase dada ao processamento e armazenamento combinados e (3) a importância funcional, já que memória de trabalho facilitaria inúmeras atividades cognitivas.

Segundo o modelo inicial proposto por Baddeley e Hitch (1974, 1994; Baddeley, 1999, 2002, 2003b), a memória de trabalho é constituída de três componentes: (a) o *executivo central*, de capacidade limitada, composto por pelo menos um subsistema que se ocuparia em grande medida da atenção consciente, provavelmente responsável por controlar tanto os processos centrais da memória como os outros sistemas subsidiários ou escravos, (b) o *rascunho visuo-espacial*, responsável pela manipulação de imagens visuais e (c) o *laço fonológico*, que armazena e treina a informação baseada na fala. O modelo pressupõe que a capacidade do sistema seria limitada por mecanismos de controle dos recursos da atenção, que agiriam particularmente no desempenho em tarefas cognitivas concorrentes.

Recentemente, para explicar as ligações das informações provenientes dos subsistemas verbal e visual e entre a memória de longo prazo e a memória de trabalho,

Baddeley inseriu um quarto componente ao modelo, denominado buffer episódico, que corresponderia a um sistema multimodal de armazenamento temporário e de capacidade limitada, pelo qual a informação proveniente da memória de longo prazo pode tornar-se consciente (Allen, Baddeley & Hitch, 2006; Baddeley, 2000, 2002, 2003b; Repovs & Baddeley, 2006). A Figura 2 mostra a representação atual do modelo de memória de trabalho proposto originalmente por Baddeley e Hitch (1974):

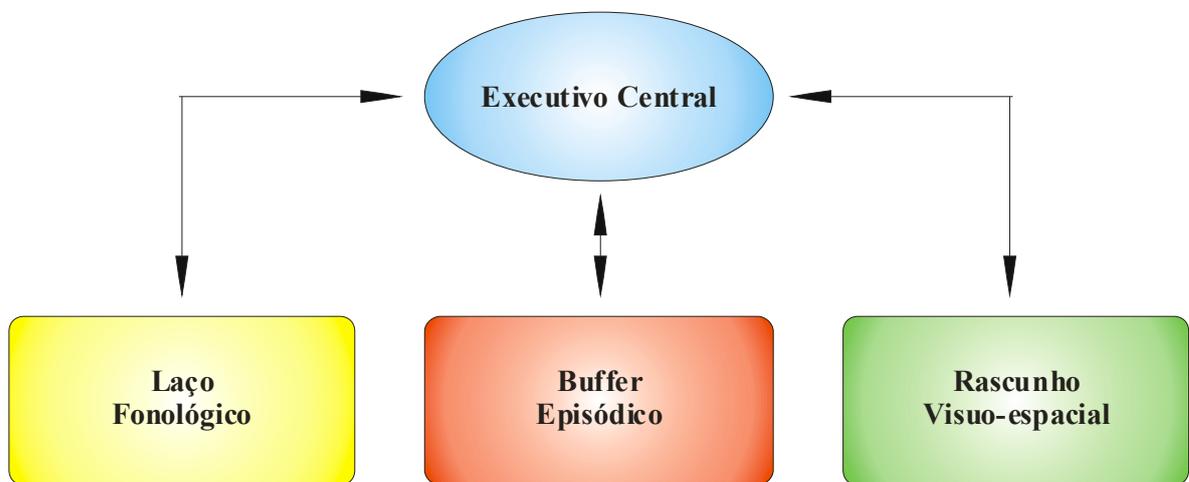


Figura 2: O modelo de memória de trabalho proposto originalmente por Baddeley e Hitch (1974) e modificado posteriormente por Baddeley (1988). O retângulo vermelho representa o buffer episódico, componente que foi adicionado recentemente por Baddeley (2000).

Fonte: Adaptado de Burgess e Hitch (2005).

É importante ressaltar que em sua teoria sobre memória de trabalho, Baddeley e Logie (1999; Lunardi, 2003) não rejeitam a noção de que a memória de trabalho consiste em uma porção ativada da memória de longo prazo, ao invés disso, aceitam-na como parte do relato e propõem mecanismos extras, que podem fazer os sistemas escravos (o laço fonológico e o rascunho visuo-espacial) funcionarem relativamente separados da MLP. Segundo Lunardi (2003), embora essa idéia possa ser óbvia para muitos estudiosos da memória de trabalho, é importante que se chame a atenção à mesma, pois a associação da memória de trabalho com o conceito inicial de MCP parece provocar a visão de que ela é

uma caixa separada estruturalmente e que para estar na memória de trabalho, a informação deve ser literalmente transferida para um lugar especial na mente ou no cérebro.

Abaixo segue uma descrição dos componentes do Modelo de Memória de Trabalho de Baddeley e Hitch (1974), já levando em consideração a última revisão proposta por Baddeley (2000).

]

2.3.1 *O executivo central*

Segundo Lunardi (2003), o conceito de executivo central tem sofrido muitas mudanças significativas ao longo desses aproximadamente 30 anos. Inicialmente, o modelo abrangia um armazenador com capacidade de processamento e que era usado tanto para manter os processos de controle quanto para armazenamento suplementar (Baddeley, 2003b). Recentemente, Baddeley e Logie (1999), insatisfeitos em atribuir ao executivo central a capacidade de complementar os sistemas escravos, abandonaram a idéia de que ele também funcionaria como um armazenador de informações.

De acordo com o modelo de Baddeley (1999, 1996a; Baddeley & Hitch, 1994), o executivo central seria um sistema atencional de capacidade limitada que monitora e coordena todas as outras funções na memória de trabalho, sendo responsável pela seleção de estratégias e planos e proporcionando a conexão entre os sistemas de suporte. O executivo central também desempenharia um importante papel na compreensão (Baddeley, Gathercole & Papagno, 1998).

Uma vez que a capacidade do executivo central é limitada, a eficiência do seu funcionamento é comprometida pelo aumento da demanda (por exemplo, quando do desempenho de tarefas duplas), sendo que este comprometimento pode expressar-se sob a

forma de um aumento do tempo requerido para o processamento da informação ou um prejuízo na precisão da informação estocada. Assim, ultrapassado o limite dos recursos limitados do executivo central, a execução de tarefas concorrentes sofre uma lentificação quando comparado ao desempenho em tarefa única (Abreu, 2000; Baddeley, 1996a).

Baddeley (2003b, Lunardi, 2003; Repovs & Baddeley, 2006) propõe que o executivo central trabalhe como um supervisor ou programador, decidindo qual assunto merece atenção e qual deve ser ignorado. Ele seleciona estratégias, descobrindo como enfrentar um problema e, como um supervisor, é capaz de reunir informações de uma variedade de fontes. O executivo central também desempenha um papel crucial no planejamento de ações futuras e na aquisição de novas habilidades, sendo que, neste último caso, sua participação declinaria à medida que a ação se torna automática (Abreu, 2000; Shallice & Burgess, 1991).

É importante ressaltar que ao desenvolver o conceito do executivo central, Baddeley (1988; Baddeley & Hitch, 1994) adotou o modelo do sistema atencional supervisor (SAS) descrito por Norman e Shallice (apud Eysenck & Keane, 1994) e por Shallice (1982). Segundo Abreu (2000), este modelo propõe uma organização hierárquica que incluiria: os esquemas, um sistema gerenciador de divergências (*contention scheduling system*) e um sistema hierarquicamente superior - o sistema de atenção supervisor (SAS). Ações bem treinadas ou atividades automáticas (habilidades aprendidas) são desempenhadas sob o controle de esquemas organizados hierarquicamente sob a forma de sub-rotinas, disparados por estímulos desencadeadores (percepções, *outputs* de outros esquemas ou o próprio SAS). Diante do estímulo desencadeador apropriado, os esquemas de controle da ação são ativados de modo que suas sub-rotinas entram em ação imediatamente, desencadeando a ação automática apropriada para a situação. Diferentes esquemas concorreriam pelo controle do pensamento e comportamento, sendo controlados

mediante a operação de mecanismos de inibição. A duração da atividade dos esquemas dependeria das metas e características de processamento, sendo que, quando não fosse possível a realização adequada de uma tarefa mediante o controle dos esquemas semi-automáticos de ações bem aprendidas ou rotinas de pensamento, seria exigida a função do SAS.

Em situações comuns, conflitos gerados pela presença concomitante de estímulos desencadeadores de ações distintas seriam solucionados por um sistema autônomo hierarquicamente superior - o sistema gerenciador de divergências. Porém, o desempenho de novas ações ou a presença de estímulos urgentes ou ameaçadores demandariam o envolvimento do SAS, que exige grande demanda de recursos de processamento e intervém diretamente no controle da ação. Nestas condições, o SAS inibe ou ativa esquemas de controle da ação diretamente, e pode também sobrepujar as ações do gerenciador de divergências. Além disso, o SAS pode ser acionado (1) no monitoramento dos fatores externos que interferem na tomada de decisões em situações nas quais os processos automáticos não são adequados; (2) quando são necessárias seqüências de atos novos ou recentemente estabelecidos e (3) quando está envolvida alguma resposta mais forte ou habitual (Abreu, 2000).

Baddeley (1988) ao sugerir que o SAS corresponderia ao executivo central, propõe que o executivo tenha a capacidade de: (1) focalizar os recursos atencionais disponíveis para a realização de uma tarefa, (2) dividir a atenção entre tarefas concorrentes e (3) quando necessário, seria capaz também de alterar o foco da atenção. (Baddeley, 2000, 2003b; Repovs & Baddeley, 2006). Essas funções teriam suporte dos outros componentes da memória de trabalho, com o laço fonológico envolvido no armazenamento das ações de execução e o rascunho visuo-espacial servindo de orientador para a atenção visual e espacial.

Shallice e Burgess (1991) propõem também que o executivo central desempenha um papel crucial no planejamento de ações futuras, bem como na aquisição de ações novas, sendo que, neste último caso, sua participação declinaria à medida que a ação se torna automática.

2.3.2 *O laço fonológico*

O laço fonológico é um sistema temporal e serial que mantém brevemente a fala interior para a compreensão verbal, assim como para a repetição acústica. Ele é composto por dois componentes: (1) um armazenador fonológico passivo, capaz de guardar a informação baseada na fala por um período de dois segundos e (2) um processo ativo de controle articulatório, que carrega a informação novamente no armazenador fonológico através do processo de ensaio subvocal. Este processo é capaz de lidar com a informação visual, convertendo-a em um código fonológico e registrando-a no armazenador. Outro aspecto importante é que a informação auditiva ganha acesso automático e obrigatório no armazenador fonológico, sendo que este acesso pode ocorrer de três formas: diretamente, através de um input verbal e indiretamente, através do ensaio subvocal ou via informação fonológica armazenada na memória de longo prazo (Baddeley, 2000, 2003b; Baddeley & Hitch, 1994; Gathercole, 1994; Repovs & Baddeley, 2006). A Figura 3 mostra um diagrama do laço fonológico:

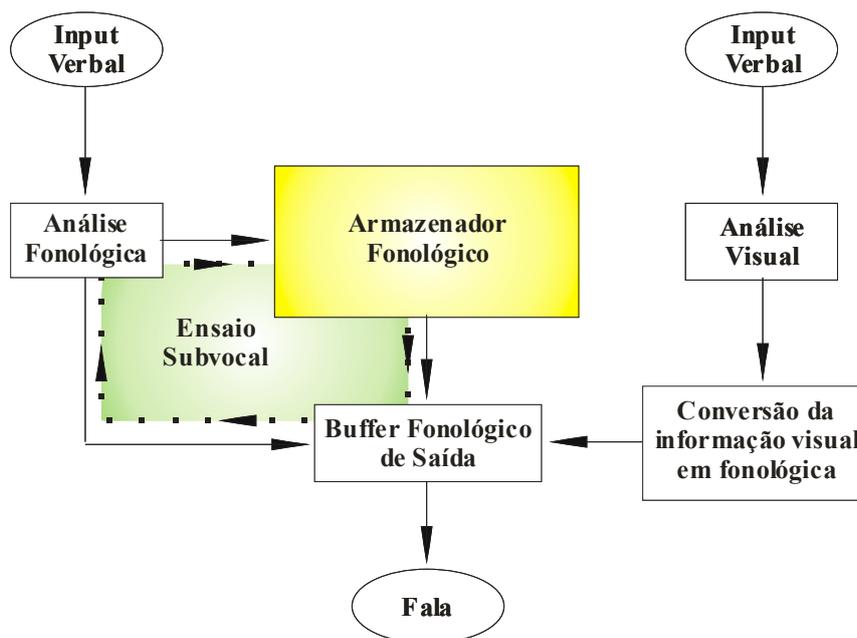


Figura 3: Representação do modelo funcional do laço fonológico.
Fonte: Adaptado de Baddeley (2003b).

A característica principal do laço fonológico é que a extensão da memória depende do ensaio, sendo aproximadamente equivalente ao número de itens que podem ser pronunciados em dois segundos. Assim as tarefas de memória imediata teriam um span limitado devido ao fato de o processo de articulação ser realizado em tempo real (Baddeley, 1999, 2003b; Baddeley & Hitch, 1994; Gathercole, 1994; Repovs & Baddeley, 2006).

As evidências da existência dos componentes do laço fonológico provêm de estudos sobre o efeito do tamanho da palavra e de medidas convencionais de span de memória. O primeiro, caracterizado pela diminuição do span à medida que o tamanho da palavra aumenta de uma para cinco sílabas, é uma consequência direta do processo articulatorio, pois como o ensaio subvocal ocorre em tempo real, quanto maior a palavra, maior será o tempo para que ela seja articulada e, conseqüentemente, maiores serão as chances dela ser esquecida (Baddeley, 2003b; Baddeley, Gathercole, 1994; Mueller, Seymour, Kieras & Meyer, 2003; Thomson & Buchanan, 1975; Repovs & Baddeley, 2006;

Service, 1998). Já as medidas de span de memória, as quais exigem a retenção da ordem da informação, foram interpretadas como evidência da capacidade de armazenamento do laço fonológico (Baddeley, 1996b; Repovs & Baddeley, 2006; Richardson, 1996).

O laço fonológico parece desempenhar um papel importante na aquisição da leitura, já que crianças com problemas de leitura têm span de memória diminuído para material apresentado auditivamente e, tendem a ter mal desempenho em tarefas que envolvam manipulação fonológica da informação. Outros trabalhos mostraram também que a capacidade da memória fonológica das crianças em idade escolar tem influência importante na aquisição do vocabulário e possivelmente no desenvolvimento de uma estratégia fonológica de leitura (Baddeley, 2003b; Baddeley, Gathercole, 1994; Gathercole & Papagno, 1998). Um estudo longitudinal demonstrou que entre os 4 e 5 anos de idade, a capacidade da memória de trabalho fonológica parece contribuir significativamente para o desenvolvimento da linguagem. Este fato está de acordo com a idéia de que as informações contidas na memória fonológica de trabalho são usadas como base para a construção de representações mais duradouras de novas palavras. A importância do laço fonológico na aquisição da língua nativa parece reforçada pelo fato de que crianças com dislexia tendem a ter um vocabulário limitado (Baddeley, 1999; Baddeley & Hitch, 1994).

Apesar destes dados apontarem para a importância do laço fonológico na aquisição da linguagem e da capacidade de leitura, ele não deve ser o único fator envolvido nestes processos, na medida que pacientes com déficits no laço fonológico deveriam ser incapazes de perceber uma conversação normal, o que na realidade não ocorre. De fato, o laço fonológico parece ser importante não tanto para a recordação de palavras já aprendidas, mas para lidar com material verbal novo e para permitir a aprendizagem de novas palavras. Assim sendo, o laço fonológico desempenharia também um papel

importante na aprendizagem de uma segunda língua (Baddeley, 1999, 2003b; Baddeley & Hitch, 1994; Repovs & Baddeley, 2006).

Finalmente, o conceito do laço fonológico explica diversos dados laboratoriais (Abreu, 2000; Baddeley, 1992, 1999; Baddeley & Hitch, 1994; Hanley & Bakopoulou, 2003; Repovs & Baddeley, 2006): (1) o efeito da similaridade fonológica, na qual há diminuição na extensão da memória quando a informação auditiva é fonologicamente semelhante, o que é interpretado como reflexo do fato do armazenador fonológico se basear na fala; (2) o efeito do discurso irrelevante, na qual a evocação é prejudicada pela apresentação de material falado, o que está de acordo com o pressuposto de que a informação verbal ganha acesso obrigatório ao arquivo fonológico e (3) a supressão articulatória, onde o laço fonológico é perturbado pela articulação de um item irrelevante. Tal efeito acontece porque a articulação de um item irrelevante domina o processo de controle articulatório impedindo que este seja usado para manter a informação armazenada. A supressão altera especificamente a codificação fonológica e articulatória.

2.3.3 O rascunho visuo-espacial

A idéia da existência de um armazenador visual de curto prazo separado funcionalmente do seu equivalente verbal é antiga dentro dos modelos cognitivos de memória de trabalho. Embora o modelo de memória proposto por Atkinson e Shiffrin (1968) tenha ficado conhecido pela hipótese da existência de um buffer lingüístico-verbal-auditivo, estes autores também cogitaram a possível existência de um buffer visual adicional, mas evitaram qualquer tentativa de especificar sua natureza devido à falta de evidências experimentais (Andrade, 2001).

Baddeley e Hitch (1974, 1994; Baddeley, 1999, 2000, 2003b; Repovs & Baddeley, 2006) não só evidenciaram que os sistemas verbal e visual estavam separados, mas também propuseram que eles estariam sob supervisão do executivo central. Dentro deste modelo, o rascunho visuo-espacial codifica, armazena temporariamente e manipula a informação visual e espacial e, assim como o laço fonológico, também possui capacidade de armazenamento limitada. Ele seria capaz de codificar a informação visual em objetos separados, bem como organizar estes mesmos objetos em uma representação visual única.

Baddeley (1988, p.109) define o rascunho visuo-espacial como: “um sistema especialmente bem-adaptado para o armazenamento e manipulação de informações espaciais, da mesma forma que um bloco de papel poderia ser utilizado, por exemplo, por alguém que quisesse tentar resolver um problema geométrico”. A ênfase na definição sobre as informações espaciais se deve em parte ao trabalho de Baddeley e Lieberman (Cruz & Lunardi, 2003), que estabeleceu uma distinção entre a codificação espacial e visual e descobriu que a codificação espacial era mais importante que a visual em diversas tarefas.

Atualmente, as pesquisas vêm demonstrando que os subcomponentes visual e espacial estão separados dentro do rascunho (Baddeley, 1999; Logie, 1986; Logie, Zucco & Baddeley, 1990; Repovs & Baddeley, 2006), com cada subcomponente possuindo um armazenador e um mecanismo de repetição próprios, que são independentes do executivo central (Klauer & Zhao, 2004). Mohr e Linden (2005, Repovs & Baddeley, 2006) sugeriram também que os processos ativos e passivos do componente visual estão separados. Segundo estes pesquisadores, os processos ativos são aqueles usados em tarefas onde a informação é modificada, transformada, integrada ou manipulada, enquanto que os processos passivos são aqueles usados em tarefas onde a informação deve ser evocada da mesma maneira que foi memorizada. Outro dado importante que o estudo de Mohr e Linden aponta é que os recursos envolvidos na manipulação das informações visuais e

espaciais também são independentes. Somado a isso, as evidências também mostram que a manutenção das informações visuo-espaciais não depende do executivo central, ao contrário dos processos de manipulação (Klauer & Zhao, 2004; Mohr & Linden, 2005).

Lunardi (2003) ressalta que o componente espacial do rascunho visuo-espacial (1) atua na codificação e manutenção das seqüências de localizações espaciais, (2) está envolvido em uma grande variedade de tarefas espaciais, incluindo a manipulação dinâmica e a transformação de imagens mentais visuais e (3) é o responsável pelo ensaio ativo do material armazenado no componente visual passivo do sistema de memória de trabalho. Esta última característica foi mencionada por Logie (1995), quando ele propôs uma divisão do rascunho em um componente visual passivo de armazenagem (*visual cache*) e um componente espacial ativo de repetição e rearmazenamento (*inner scribe*).

Logie (1995; Lunardi, 2003) infere que a memorização de movimentos ou trajetórias entre os objetos e localizações no *inner scribe* não depende do input visual. A localização física relativa de objetos poderia ser determinada pela escuta, toque, movimento e pela visão. O *inner scribe* também desempenha, segundo Logie, uma função similar ao processo de controle articulatório do laço fonológico, na medida em que ele possibilita um contínuo ensaio do material armazenado no *visual cache*. Deste modo, a informação ativa dentro do *visual cache* é sujeita ao esmaecimento e também à interferência de novos *inputs* visuais. Os conteúdos do *visual cache* são atualizados pelo mecanismo *inner scribe* ativo. Essa hipótese sugere que existe uma clara analogia entre a estrutura da memória de trabalho verbal e visuo-espacial, com ambos os sistemas sendo constituídos por armazenadores passivos nos quais o material é mantido pela operação de um mecanismo de ensaio ativo (Andrade, 2001; Lunardi, 2003; Logie, 1995). A Figura 4 mostra um diagrama do funcionamento da memória de trabalho visuo-espacial:

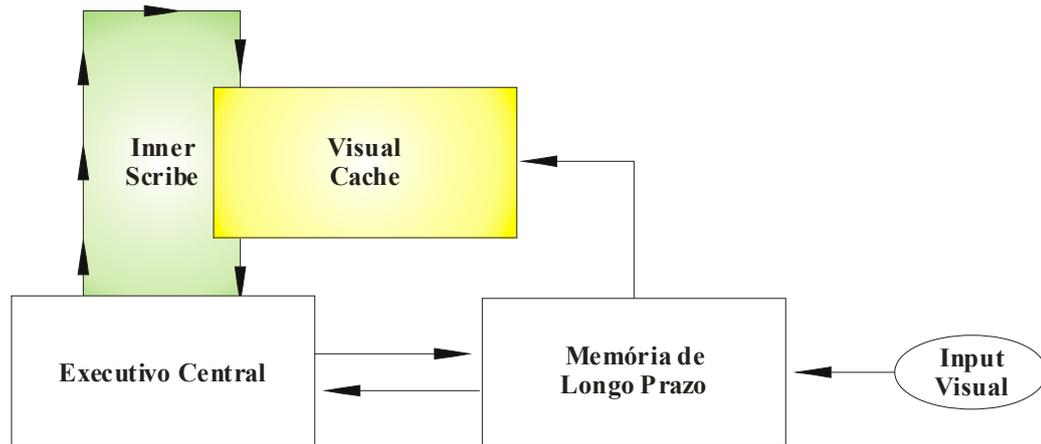


Figura 4: Diagrama do funcionamento da memória de trabalho visuo-espacial.
Fonte: Miyake e Shah (1999)

A revisão proposta por Logie (1995) do rascunho visuo-espacial difere do modelo original de Baddeley e Hitch (1974) em dois aspectos. O primeiro, é que o input ocorre mais via ativação das representações da memória de longo prazo do que diretamente via sensorial. Desta maneira, Logie considera a memória de trabalho mais como um “espaço de trabalho” para as representações ativadas da MLP do que um “portão” através do qual todas as informações devem passar antes de ganharem acesso à MLP (Andrade, 2001).

O segundo aspecto, e o mais importante, advém do fato de que a caracterização original do rascunho visuo-espacial como um sistema responsável pela generalização e manipulação de imagens visuo-espaciais vem sendo considerada inapropriada (Andrade, 2001). Logie (1995), com o intuito de solucionar essa questão e fornecer uma alternativa, distingue funcionalmente o *visual cache* do buffer visual, este último, onde as imagens visuais conscientes são representadas.

Logie (1995) propõe que as tarefas que utilizam o buffer visual são sustentadas pelo *visual cache* e o *inner scribe*, que atuam como armazenadores temporários para as informações visuais e espaciais que não estão longe de se tornarem uma imagem mental consciente. As informações mantidas nestes armazenadores podem ser extraídas pelo

executivo central para serem usadas durante uma tarefa cognitiva. Assim, se durante uma tarefa visual uma informação precisar ser manipulada ou examinada conscientemente de alguma maneira, ela deve ser transferida do *visual cache*, onde está armazenada temporariamente, para o buffer visual.

Em contraste ao buffer visual, o *visual cache* tem a habilidade de armazenar múltiplas representações visuais. Se uma tarefa cognitiva requer que esse material seja convertido de volta a uma imagem consciente, então os conteúdos do *visual cache* fornecerão a base para a criação de uma nova representação no buffer visual. Conseqüentemente, enquanto o *visual cache* passivo desempenha um importante papel durante a operação da imaginação visual, ele não é o meio pelo qual as imagens visuais conscientes são representadas (Andrade, 2001; Logie, 1995).

As representações contidas no buffer visual são experienciadas pelo indivíduo como uma imagem mental consciente, que pode ser gerada (1) pelas representações armazenadas na memória visual de longo prazo, (2) carregadas diretamente do sistema sensorial na forma de traços visuais e (3) por uma operação do executivo central e o *inner scribe*. Uma vez que uma imagem é gerada no buffer visual, ela começará a esvaecer rapidamente. Se for necessário que a imagem seja mantida, isso será feito através da utilização contínua de recursos executivos que atualizarão a imagem, preservando-a assim do esvaecimento (Andrade, 2001).

O *inner scribe* está envolvido durante a codificação de localizações espaciais e armazenamento temporário de seqüências espaciais, e isso pode acontecer independente da atividade no buffer visual e *visual cache*. Contudo, o buffer visual se tornará envolvido no armazenamento de seqüências espaciais se o indivíduo fizer uso de alguma estratégia cognitiva na qual ele visualiza as seqüências a serem recordadas como imagens mentais conscientes. O *inner scribe* também interage com o material representado dentro do buffer

visual durante as operações de imagens dinâmicas tais como a síntese mental (Lunardi, 2003).

A Figura 5 mostra um diagrama que representa como o *inner scribe*, o executivo central e o laço fonológico estão relacionados com o *Visual Cache – Buffer Visual* do rascunho visuo-espacial:

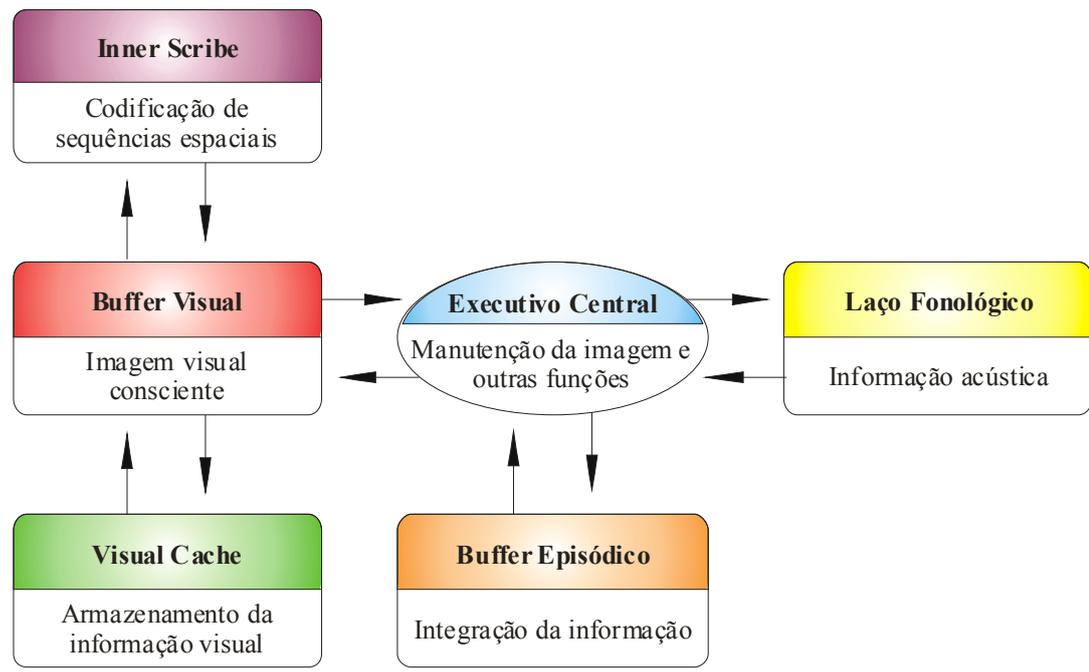


Figura 5: Representação da relação entre o *inner scribe*, o executivo central e o laço fonológico com o *Visual Cache – Buffer Visual* do rascunho visuo-espacial.

Fonte: Andrade (2001).

2.3.4 O buffer episódico

Na linguagem computacional, um buffer é uma área reservada para o armazenamento temporário da informação que entra no sistema, sendo que, quando o fluxo dessa informação se encerra, ela é transferida para outro lugar. Quando os pesquisadores da cognição citam o buffer episódico, eles estão se referindo a um componente da memória

de trabalho que armazena temporariamente a informação multi-modal (originária de várias fontes), cuja capacidade é limitada pelo número de episódios ou *chunks* que podem ser mantidos simultaneamente no mesmo (Allen et al., 2006; Baddeley, 2000).

O buffer episódico manteria integrada a informação proveniente do rascunho visuo-espacial, do laço fonológico e da memória de longo prazo na forma de uma representação mental unitária (Lunardi, 2003) e que representaria o que o indivíduo está experienciando em um determinado momento, servindo também de interface entre a memória de trabalho e a memória de longo prazo (Baddeley, 2000, 2002, 2003b, Repovs & Baddeley, 2006; Rudner, Fransson, Ingvar, Nyberg, & Rönnerberg, 2007). A capacidade para compreender uma passagem particular seria determinada tanto pelas representações existentes na MLP quanto pela capacidade do buffer episódico de acessar e combinar tais representações em um modelo mental coerente, o qual pode então ser consolidado na MLP. E seria ele também quem acessa as representações na MLP, possibilitando que palavras individuais e conceitos se tornem um esquema complexo (Repovs & Baddeley, 2006; Rudner, Fransson, Ingvar, Nyberg, & Rönnerberg, 2007).

Para Baddeley (2000, Lunardi, 2003) o buffer episódico pode ser concebido como um novo componente ou como um fracionamento da antiga versão do executivo central. Baddeley (2000, Baddeley & Wilson, 2002) discute que o executivo central não poderia combinar as informações provenientes dos subsistemas porque ele não seria capaz de armazenar as representações resultantes. Desta maneira, o executivo teria a função de prover os recursos atencionais necessários para os processos de integração, codificação, manipulação e manutenção da informação que ocorrem dentro do buffer episódico, ou seja, ele seria controlado pelo executivo central, sendo essencialmente um modelo de armazenamento, em contraste com o executivo que incluiria um controlador atencional de

capacidade limitada, cujo papel se estende além do controle e manutenção da memória de trabalho (Baddeley, 2000, 2002, 2003b; Lunardi, 2003).

Vale ressaltar que o buffer é episódico no sentido que ele é capaz de integrar as informações provenientes de várias fontes em uma única e complexa representação multimodal ou episódio, e é um buffer pois atua com um intermediário entre os subsistemas de memória (Baddeley & Wilson, 2002; Gooding, Isaac & Mayes, 2005). Outro ponto importante é que o acesso da memória de longo prazo ao buffer episódico é feito diretamente, ao contrário dos subsistemas verbal e visual da memória de trabalho, cujos acessos se dão exclusivamente via executivo central (Allen et al., 2006).

Segundo Andrade (2001; Lunardi, 2003), citando Adams e Willis, o buffer episódico ajuda a explicar como as estruturas de linguagem, incluindo o seu contexto social e função pragmática, são combinadas com a memória para criar a forma fonológica requerida da linguagem. Esses autores sugerem que o buffer episódico ajuda a resolver o problema de como a informação na memória de longo prazo é integrada com a memória de trabalho para reduzir a capacidade de processamento necessária para compreender ou produzir uma oração. Além disso, as representações armazenadas nele estariam acessíveis à consciência consciente, a qual facilitaria os processos de ligação e recordação (Baddeley, 2003b; Repovs & Baddeley, 2006).

Para finalizar, a Figura 6 mostra o esquema de funcionamento do modelo de memória de trabalho com múltiplos componentes:

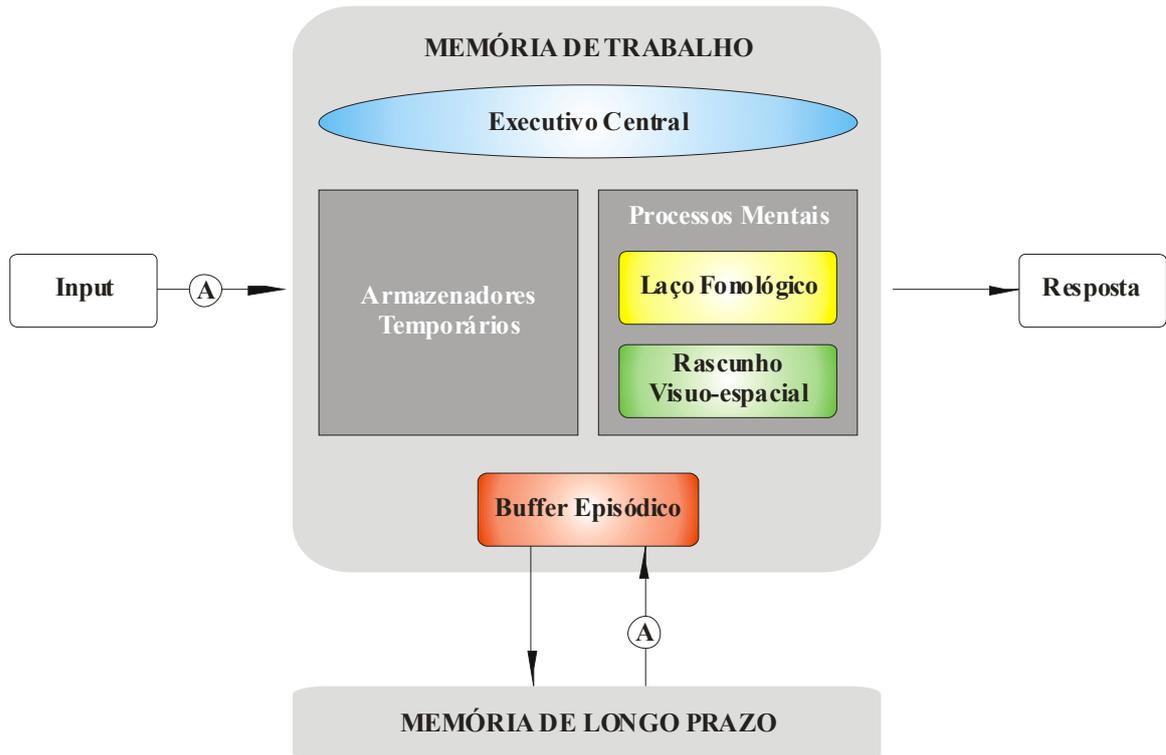


Figura 6: Representação do funcionamento da memória de trabalho com múltiplos componentes. As setas contendo um “A” mostram que a entrada da informação na memória de trabalho requer o uso da atenção. O executivo central é visto dentro de uma estrutura hierárquica na memória de trabalho e é situado acima dos outros sistemas.

Fonte: adaptado de Ricker (s.d.).

2.4 O modelo dos processos embutidos de memória de trabalho de Nelson Cowan (1988)

Cowan (1995, 1988, 1999, 2000) propôs que a memória de trabalho é a área ativada da memória de longo prazo, onde se distingue o foco da atenção. A informação da MT viria de faculdades modificadas hierarquicamente: (1º) a memória de longo prazo, (2º) o subgrupo da MLP que está correntemente ativada e (3º) o subgrupo da memória ativada que está sob o foco da atenção. Cowan (1995, 1999) afirma que estes três componentes (ou faculdades) contribuem para a memória de trabalho. Segundo ele, a informação no foco

corrente seria aquela mais acessível na MT, apesar da informação que está ativada, mas não é o foco da atenção, também poder ser recuperada, embora de forma levemente atrasada. Deste modo, a capacidade efetiva da memória de trabalho seria uma característica emergente de processos de ativação automáticos e, em particular, de processos de controle da atenção (Cowan, 1988, 1995, 1999, 2000; Richardson, 1996). A Figura 7 representa um diagrama do modelo dos processos embutidos de memória de trabalho de Cowan.

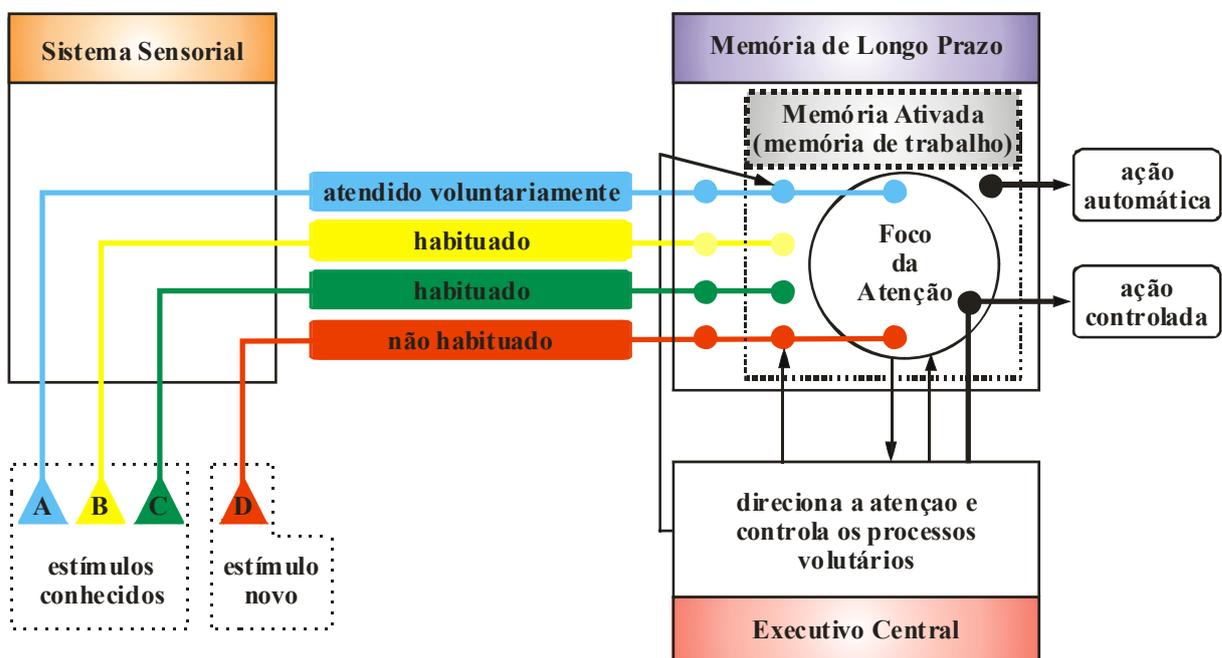


Figura 7: O modelo dos processos embutidos de memória de trabalho de Cowan (1988).
Fonte: Adaptado de Miyake e Shah (1999).

O modelo pressupõe que somente a informação sob o foco da atenção está disponível para a consciência e que a informação sob o foco da atenção deve ser proveniente da memória ativada, pois seria impossível atender a uma informação que não tenha sido ativada (Balota, 1983; Wood & Cowan, 1995). Outro ponto importante, é que um item dentro do foco corrente, juntamente com todos os outros que estão ativados, podem estabelecer novas ligações entre os elementos ativados concorrentes ou

consecutivos, possibilitando assim, a formação de novos conjuntos de informações que são armazenados na MLP.

Cowan (1999, 2000) afirma que embora alguma ativação da memória ocorra para todos os estímulos, o grupo de itens que entra no foco da atenção é ativado mais completamente do que o grupo correspondente aos itens que não está sob o foco da mesma. Como mostrado na Figura 6, quando o estímulo é conhecido e o sujeito está habituado a ele, não há uso da atenção (estímulos “B” e “C”), com exceção para aqueles estímulos que, apesar de serem conhecidos, podem entrar no foco da atenção através dos processos voluntários (estímulo “A”). Se algum item importante, presente em um canal ignorado pelo filtro atencional, ativa algumas representações da memória automaticamente, e estas representações ativadas são suficientes, elas demandam recursos atencionais para aquele canal, o que proporciona um processamento mais completo do item. A Figura 6 também mostra que o armazenamento de longo prazo dos itens pode ocorrer automaticamente (estímulos “B” e “C”) ou utilizando recursos atencionais durante o processamento (estímulo “A” e “D”). Este último possibilita uma maior codificação da informação, o que é importante tanto para a evocação voluntária quanto para o armazenamento episódico.

Este modelo também prevê que um estímulo com características físicas que tenha permanecido relativamente sem modificações ao longo do tempo e não é importante para o indivíduo, ainda ativa alguma característica na memória, mas não evoca a consciência. Esta influenciaria tanto no processamento ou, mais precisamente, na percepção, onde seria capaz de aumentar o número de características codificadas, quanto na memória, permitindo que novas representações episódicas estejam disponíveis para serem evocadas na recordação explícita.

Cowan propõe que tanto a regulação da memória de trabalho quanto o controle do foco da atenção são feitos pelo executivo central (Cowan, 1988, 1999). O modelo assume

que a alocação da atenção é controlada conjuntamente por (1) processos involuntários que automaticamente alocam recursos atencionais e (2) processos voluntários que demandam atenção e estão sob controle direto do executivo central. Os primeiros são causados por mudanças nas propriedades físicas do estímulo ou de algum item que está em segundo plano, ou por alguma situação ou sinal que são altamente relevantes para o indivíduo. Já os processos voluntários são definidos operacionalmente como um conjunto de processos mentais que podem ser modificados por instruções ou incentivos. Cowan (1988) propôs um mecanismo de controle semelhante à teoria do filtro atenuador de Treisman (Treisman & Gelade, 1980), mas com mecanismos de atenuação específicos, onde todos os estímulos ativariam algum elemento da memória, mas o processamento seria maior para os estímulos que recrutam a atenção.

O mecanismo de recrutamento da atenção é baseado no trabalho de Sokolov (1963 apud Cowan, 1999) sobre a orientação da resposta e sua habituação. A orientação da resposta ocorreria quando um novo estímulo é apresentado, quando as propriedades físicas de um estímulo repetido são modificadas ou quando um estímulo específico importante é mostrado (Cowan, 1995). Entretanto quando um estímulo é repetido sem mudanças, há a habituação da resposta. De acordo com Sokolov, isso aconteceria por que o modelo neural de um estímulo é construído através de repetidas exposições. Quando um novo estímulo é apresentado, ele é comparado ao modelo neural e uma orientação da resposta ocorrerá somente se houver uma discrepância entre o estímulo e a rede neural, caso contrário, tem-se a habituação. Para Cowan (1988) a orientação da resposta e sua habituação funcionariam no seu modelo de memória de trabalho como o filtro seletivo ou atenuador, onde o recrutamento da atenção, feito através da orientação da resposta, somente ocorre se o estímulo em particular satisfizer alguma das condições expostas acima. Em suma, o

mecanismo de orientação e sua habituação permitem que o processamento de algumas informações se dê sem o uso da atenção.

Com relação à natureza das limitações da memória de trabalho, o modelo dos processos embutidos possui quatro suposições básicas: (1) o foco da atenção teria capacidade limitada, (2) a capacidade média deste foco seria de quatro itens não relacionados, (3) nenhuma outra faculdade mental teria um limite na sua capacidade de armazenamento e (4) qualquer informação que é deliberadamente recordada, independente de ser um estímulo recente ou um item presente na MLP, está restrita ao limite do foco atencional. Para Cowan, a informação temporariamente ativada, mas que não está sob o foco da atenção teria limite temporal, e a transferência dessa informação para dentro do foco atencional seria limitada por uma taxa máxima de transferência. (Cowan, 1995, 1999, 2000).

2.5 Relação entre processamento e armazenamento na memória de trabalho

Uma importante característica das tarefas complexas de span, designadas para medir a capacidade da memória de trabalho, é que elas fazem uso de tarefas interferentes concorrentes, exigindo que a informação seja simultaneamente processada e armazenada. (Baddeley & Hitch, 1994; Baddeley, Lewis, Eldridge & Thomson, 1984, Maehara & Saito, 2007). Essa metodologia permite examinar o envolvimento dos subsistemas da memória de trabalho em um amplo leque de tarefas cognitivas. Como exemplo, podemos citar o teste de span de leitura, criado por Daneman e Carpenter (1980), no qual os participantes devem lembrar uma lista de palavras (capacidade de armazenamento) enquanto simultaneamente lêem em voz alta ou examinam a veracidade de sentenças (capacidade de

processamento). A tarefa atencional criada por Craik, Govoni, Naveh-Benjamin e Anderson (1996) e que foi utilizada como tarefa paralela concorrente no presente estudo também é um exemplo de uma tarefa interferente, pois sobrecarrega o componente executivo da memória de trabalho.

O estudo com tarefas de span levaram o cientistas a proporem três hipóteses de como a interação processamento-armazenamento ocorre dentro da memória de trabalho:

Na *hipótese do compartilhamento dos recursos*, as funções de armazenagem e processamento da memória de trabalho competem entre si, obrigando o indivíduo a compartilhar seus recursos atencionais entre as duas atividades. Desta maneira, um aumento na demanda por processamento deveria causar uma diminuição na quantidade de material que pode ser armazenado e vice-versa. Esta hipótese sustenta que o tamanho do span reflete a quantidade de recursos atencionais disponíveis para o armazenamento, após a realização de tarefas de processamento (Barrouillet, Bernardin, Camos, Portrat & Vergauwe, 2007; Bayliss, Jarrold, Baddeley, Gunn & Leigh, 2005; Duff & Logie, 2001; Gavens & Barrouillet, 2004; Maehara & Saito, 2007).

Já a *hipótese do decaimento da memória* propõe que a dificuldade das tarefas de span é explicada pelo fato de que os itens a serem lembrados são gradualmente esquecidos com o decorrer do tempo. Alguém que esteja fazendo uma tarefa de span, deve inicialmente focalizar sua atenção no processamento do material, para depois transferir seus recursos atencionais para o armazenamento dos itens. Assim que esta fase acaba, a pessoa transfere sua atenção novamente para a fase de processamento. Como o indivíduo deve alternar rapidamente seus recursos atencionais da fase de processamento para a de armazenamento, seu desempenho na recordação dependeria da duração da fase de processamento, que determina a extensão do período de retenção durante o qual o traço de memória desvanece. Assim, a partir do momento em que o processamento é iniciado, os

itens armazenados na memória começam a sofrer uma deterioração relativa ao tempo decorrido, até que a fase de processamento tenha fim. Conseqüentemente, a acurácia na recordação não é influenciada pela dificuldade da tarefa cognitiva, mas sim pela sua duração, ou seja, quanto maior o tempo do seu processamento, menor será o span da pessoa. Uma característica desta hipótese é que, diferentemente da hipótese do compartilhamento dos recursos, não há um relacionamento direto entre o processamento e o armazenamento nas tarefas de span de memória de trabalho (Bayliss et al., 2005; Duff & Logie, 2001; Gavens & Barrouillet, 2004; Maehara & Saito, 2007; Towse, Hitch & Hutton, 1998, 2000, 2002).

A terceira hipótese, chamada de *hipótese do compartilhamento de recursos baseada no tempo*, surgiu como uma proposta de mudança em algumas características do modelo de decaimento da memória. Aqui, os itens armazenados e que devem ser lembrados são ativados focalizando a atenção neles, mas esta ativação diminui à medida que a atenção deixa de focalizá-los. Deste modo, a atenção deve ser freqüentemente transferida para os traços de memória que estão desvanecendo para que eles possam ser reativados e mantidos. Como a função de processamento também requer atenção, ele impede a mudança rápida do foco atencional e ocorre o esquecimento. Vale lembrar que tanto para esta hipótese quanto para a do decaimento da memória, os traços se deterioram em função do tempo decorrido. A diferença estaria no fato de que na hipótese do decaimento do tempo a função de manutenção dos itens na memória não é feita durante o processamento, mas somente quando este tem fim. Já na hipótese do compartilhamento de recursos baseada no tempo, haveria uma rápida transferência da atenção do processamento para a armazenagem durante a própria fase de processamento. Assim, para esta última hipótese, o tamanho do span não dependeria do total da duração da fase de processamento, mas sim da proporção do tempo total durante o qual o processamento efetivamente captura

a atenção e impede a reativação dos traços de memória (Barrouillet, Bernardin & Camos, 2004; Barrouillet & Camos, 2001; Bayliss et al., 2005; Gavens & Barrouillet, 2004; Maehara & Saito, 2007).

2.6 Relação da memória de trabalho com a memória de longo prazo

Grande parte das pesquisas sobre a memória de trabalho faz uso de tarefas mnemônicas envolvendo uma rápida apresentação visual ou auditiva de números ou palavras, seguida quase que imediatamente da recordação do material apresentando. Nestas tarefas, a codificação e o armazenamento da informação na MT são realizados pelo laço fonológico, principalmente através do sistema articulatório, que produz primariamente códigos de memória fonêmicos. Na vida diária, entretanto, o material que é importante para uma pessoa e que deve ser lembrado por um período de tempo considerável, não é comumente armazenado dessa maneira, mas sim através de um código semântico, produzido por um processo articulatório mais elaborado, que é capaz de relacionar a nova informação àquelas já existentes na memória de longo prazo (Alves, 2000; Lunardi, 2003).

O processo de criação de um código semântico mostra claramente que a memória de trabalho deve interagir constantemente com a memória de longo prazo. Realmente, todos os modelos atuais de memória assumem que existe esta interação entre a MT e a MLP (Miyake & Shah, 1999). No modelo de Baddeley, o buffer episódico seria a interface entre estas duas memórias, ativando e integrando as representações contidas na memória de longo prazo (Baddeley, 2000, 2003a, 2003b; Repovs & Baddeley, 2006). O laço fonológico teria um papel na aprendizagem de longo prazo, sobretudo no desenvolvimento da fala e na aquisição de vocabulário, e o rascunho visuo-espacial, utilizaria conhecimentos

armazenados na MLP para o planejamento do movimento, realização de tarefas imaginárias e de memória visuo-espacial temporárias (Baddeley, 1998; Baddeley, Papagno & Vallar, 1988; Burgess & Hitch, 2005; Hitch, Flude & Burgess, 2007).

Para Cowan (1999), a informação que está ativada seria uma parte da memória de longo prazo e o foco da atenção seria um subconjunto da informação ativada, e tanto a memória ativada quanto o foco atencional desempenhariam um papel na memória de trabalho. Cowan sugere que os itens na memória de longo prazo que estão fortemente associados com a informação corrente podem ser acessados facilmente e funcionar como se eles tivessem sido mantidos na forma ativada. Dessa forma como é proposta, a memória de longo prazo pode ser entendida como se ela fosse parte de uma memória de curto prazo virtual, ou mais precisamente, uma memória de trabalho de longo prazo (Ericsson & Kintsch, 1995).

Somado a isso, estudos têm mostrado que a MLP influencia no desempenho nas tarefas verbais de recordação imediata serial, o que pode ser evidenciado pelo fato de que palavras conhecidas são mais bem lembradas do que palavras não familiares (Burgess & Hitch, 2005; Hulme *et al.*, 1991b) e palavras inventadas são mais difíceis de serem recordadas do que palavras existentes (Burgess & Hitch, 2005; Hulme, Maughan & Brown., 1991). Uma interpretação para esses fenômenos foi proposta por Miller (1956), na qual a informação acústica é codificada e processada através de uma série de níveis, iniciando com um som de uma fala isolada, movendo-se até os fonemas, depois às sílabas. O nível no qual a codificação termina será determinado pela capacidade do sistema de criar *chunks* convenientes e significantes. Já para as listas de palavras, a existência de representações léxicas ajudará no desempenho, mas onde o mesmo grupo de palavras não relacionadas é usado repetidamente, como num típico procedimento de span de memória, a capacidade para formar *chunks* significantes será mínima. Contudo, quando o material

permite ligações semânticas e sintáticas para serem rapidamente formadas entre os itens, os sujeitos ampliarão a quantidade de material mantido, pela simples incorporação de mais itens em cada *chunk* individual (Miller, 1956). Assim, estes estudos sugerem que o desempenho da MT reflete a ativação das representações da MLP envolvidas na percepção e compreensão da linguagem falada.

3 ATENÇÃO

A atenção é um processo cognitivo superior que abrange toda informação que a pessoa está manipulando – uma parte da informação disponível na memória de trabalho, dos órgãos sensoriais e de outros processos cognitivos. Ela possibilita a utilização criteriosa dos recursos cognitivos ativos limitados da memória de trabalho, para responder rápida e corretamente aos estímulos que interessam para recordar a informação importante. Enquanto processo cognitivo, a atenção permite ao sujeito monitorar suas interações com o meio, mantendo a consciência do quão bem está se adaptando à situação. Permite ainda relacionar a memória e as sensações, dando sentido de continuidade às experiências passadas e presentes (Alves, 2005).

3.1 Atenção seletiva e processamento executivo

A idéia de um filtro atencional seletivo está ligada à noção de controle da atenção dado que, em princípio, qualquer tipo de estímulo poderia ser relevante para o comportamento. A seleção poderia ser baseada em mecanismos de comparação entre o

input e as especificações internas acerca de qual informação seria relevante, contudo, a complexidade da relação entre os múltiplos eventos cotidianos e o comportamento sugere que nem sempre seria possível especificar de antemão qual seria a informação relevante. As exigências de atenção do mundo externo concorrem entre elas tanto como com as metas geradas internamente, o que leva a supor a necessidade de mecanismos que permitam integrar tais exigências para fazer o comportamento coerente e adaptativo. O conceito de atenção define um complexo conjunto de fenômenos que podem ser interpretados em termos de controle seletivo das metas ativadas, dos aspectos relevantes dos estímulos e das ações para atingir as metas do comportamento (Duncan, 1984, 1993; Lunardi, 2003).

Funcionalmente, o conceito de atenção seletiva está vinculado ao de memória na medida em que pouco é recordado da informação ignorada e, por sua vez, os mecanismos de memória estão envolvidos durante o processo de direcionamento da atenção, reconhecimento e seleção de estímulos. O modelo de memória de trabalho de Baddeley (1988) apresenta uma maior descrição da maneira como o controle atencional é realizado, pois a habilidade da MT para representar a informação armazenada na MLP, necessária para a execução de uma tarefa, seria crucial para o direcionamento da atenção e concomitantemente, a seleção apropriada do estímulo. O executivo central, de natureza primariamente atencional, teria as funções de: coordenação de tarefas separadas, mudança nas estratégias de recordação da informação, atender seletivamente, inibindo itens distrativos, e manipulação de informação temporária proveniente da memória de longo prazo. (Baddeley, 1996a).

Lunardi (2003) ressalta que as pesquisas sobre o processamento executivo na seleção de informação têm sido realizadas através da investigação das seguintes situações: (1) o efeito de lesão frontal, (2) as diferenças individuais no quociente geral de inteligência de Spearman, o qual foi proposto como emergente de um sistema executivo geral de

processamento de informação, que contribuiria no desempenho de várias tarefas cognitivas e (3) a capacidade para executar tarefas concorrentes, cujas interferências mútuas expressariam uma situação de conflito para o sistema executivo (Duncan, 1993). Esta última, que será utilizada no presente trabalho, tem se mostrado uma estratégia metodológica para se investigar o planejamento e o controle executivo, uma vez que o desempenho simultâneo requer uma divisão da atenção e uma sincronização de respostas (Baddeley, 1988).

3.2 Controle da atenção: o papel dos processos inibitórios

Hasher, Zacks e May (1999) propuseram que o termo controle define o grau no qual uma meta ativada determinaria os conteúdos da consciência. A existência de mecanismos inibitórios entre itens concorrentes é visto como um método para controlar o acesso à memória de trabalho da informação irrelevante, a qual poderia diminuir a capacidade disponível para o processamento da informação relevante (Baddeley, 1996b; Chiappe, Hasher & Siegel, 2000; May & Hasher, 1998; May, Hasher & Kane, 1999; Richardson, 1996). Em uma fase inicial de controle, os estímulos familiares presentes no ambiente ativariam automaticamente e em paralelo as suas representações contidas na memória. Tal ativação pode se expandir mediante conexões com a informação associada, sendo modulada por mecanismos excitatórios e inibitórios. Os processos de supressão de ativação não seriam só automáticos, encontrando-se em grande extensão sob controle estratégico em relação à exigência do contexto (Richardson, 1996), possibilitando assim que os processos inibitórios impeçam o acesso de informação irrelevante na memória de

trabalho e também limitem o controle da atenção às respostas apropriadas (Hasher et al., 1999).

O recurso da hipótese da inibição (Engle, Cantor & Carullo; 1992) procura explicar as diferenças individuais na capacidade da MT definidas em termos de processos controlados ou intencionais, sendo que diferenças nos recursos da atenção resultariam em diferenças individuais para inibir eventos ou pensamentos incompatíveis com as metas da tarefa em curso. Os processos ativos de esquecimento serviriam para importantes funções cognitivas, principalmente quando uma informação deixa de ser relevante, permitindo assim que uma nova informação seja atendida. Estes processos contribuiriam com a capacidade de mudar o foco da atenção em função de mudanças de metas ou na estrutura da informação (May & Hasher, 1998; May et al., 1999).

3.3 Processos automáticos e controlados

A suposição de que a cognição humana compreende dois tipos de processamento, o controlado e o automático, tem sido alvo de estudos e discussões desde os trabalhos de William James em 1890. Atkinson & Shiffrin (1968; Schneider & Chein, 2003) têm destacado a importância do processamento duplo desde meados da década de 60, quando publicaram um trabalho sobre o papel dos processos controlados em estudos envolvendo a memória de curto prazo e a aprendizagem verbal.

Sternberg (2000) define processo automático como o processo cognitivo que não envolve controle consciente, ou seja, geralmente eles ocorrem fora do conhecimento consciente, exigem pouco ou nenhum esforço ou mesmo intenção, são executados paralelamente e são relativamente rápidos. Eles possibilitam que muitos processos ocorram

ao mesmo tempo, estão pouco susceptíveis à estímulos estressores e são os responsáveis pela retenção a longo prazo de habilidades (Schneider & Chein, 2003; Engle, Barrett & Tugade, 2004).

Alves (2005) afirma que o automatismo de um processo ocorre com a consolidação de várias etapas separadas em uma única operação que exige pouco ou nenhum recurso cognitivo, tais como atenção ou memória de trabalho. Segundo Baddeley (1999, p. 107): “quando um dado estímulo é emparelhado reiteradamente com a mesma resposta, parece que utiliza progressivamente menos recursos da atenção, interferindo cada vez menos em outras tarefas concorrentes, adquirindo o que por regra geral denomina-se automaticidade.”

A automatização de um processo pode ser entendida como a recuperação, na memória, de uma etapa simples que permite o acesso direto a todas as etapas necessárias à solução de um problema. Os processos automatizados se caracterizam pela ausência de interferência entre as tarefas automatizadas e as outras atividades concorrentes, além de uma tendência involuntária de o estímulo evocar a resposta. Esses processos dirigem atividades relativamente fáceis, enquanto os processos controlados realizam as tarefas mais difíceis; porém, com prática suficiente, as tarefas complexas também podem ser automatizadas (Alves, 2005).

Já os processos controlados são aqueles que exigem controle consciente e que por isso são processados em série e consomem um tempo relativamente longo para a sua execução, quando comparados com os processos automáticos (Sternberg, 2000). Schneider e Chein (2003) os definem como “uma seqüência temporária de informação que é controlada e mantida ativa pela atenção”. Os processos controlados permitem que: (1) uma nova habilidade possa ser adquirida rapidamente; (2) um estímulo em específico seja processado em detrimento de outros; (3) o aprendizado seja transferido de uma pessoa para outra através de instruções e observação e (4) um comportamento alvo possa planejado e

executado. Entretanto, como possuem capacidade limitada, eles podem processar um número pequeno de estímulos simultaneamente e qualquer habilidade adquirida durante alguma tarefa controlada pode rapidamente ser esquecida na presença de algum estímulo estressor (Schneider & Chein, 2003; Engle et al. 2004).

TABELA 1: Comparação entre as principais características dos processos automatizados e controlados.

Processamento de informação automático	Processamento de informação controlado
1. O sistema é quase sempre ativado em função de uma seqüência particular de inputs.	1. Só pode ser executada uma seqüência controlada por vez, sem que sofra interferência. Duas seqüências só podem ser ativadas nos casos de processos vagarosos, onde a atenção pode alternar de forma sucessiva, de um processo para outro, sem prejudicar o desenvolvimento das seqüências.
2. A seqüência é ativada sem necessidade de controle ativo ou atenção por parte do sujeito.	2. Os processos controlados podem ser configurados, alterados, aplicados a situações novas e inter-relacionados com outros processos.
3. Um elemento qualquer pode fazer parte de diferentes processos ou seqüências automáticas.	3. Esses processos controlados ocupam a capacidade de armazenamento da memória de trabalho, o que limita a quantidade de elementos que podem ser processados de forma simultânea.
4. O processamento de informação automático requer extenso treinamento para ser desenvolvido e, uma vez estabelecido, é bastante resistente, sendo difícil de ser modificado, suprimido ou ignorado.	

Fonte: Neumann (1995).

3.4 Controle e regulação na memória de trabalho

Desde as pesquisas iniciais sobre memória de trabalho, o tema sobre o controle e a regulação da mesma tem sido considerado de importância central (Lunardi, 2003). Na verdade, a noção de processos de controle foi apresentada no modelo de memória humana de Atkinson e Shiffrin (1968), apesar de que, nesse modelo, eles eram limitados, pois envolviam memorização pura, tais como ensaio, codificação e estratégias de busca. Segundo Lunardi (2003), a maioria dos modelos de memória de trabalho enfatiza um alto nível de controle e regulação do processamento cognitivo e percepto-motor. Tais construtos consideram as funções do controle atencional como uma parte essencial ou um subgrupo do sistema de memória de trabalho (Cowan, 1988, 1995).

Em contraste ao modelo tradicional, a memória de trabalho é considerada o mais orientado processo de construto, pois postula explicitamente um mecanismo de controle central (Baddeley, 1999; Cowan, 1999). O executivo central de Baddeley e Logie (1999) oferece o mecanismo para os processos de controle na memória de trabalho, incluindo a coordenação dos sistemas de memória subsidiários, o controle das estratégias de codificação e recuperação, os desvios da atenção e a manipulação mental dos materiais mantidos nos sistemas escravos. Allen et al. (2006), Baddeley (2000) e Treisman e Gelade (1980), propõem que os recursos atencionais são particularmente importantes nos processos ativos de integração da informação contida nos subsistemas da memória de trabalho, atuando tanto na manipulação quanto na atualização da informação presente na memória de trabalho.

Cowan (1999) e Ericsson e Kintsch (1995) vão ainda mais longe ao afirmarem que é através do controle seletivo atencional que a informação sensorial consegue ser codificada dentro da memória de trabalho, possibilitando que o *output* motor seja

executado e a informação representada mentalmente possa ser assistida. Cowan (1999) define operacionalmente o sistema de controle e regulação da memória de trabalho, o executivo central, como um conjunto de processos influenciados através de instruções ou incentivos. O pilar do modelo de Cowan estaria na questão de como os mecanismos voluntários e involuntários trabalham juntos para determinar o foco da atenção. Para Awh et al. (2006), a atenção teria o papel de um “porteiro” para a memória de trabalho, pois é ela quem determinaria quais itens irão ocupar o espaço de trabalho limitado da MT.

Schneider (1999; Schneider & Chein, 2003) aponta que o controle é desempenhado através de uma estrutura hierárquica com um controle tanto regional quanto central. A comunicação na rede de trabalho é controlada por uma modulação executiva de sinais de controle para o ganho de produção (*output gain*) e o retorno da entrada (*input feedback*). O ganho de produção seria o mecanismo básico da atenção seletiva. Neste modelo haveria um executivo de controle central que pode engajar-se no planejamento complexo e na execução dos programas de controle atencionais, dessa forma permitindo a aquisição de habilidades.

Para outros autores, a memória de trabalho não é separada de um controle, pois o processamento controlado e a memória ativa estão intimamente relacionados (O’Reilly, Braver & Cohen, 1999). Além disso, esse controle não é algo centralizado, pois emerge das interações entre diferentes sistemas do cérebro. O córtex pré-frontal, por exemplo, desempenha um papel importante devido a sua capacidade de manutenção, flexibilidade e rapidez na atualização das representações e sua posição no topo da hierarquia do processo cortical.

Somado a isso, os estudos sugerem que as tarefas de memória são feitas sob controle atencional, pois quando a ênfase é dada na tarefa de memória, o desempenho da memória não decresce quanto o da tarefa secundária, e quando a ênfase é dada na tarefa

secundária, o desempenho da memória é reduzido enquanto o da tarefa secundária é favorecido (Abreu, 2000; Anderson, Craik & Naveh-Benjamin, 1998; Baddeley, Lewis, Eldridge & Thomson, 1984; Craik et al., 1996). Estes dados mostram que a atenção dividida interfere nas estratégias de codificação e que estes processos de codificação consomem recursos atencionais. (Baddeley, Lewis & Vallar, 1984; Craik et al., 1996).

4 COMPREENSÃO DE FRASES

A compreensão em tempo real de orações exige da memória de trabalho o uso eficaz dos seus recursos de atenção limitados, na medida que tanto a codificação da estrutura da frase quanto a recuperação do material nos armazenadores temporários e de longo prazo devem ser feitos rapidamente (Fedorenko, Gibson & Rohde, 2006; Lewis, Vasishth & Van Dyke, 2006).

Baddeley e Logie (1999) afirmam que o executivo central exerceria um papel importante na compreensão de orações. Elas seriam armazenadas temporariamente no laço fonológico enquanto o executivo central ativasse as representações mentais contidas na memória de longo prazo, que possibilitam a formação de um esquema complexo do significado de uma frase. A capacidade para compreender uma frase em particular seria determinada então tanto pela existência de representações mentais das suas proposições na MLP, quanto pela capacidade do executivo central de ativar estas representações e combiná-las, dentro do buffer episódico, em um modelo mental coerente, que pode ser armazenado posteriormente na MLP (Baddeley, 2000; Baddeley & Logie, 1999; Was & Woltz, 2007). Wilson e Baddeley (1988) mostraram que pacientes amnésicos podem compreender mas não armazenar uma frase complexa, enquanto que pacientes com Mal de

Alzheimer, que demonstram déficits no processamento executivo, não conseguem criar uma representação da frase, prejudicando sensivelmente a sua recordação.

Caplan e Waters (1999; Roberts & Gibson, 2002) distinguem dois tipos de processamento que ocorrem durante a compreensão de uma sentença: (1) o processamento interpretativo (PI), que identifica a estrutura sintática e semântica da sentença e (2) o processamento pós-interpretativo, que usa as informações colhidas durante o PI para realização de outras tarefas verbais, entre elas as tarefas de recordação. Segundo Kimball (1973; Roberts & Gibson, 2002), no PI, que acontece em tempo real, as sentenças são armazenadas na forma de oração, sendo que a maioria das pessoas pode manter simultaneamente duas orações parcialmente processadas na memória de trabalho.

Com relação à maneira como o processamento interpretativo ocorre dentro da memória de trabalho, de acordo com o Modelo da Análise Gramatical Baseada na Sugestão (*Cue-based Parsing*) (ver Figura 8), assim que cada palavra da sentença ganha acesso à MT, ela aciona processos de recordação, que por sua vez integram a palavra ao material antecedente que já foi processado. Esta mesma palavra altera, de acordo com a gramática da língua nativa, a análise gramatical corrente, adicionando um novo grupo de sugestão de recuperação aos já existentes. Desta maneira os processos de recordação são realizados com base no conteúdo da sentença que já foi processado, onde as sugestões de recuperação são gramaticalmente derivadas da palavra recém codificada e do conteúdo já processado da sentença. Isso é importante, por que segundo o modelo, a palavra que entra no sistema aciona a recuperação de representações parciais da sentença (chunks) e não de palavras específicas (Lewis & Vasishth, 2005; Lewis, Vasishth & Van Dyke, 2006; McElree, Foraker & Dyer, 2003; Van Dyke & Lewis, 2003).

A Figura 8 ilustra como o Modelo da Análise Gramatical Baseada na Sugestão estabelece a relação entre o verbo (*chegou*) e o seu sujeito (*o brinquedo*). A codificação de

o “o brinquedo” cria uma representação de parte da sentença na memória de trabalho e também fornece um indício de que há um predicado (se relaciona) do qual o substantivo é sujeito. Esse indício permanece na memória, mas fora do foco da atenção, até que o verbo “chegou” acesse (processos de recuperação) através da sugestão as informações do sujeito da sentença que foram previamente codificadas.

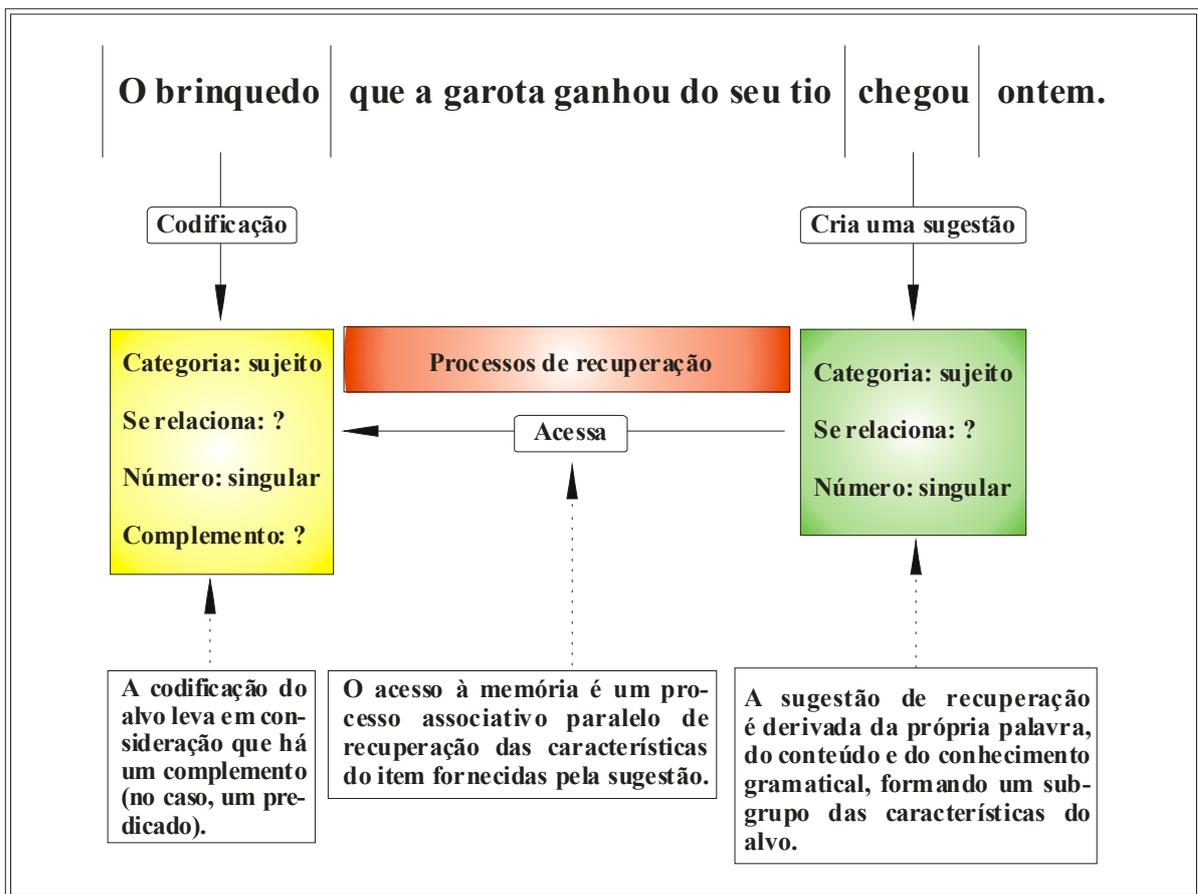


Figura 8: esquema do Modelo da Análise Gramatical Baseada na Sugestão.
Fonte: adaptado de Lewis, Vasishth e Van Dyke (2006).

5 O EFEITO HEBB

Em 1961, Donald Hebb criou um procedimento em que seqüências de dígitos eram apresentadas em uma tarefa de recordação imediata serial e, sem que os participantes soubessem, uma mesma lista era repetida a cada três apresentações. Hebb notou que a porcentagem de dígitos lembrados nas listas que eram repetidas aumentava gradualmente, um fenômeno que ficou posteriormente conhecido como o Efeito Hebb (Burgess & Hitch, 2006). Segundo o pesquisador, este efeito era uma consequência da interação entre a memória de longo e curto prazo (Burgess & Hitch, 2005, 2006). Atualmente o Efeito Hebb tem sido classificado como uma forma implícita de aprendizado de longo prazo (Couture & Tremblay, no prelo), que é executado pelo laço fonológico (Baddeley, Gathercole & Papagno, 1998; Burgess & Hitch, 1999; Cumming, Page & Norris, 2003).

O interesse no Efeito Hebb ressurgiu nos últimos anos, principalmente devido aos estudos que examinam como a informação serial armazenada temporariamente é transformada em uma representação mais estável. Porém, o modo como este processo ocorre e quais os mecanismos que estão por trás do Efeito Hebb ainda são controversos (Couture & Tremblay, no prelo). A maioria dos modelos computacionais sugere que o armazenamento da informação serial pode ser explicado por duas maneiras: (1) a codificação do material seria feita através da criação ou do fortalecimento de associações entre os itens (*chaining model*). Assim durante a recuperação de uma seqüência, cada item serviria como uma sugestão para a recordação do item posterior. E (2), a codificação seria feita através da associação entre cada item e a representação que reflete a sua posição dentro da seqüência (*positional models*) (Burgess & Hitch, 1999; Couture & Tremblay, no prelo; Hitch, Fastame & Flude, 2005). Uma característica em comum desses dois modelos

é que, segundo eles, o Efeito Hebb ocorre por que as associações são fortalecidas devido às repetições de uma série, e isto faz com que o rendimento na tarefa de recordação serial melhore (Couture & Tremblay, no prelo).

Burgess e Hitch (1999; 2005; Hitch, Flude & Burgess, 2007) mostraram também que a taxa de aprendizado durante a repetição de uma lista é influenciada pela manipulação da variável tempo, mas não pela supressão articulatória ou pela similaridade fonológica. Isso sugere que um determinado item e sua ordem na série são armazenados separadamente tanto na MT quanto na MLP e que há diferenças entre o aprendizado de informação verbal familiar e não familiar. Ainda segundo estes autores, a recuperação de um item envolveria a interação entre o conhecimento lingüístico e o laço fonológico, e a recordação da ordem como a seqüência foi apresentada, envolveria a interação entre o buffer episódico e a memória de longo prazo.

6 JUSTIFICATIVA E RELEVÂNCIA

O estudo da atenção e da memória de trabalho (MT), dois dos construtos que vem dominando o campo da neurociência cognitiva, tem enfatizado a interação entre estes dois sistemas no processamento e na manipulação da informação (Awh, Vogel & Oh, 2005; Smith & Jonides, 1999). Desde as pesquisas iniciais sobre memória de trabalho, o controle atencional vem sendo considerado como uma parte essencial ou um subgrupo do sistema de memória de trabalho (Allen et al., 2006; Baddeley, 2000; Cowan, 1988, 1995, 2000; Ericsson & Kintsch, 1995; Miyake & Shah, 1999; Towse & Houston-Price, 2001; Treisman & Gelade, 1980). Assim, o estudo do papel da atenção no processamento da informação na memória de trabalho é importante para o entendimento de como o controle

atencional age sobre a MT, possibilitando que uma determinada informação seja codificada e que o *output* motor seja executado e a informação representada mentalmente possa ser assistida.

Outro fator relevante é que o estudo da memória de trabalho serve de ferramenta para o entendimento dos processos cognitivos envolvidos na interação indivíduo-ambiente, como observa Neisser (apud Andrade 2001): *“estudar o funcionamento da memória de trabalho significa ampliar o grau de avaliação sobre a temporalidade do armazenamento e processamento de informações, aspecto considerado fundamental para compreender quase todos os aspectos cognitivos envolvidos em uma atividade humana”*.

Os dois modelos de memória de trabalho que este estudo usa como referencial, mais precisamente, o Modelo de Memória de Trabalho com Múltiplos Componentes de Baddeley e Hitch e o Modelo de Processos Embutidos de Memória de Trabalho de Nelson Cowan têm sido particularmente bem sucedidos como uma ferramenta para explorar aspectos da cognição fora do laboratório, ajudando a explicar dados e generalizar novas hipóteses em campos tão diversos como o imaginário mental, a aquisição da linguagem e a incapacidade de aprendizagem (Baddeley, 1999, 2000; Cowan, 1999, 2000; Repovs & Baddeley, 2006).

Quanto ao modelo de memória de trabalho de Baddeley e Hitch procurou-se enfatizar a atuação do buffer episódico, um componente recentemente adicionado ao modelo (Baddeley, 2000), e sua capacidade de acessar as informações contidas na memória de longo prazo. Para isso fez-se uso do Efeito Hebb, um paradigma que além de ser um método simples e eficaz para o estudo do intercâmbio entre a MT e MLP (Burgess & Hitch, 2005, 2006; Cumming, Page & Norris, 2003), também possibilita que o aprendizado propriamente dito e o papel da atenção no mesmo sejam analisados.

Assim sendo, este estudo procura contribuir na busca de uma melhor compreensão do papel da atenção no processamento ativo da informação pela memória de trabalho e da interação entre a memória de trabalho e a memória de longo prazo. Além disso, ele busca contribuir para a construção do conhecimento e da intervenção profissional em psicologia cognitiva, dado que pode auxiliar na avaliação dos déficits parciais da memória de curto prazo.

1 OBJETIVOS

1.1 Objetivo Geral

- Examinar a importância da atenção para a memória de trabalho no processamento e recordação de seqüências de frases que possuem ou não relação de significado entre si.

1.2 Objetivos Específicos

- Estudar a importância da atenção na evocação de frases quando a lista a ser recordada estiver dentro do limite do span da pessoa;
- Estudar a importância da atenção na evocação de frases quando a lista a ser recordada exceder o limite do span da pessoa;
- Analisar o papel da memória de longo prazo nas tarefas de span;
- Estabelecer qual a importância da atenção no aprendizado;
- Estabelecer quais aspectos da codificação de frases requer recursos atencionais.

2 HIPÓTESES

- A tarefa paralela aumentará o número de erros na evocação das listas de seqüências de frases, independentemente do tamanho da lista ou delas terem ou não relação de significado entre si;

- O grau de aprendizado (Efeito Hebb) será maior em todos os spans para as seqüências de frases com relação de significado entre si do que para aquelas sem relação de significado;
- Nas sessões onde o tamanho das frases for o dobro do tamanho do span verbal, os indivíduos deverão relembrar melhor as seqüências de frases que possuem relação de significado entre si.

3 MÉTODO

3.2 Delineamento

Utilizou-se um delineamento experimental tendo como fatores: intra-sujeitos, tipo de material (frases com ou sem relação de significado, tarefa interferente (presença ou não) e Efeito Hebb (Fases 1, 2 e 3).

3.2 Sujeitos

Este experimento contou com uma amostra composta por 40 universitários (68% mulheres e 32% homens). Os sujeitos tinham idade entre 18 e 25 anos (média de 21 anos (DP = 1,83)), o português como idioma primário e nenhum histórico de dificuldades de audição ou fala.

3.3 Materiais e equipamentos

O experimento foi realizado no Laboratório de Psicologia Experimental do Instituto de Psicologia da Universidade Federal de Uberlândia e utilizou os seguintes materiais e equipamentos:

- Computador com plataforma Windows 98 ou superior contendo: (1) o software *Superlab Pro* (Huxby, Parasuraman, Lalonde, & Chase, 1999), (2) microfone e (3) o software *Sony Sound Forge 8.0* ®;
- CD de áudio contendo as listas de frases;
- Mini System

Ao todo foram criadas 200 frases contendo de quatro a oito palavras e que possuíam conteúdo claro e estrutura sintática simples (Exemplo: A mulher cortou os galhos daquela árvore). Elas foram agrupadas para formar as seqüências de frases usadas no teste. Estas seqüências eram constituídas por no mínimo duas e no máximo cinco frases, com o número total de palavras variando de 8 a 40 em cada uma das seqüências. Não havia palavras repetidas dentro de nenhuma das seqüências. Foram criados dois tipos de seqüências: aquelas cujas frases possuíam relação de significado entre si, e outras nas quais as frases não possuíam relação de significado entre si. As seqüências de frases, pronunciadas por uma voz masculina, foram gravadas em computador através de um microfone e agrupadas em uma razão de duas palavras por segundo através do software *Sony Sound Forge 8.0* ®. O conteúdo final foi gravado em um CD para que pudesse ser reproduzido em um aparelho de som.

Tabela 2: Exemplos de seqüências de frases usadas no teste:

Seqüência de frases sem relação de significado entre si (Span verbal de 10)	A mulher acendeu o charuto. Vinhos são guardados em adegas.
Seqüência de frases sem relação de significado entre si (Span verbal de 15)	A menina ganhou uma boneca de aniversário. As rádios captaram o som vindo do satélite.
Seqüência de frases com relação de significado entre si (Span verbal de 10)	O rapaz gosta de celulares. Ele comprou um telefone novo.
Seqüência de frases com relação de significado entre si (Span verbal de 15)	A grande final é esperada pelos torcedores. Os ingressos do jogo já foram todos vendidos.

A tarefa atencional paralela foi baseada no teste criado por Craik et al. (1996), e teve a finalidade de sobrecarregar o componente executivo da memória de trabalho. Como ela não foi composta por material verbal, não deveria ativar o laço fonológico da memória de trabalho. A tarefa foi construída e executada através do software *SuperLab Pro* (Huxby, Parasuraman, Lalonde & Chase, 1999).

3.4 Procedimento

Para a aplicação do teste, primeiramente foi dado ao participante uma explicação detalhada sobre o mesmo e o termo de consentimento foi preenchido. Logo em seguida o span verbal do participante foi obtido da seguinte maneira: inicialmente apresentou-se uma seqüência de quatro frases compostas por oito palavras cada uma. Ao término da apresentação de cada frase, o sujeito deveria repeti-la em voz alta e assim sucessivamente até que as quatro frases fossem apresentadas. A cada seqüência posterior, a quantidade de

palavras das frases aumentou em uma unidade. O teste prosseguiu até que o participante errou a repetição das quatro frases de uma determinada seqüência. O span verbal da pessoa foi correspondente à quantidade de palavras das frases da seqüência em que o indivíduo repetiu corretamente duas das quatro frases. Tanto o span para as seqüências de frases sem relação de significado entre si quanto para aquelas com relação de significado foram obtidos desta maneira. A Figura 9 mostra um esquema do como o span verbal de cada participante foi obtido:

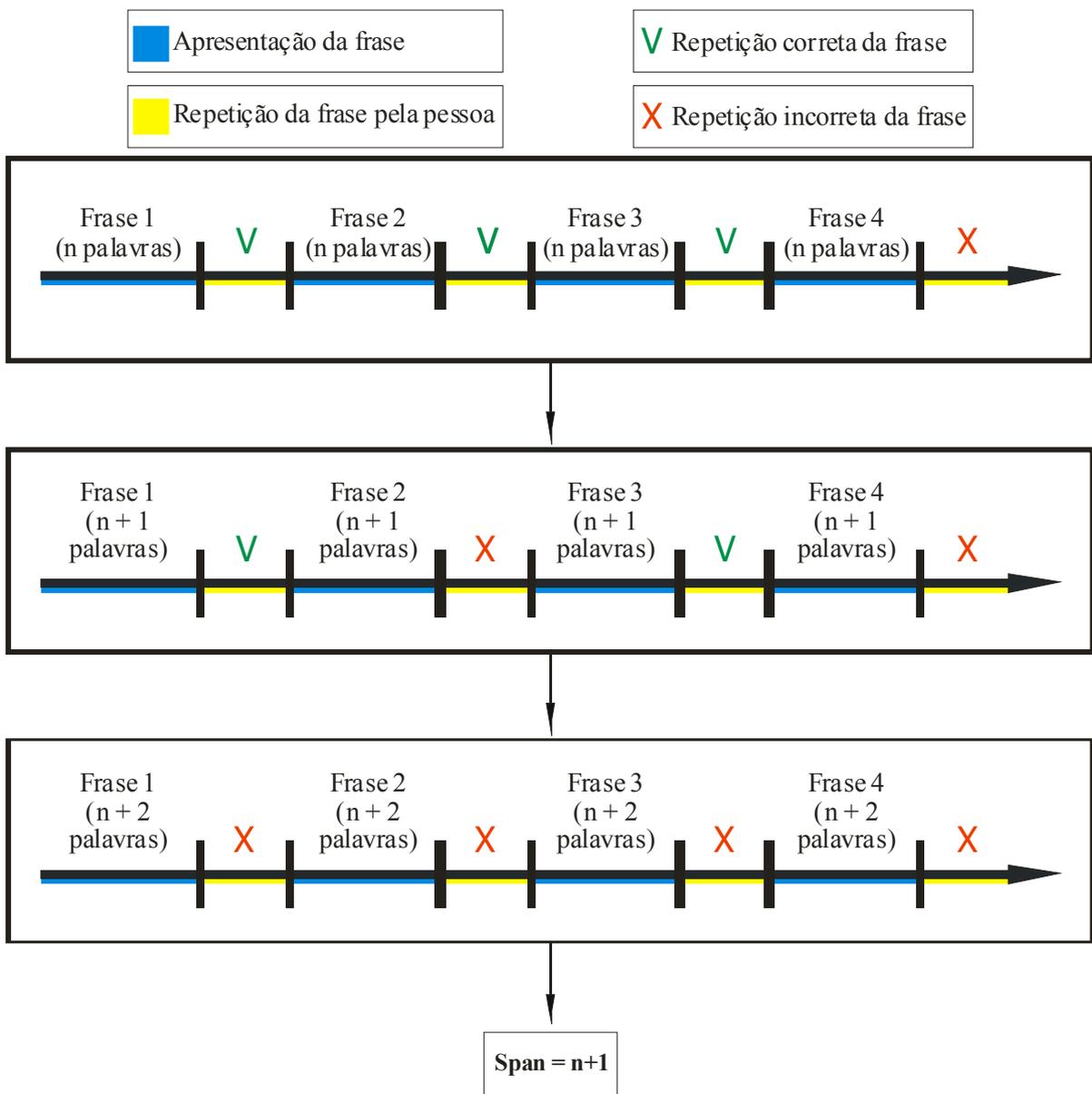


Figura 9: Esquema explicativo de como o span verbal foi determinado. No caso em questão o span verbal seria “n + 1” palavras, pois a pessoa errou a repetição completa das quatro frases da série que continha “n + 2” palavras e acertou a recordação da metade das frases na série que continha “n + 1” palavras.

Após a determinação do span foi feito um treino composto de três etapas, feitas nesta ordem:

- 1ª Etapa: o participante treinou a realização da tarefa paralela por trinta segundos. A tarefa consistiu da apresentação na tela do computador de quatro caixas em linha. Uma estrela foi mostrada aleatoriamente dentro de uma das caixas e o sujeito tinha que pressionar, o mais rápido possível, a tecla correspondente à caixa contendo a estrela (“a”, “f”, “j” ou “ç”). Esta tarefa foi auto-executada, ou seja, assim que houvesse, e somente quando houvesse, uma resposta correta era iniciada a próxima sessão. O software foi programado para gravar o tempo que o indivíduo levou para dar cada resposta correta. Segundo Craik et al. (1996), a vantagem deste método é que os erros são expressos como tempo decorrido, permitindo que uma única medida (tempo para produzir uma resposta correta) seja usada para indicar o desempenho do indivíduo, o que possibilitará uma medida exata do efeito da tarefa paralela sobre a tarefa de memória. Para facilitar a execução da tarefa paralela todas as teclas não utilizadas foram retiradas do teclado, possibilitando assim que as teclas “a”, “f”, “j” e “ç” ficassem isoladas. A Figura 10 é um modelo explicativo da tarefa paralela:

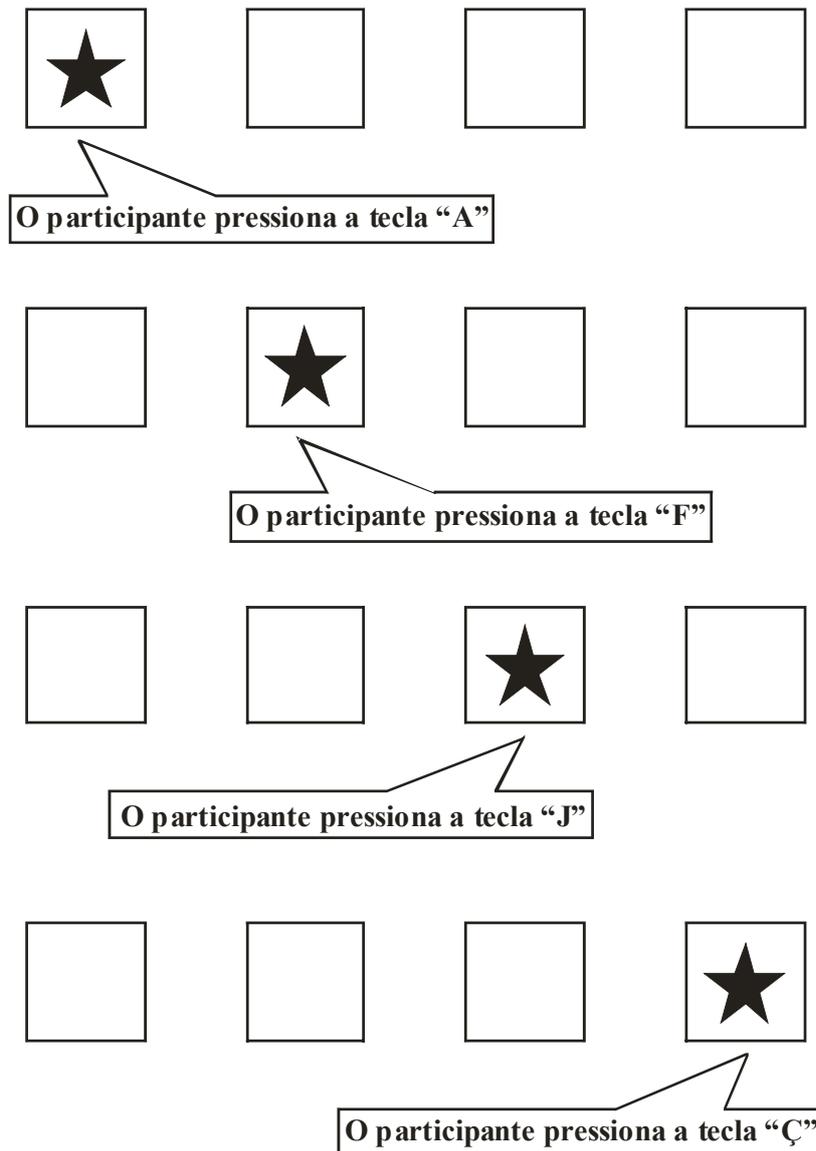


Figura 10: Ilustração da dinâmica da tarefa paralela

- 2ª Etapa: houve o treino da tarefa de recordação sozinha. Nesta etapa, uma frase foi apresentada em duas provas consecutivas, sendo que cada prova foi realizada da seguinte maneira: um bip foi tocado e após dois segundos a frase foi apresentada. Logo após um segundo do término da apresentação da frase, outro bip foi tocado, indicando ao participante que ele deveria repetir em voz alta a frase escutada. Logo em seguida a evocação, a segunda prova teve início;

- 3ª Etapa: o participante treinou a tarefa de recordação juntamente com a tarefa paralela. Novamente foram feitas duas provas consecutivas e iguais, constituídas da seguinte maneira: um bip foi tocado indicando ao participante que a tarefa paralela deveria ser iniciada e após um intervalo de dois segundos a frase foi apresentada. Um segundo após o término da apresentação da frase outro bip foi tocado, indicando ao participante que ele deveria interromper a realização da tarefa paralela e repetir em voz alta a frase escutada. Logo após a evocação, a segunda prova teve início.

O teste propriamente dito foi realizado depois do treino e consistiu de três fases, executadas nesta ordem:

- 1ª Fase: execução da tarefa atencional paralela por 30 segundos para determinação da linha de base dos tempos de reação da pessoa;
- 2ª Fase: tarefa de recordação imediata serial com o número de palavras nas seqüências de frases sendo 50% maior do que o span verbal de cada pessoa. Optou-se por aumentar o número de palavras apresentadas em 50% e não utilizar o valor real do span da pessoa, na tentativa de igualar a dificuldade do teste e evitar o “efeito de chão”.
- 3ª Fase: tarefa de recordação imediata serial com o número de palavras nas seqüências de frases sendo 100% maior do que o span verbal da pessoa.

A segunda e a terceira fases do teste foram constituídas de quatro sessões cada uma, cuja ordem de execução foi randomizada:

- 1ª Sessão: tarefa de recordação imediata serial composta por frases sem relação de significado entre si. A tarefa paralela concorrente não é realizada.

- 2ª Sessão: tarefa de recordação imediata serial composta por frases sem relação de significado entre si. A tarefa paralela concorrente é executada.
- 3ª Sessão: tarefa de recordação imediata serial composta por frases com relação de significado entre si. A tarefa paralela concorrente não é realizada.
- 4ª Sessão: tarefa de recordação imediata serial composta por frases com relação de significado entre si. A tarefa paralela concorrente é executada.

A tarefa de recordação imediata serial das quatro sessões citadas acima era composta por sete séries. Cada série era formada por uma seqüência de frases, que possuíam ou não relação de significado entre si, e cujo número total de palavras equivalia ao span verbal da pessoa acrescido de 50% (no caso da 2ª Fase) ou de 100% (no caso da 3ª Fase). Cada série foi apresentada uma única vez, com exceção da primeira, que foi repetida por mais duas vezes para que o Efeito Hebb pudesse ser estudado. A Figura 10 mostra a ordem de apresentação das séries em todas as sessões:



Figura 11: Esquema da ordem em que as séries de frases foram apresentadas. Os retângulos em preto mostram a série e a posição em que a mesma foi repetida.

A Tabela 3 mostra duas tarefas de recordação imediata serial utilizadas no experimento com suas respectivas séries:

Tabela 3: Exemplo de duas tarefas de recordação imediata serial utilizada na pesquisa

SÉRIES DE FRASES COM RELAÇÃO DE SIGNIFICADO ENTRE SI	
Série 1	Os noivos entraram na padaria ao anoitecer. Eles tomaram leite quente e comeram algumas esfirras.
Série 2	O bebê foi levado ao pediatra. A mãe disse que ele teve febre de noite.
Série 3	A grande final é esperada pelos torcedores. Todos os ingressos do jogo já foram vendidos.
Série 1	Os noivos entraram na padaria ao anoitecer. Eles tomaram leite quente e comeram algumas esfirras.
Série 4	Um novo prefeito foi eleito naquela cidade. Ele prometeu acabar com a falta de água.
Série 5	O parque aquático ficou lotado no feriado. As pessoas fizeram fila para ver os golfinhos.
Série 1	Os noivos entraram na padaria ao anoitecer. Eles tomaram leite quente e comeram algumas esfirras.
Série 6	Dezenas de fãs foram à reinauguração do prédio. O edifício foi construído no século XVIII.
Série 7	A nova obra começará no próximo ano. O tempo de construção será de dois anos.
SÉRIE DE FRASES SEM RELAÇÃO DE SIGNIFICADO ENTRE SI	
Série 1	A mulher acendeu o charuto. Vinhos são guardados nas adegas. Adolescentes gostam de auto-afirmação.
Série 2	Os africanos gostam do Brasil. Agasalhos serão distribuídos no frio. A agência será aberta amanhã.
Série 3	Papel é vendido em resmas. Álbuns de figurinhas são divertidos. A vitória agitou os torcedores.
Série 1	A mulher acendeu o charuto. Vinhos são guardados nas adegas. Adolescentes gostam de auto-afirmação.
Série 4	O aposentado é babá do seu neto. Os funcionários da empresa alcançaram a meta prevista.
Série 5	Aquela estudante usou calculadora na prova de matemática. O garoto desenhou um jarro com água.
Série 1	A mulher acendeu o charuto. Vinhos são guardados nas adegas. Adolescentes gostam de auto-afirmação.
Série 6	Nos desertos há pouca água. A cárie ataca os dentes. O macaco fugiu do zoológico.
Série 7	A menina ganhou uma boneca de aniversário. As rádios captaram o som vindo do satélite.

Para melhor compreensão do experimento, a Figura 11 mostra um diagrama de como o teste foi realizado:

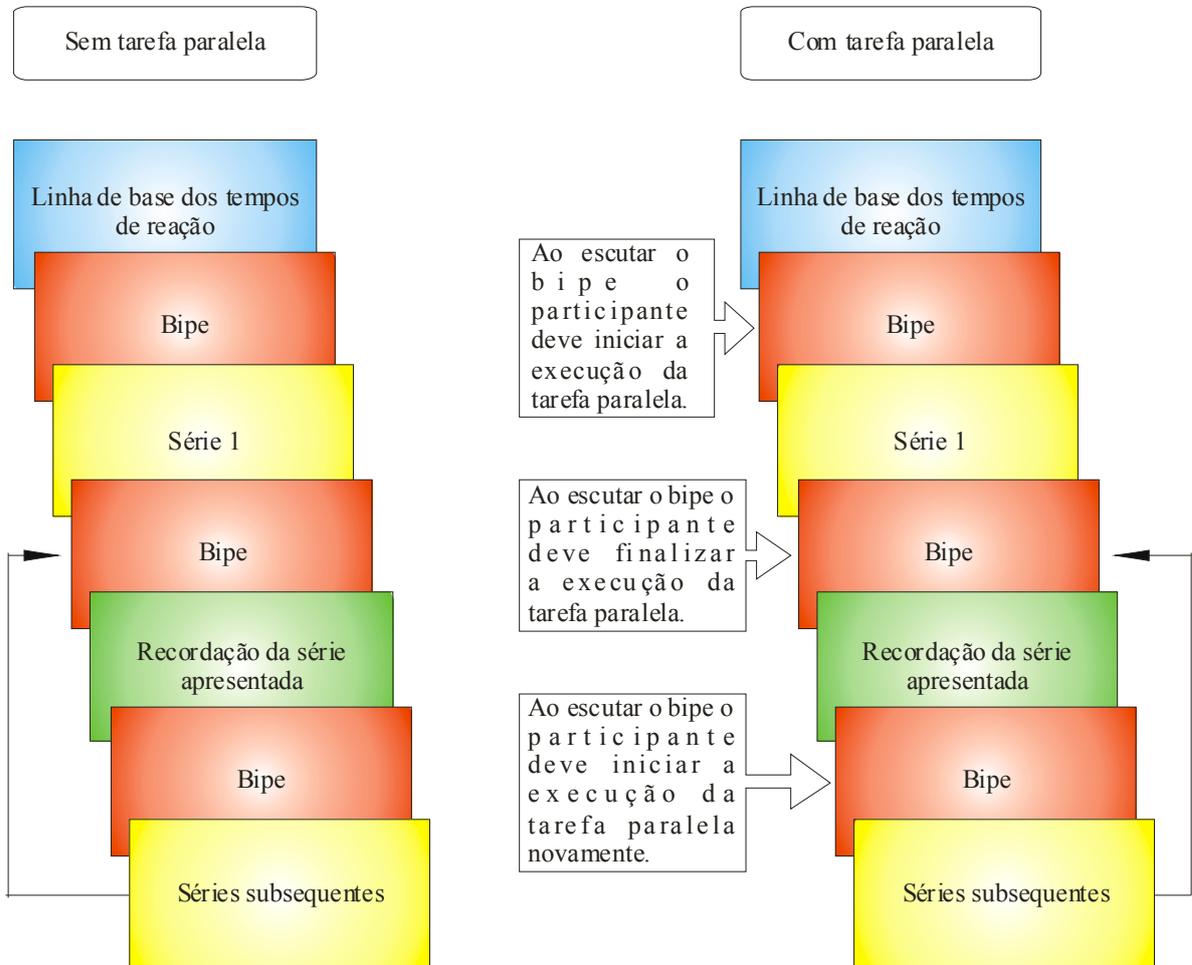


Figura 12: Diagrama de execução do teste.

Todos os dados do teste foram gravados para que a análise estatística pudesse ser realizada.

1 RESULTADOS

Os dados de tempo de reação (TR) e acurácia na recordação foram submetidos a ANOVAS de medidas repetidas. Foram feitas ANOVAS independentes com os fatores: tipo de material X tarefa interferente, tipo de material X Efeito Hebb, tarefa interferente X Efeito Hebb e tarefa interferente X erros na recordação.

Para facilitar a leitura dos dados, as frases com relação de significado entre si foram denominadas de “FCS” e as frases que não continham relação de significado entre si foram chamadas de “FSS”.

1.1 Span

A média do span foi de 14 (DP = 1,5) para as frases sem conteúdo relacionado e de 15 (DP = 1,2) para as frases com conteúdo relacionado, sendo o span das primeiras significativamente menor que o das segundas ($t(39) = -7,4$, $p < 0,001$).

1.2 Tempos de reação

1.2.1 *Span 50%*

A Figura 13 mostra um gráfico contendo as médias dos tempos de reação para o span de 50%:

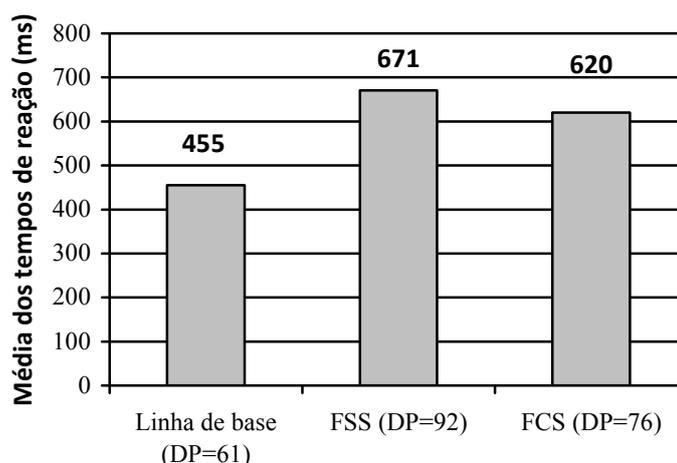


Figura 13: Gráfico das médias dos tempos de reação para o span de 50%.

Houve um efeito do material (FSS ou FCS) sobre o tempo de reação ($F(2,68) = 573,28, p < 0,001$). Os tempos de reação para FSS e FCS são maiores quando comparados ao tempo de reação da linha de base ($t(39) = -27,51, p < 0,001$ e $t(39) = -26,47, p < 0,001$, respectivamente), com diferença média de 217 ms nas FSS e de 166 ms nas FCS. O teste t também indicou que o tempo de reação das FSS é maior que o das FCS ($t(39) = 8,89, p < 0,001$), com diferença média de 50 ms, sugerindo assim um maior uso da atenção no processamento de informação que não tem conteúdo relacionado.

1.2.2 *Span 100%*

A Figura 14 mostra o gráfico das médias dos tempos de reação para o span de 100%:

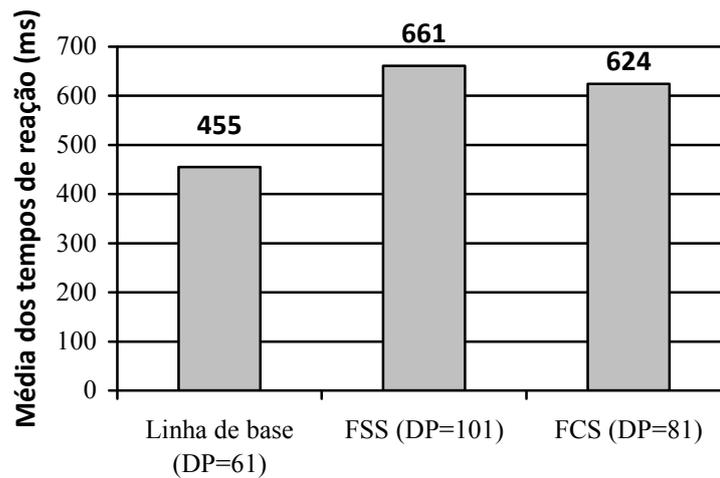


Figura 14: Gráfico da média dos tempos de reação para o span de 100%.

Assim como no span de 50%, houve um efeito do material sobre o tempo de reação ($F(2,63) = 267,41, p < 0,001$). Os tempos de reação para FSS e FCS são significativamente maiores do que o tempo de reação da linha de base ($t(39) = -17,98, p < 0,001$ e $t(39) = -22,97, p < 0,001$, respectivamente), com diferença média de 206 ms nas FSS e de 169 ms nas FCS. A atenção ainda continuou sendo mais necessária ao processamento das FSS, na medida que o teste t mostrou que o tempo de reação das FSS ainda é maior que o das FCS ($t(39) = 3,92, p < 0,001$), com diferença média de 36 ms.

A comparação entre os tempos de reação do spans de 50 e 100% mostra que não houve diferença significativa entre os tempos de reação nem nas FSS ($t(39) = 0,16, n.s.$), nem nas FCS ($t(39) = 0,54, n.s.$).

1.3 Acurácia da recordação

1.3.1 *Span 50%*

Houve um efeito do material na acurácia da recordação das frases ($F(1,39) = 2202,17, p < 0,001$), com as FCS sendo melhor lembradas do que as FSS nas duas condições: sem e com tarefa paralela ($t(39) = -21,34, p < 0,001$ e $t(39) = -52,20, p < 0,001$, respectivamente). Na condição sem tarefa paralela a diferença média nas porcentagens de palavras lembradas entre as FSS e FCS foi de 19% e na condição com tarefa paralela essa diferença foi de 37%.

A tarefa paralela interferiu na porcentagem de palavras lembradas ($F(1,39) = 314,74, p < 0,001$), diminuindo significativamente a acurácia da recordação tanto para as FSS quanto para as FCS ($t(39) = 28,03, p < 0,001$ e $t(39) = 4,91, p < 0,001$, respectivamente). A diferença média nas porcentagens de palavras lembradas entre executar ou não a tarefa paralela foi de 27% nas FSC e de 5% nas FCC.

Houve também uma interação entre o material e a tarefa paralela ($F(1,39) = 279,03, p < 0,001$), com a tarefa paralela interferindo mais na recordação das FSS do que nas FCS ($t(39) = 16,79, p < 0,001$). Os dados mostram que a tarefa paralela tem um impacto 16% maior sobre a acurácia das FSS do que das FCS.

1.3.2 *Span 100%*

Assim como no span de 50%, o material também interferiu na acurácia da recordação ($F(1,39) = 1484,87, p < 0,001$), e as FCS continuaram sendo melhor lembradas do que as FSS em ambas as condições de sem e com tarefa paralela ($t(39) = -22,95, p < 0,001$ e $t(39) = -33,34, p < 0,001$, respectivamente). Na condição sem tarefa

paralela a diferença média nas porcentagens de palavras lembradas entre as FSS e FCS foi de 29% e na condição com tarefa paralela essa diferença foi de 44%.

A tarefa paralela também interferiu na porcentagem de palavras lembradas ($F(1,39) = 466,07, p < 0,001$), tanto para as FSS quanto para as FCS ($t(39) = 24,86, p < 0,001$ e $t(39) = 8,58, p < 0,001$, respectivamente). A diferença média nas porcentagens de palavras lembradas entre executar ou não a tarefa paralela foi de 28% nas FSC e de 12% nas FCC.

A interação entre o material e a tarefa paralela continuou existindo ($F(1,39) = 76,42, p < 0,001$), com a tarefa paralela interferindo mais na recordação das FSS do que na de FCS ($t(39) = 8,74, p < 0,001$), sendo este efeito 15% maior nas FSS do que nas FCS.

Quando comparados os dois spans, a recordação dos itens é significativamente menor no span de 100% do que no de 50% ($F(1,39) = 206,54, p < 0,001$), tanto nas FSS quanto nas FCS ($t(39) = 39,34, p < 0,001$ e $t(39) = 20,21, p < 0,001$, respectivamente). A diferença média na porcentagem de palavras lembradas entre os dois spans foi de 17% nas FSS e de 9% nas FCS. Os dados também mostraram que o aumento do span teve um impacto maior na recordação das FSS do que nas FCS ($t(39) = 14,37, p < 0,001$), com diferença média na porcentagem de palavras lembradas igual a 8% entre os dois materiais.

A análise da acurácia da recordação demonstra que a tarefa paralela prejudicou mais a recordação das frases sem relação de significado entre si nos dois tamanhos de listas. O efeito da tarefa paralela também foi observado na recordação das frases com relação de significado entre si, mas numa intensidade significativamente menor, sugerindo que os processos envolvidos no processamento das FCS operam relativamente de forma automática. Além disso, o fato dos participantes terem se saído pior na recordação das

FSS, mesmo com o tempo de reação sendo maior para este material, é outro indicio de que o processamento das FSS demanda bem mais recursos atencionais do que o das FCS.

Outro dado importante é que no span de 100%, a porcentagem de acurácia na recordação diminuiu significativamente menos nas FCS, sugerindo que houve um maior suporte da memória de longo prazo para a recordação do material com conteúdo relacionado.

1.3.3 Erros na recordação das frases

Os erros na recordação foram classificados da seguinte maneira: (1) sem erro, ou seja, as frases foram lembradas completamente, (2) frases que foram lembradas parcialmente e (3) frases esquecidas completamente.

Houve um efeito da tarefa paralela sobre os tipos de erros nas FSS em ambos os spans (50%: $F(2,69) = 44,48, p < 0,001$ e 100%: $F(2,74) = 62,18, p < 0,001$). No span de 50% houve uma diminuição do número de FSS lembradas completamente e um aumento do número de FSS esquecidas ($t(39) = 4,04, p < 0,001$ e $t(39) = -9,23, p < 0,001$, respectivamente), mas a tarefa paralela não interferiu significativamente no número de FSS lembradas parcialmente ($t(39) = 4,72, n.s.$). Já no span de 100%, a tarefa paralela aumentou o número de FSS esquecidas ($t(39) = -7,82, p < 0,001$), mas não teve um efeito significativo nem sobre o número de FSS lembradas completamente ($t(39) = 2,05, n.s.$) nem no número de FSS lembradas parcialmente ($t(39) = 3,41, n.s.$).

Com relação às FCS, no span de 50% a tarefa paralela não interferiu significativamente nos tipos de erros ($F(2,81) = 104,05, n.s.$). No span de 100%, ocorreu uma interação entre a tarefa paralela e os tipos de erros ($F(2,78) = 123,46, p < 0,05$), com a diminuição do número de FCS lembradas completamente ($t(39) = 1,03, p < 0,05$) e o

aumento do número de FCS lembradas parcialmente ($t(39) = 6,08, p < 0,05$), apesar da tarefa paralela não ter tido um efeito significativo no número de FCS esquecidas ($t(39) = 10,16, n.s.$).

1.4 Efeito Hebb

1.4.1 *Tempos de reação no Efeito Hebb*

Os tempos de reação nas FSS, entre as três fases do Efeito Hebb não diferem significativamente nem no span de 50 % ($F(2,61) = 0,30, n. s.$) nem no span de 100% ($F(2,67) = 0,47, n. s.$).

Nas FCS, os tempos de reação entre as três fases do Efeito Hebb também não diferiram significativamente nem no span de 50 % ($F(2,70) = 0,55, n. s.$) nem no span de 100% ($F(2,66) = 0,08, n. s.$).

A Figura 15 mostra os gráficos das médias dos tempos de reação para as FSS e FCS durante as três frases do Efeito Hebb no span de 50%:

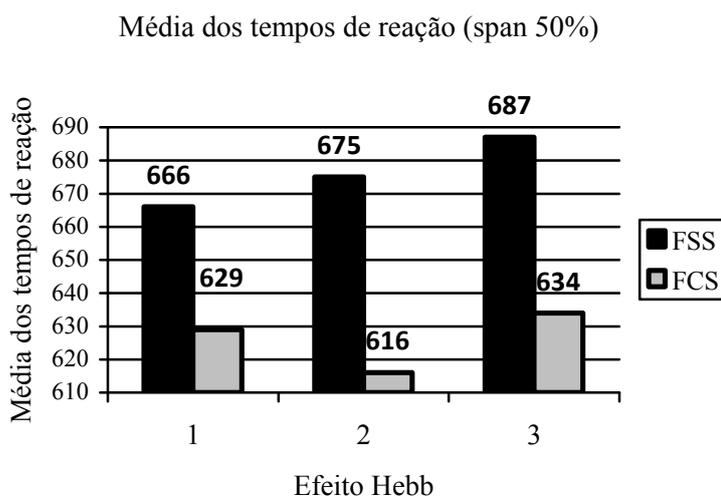


Figura 15: Gráfico das médias dos tempos de reação para FSS e FCS no span de 50%.

A Figura 15 mostra que houve um efeito do material sobre o tempo de reação ($F(1,39) = 20,12, p < 0,001$), com os tempos de reação das FCS sendo significativamente menores do que os das FSS nas três fases do Efeito Hebb no span de 50% (Fase 1: $t(39) = 2,84, p < 0,001$; Fase 2: $t(39) = 3,63, p < 0,001$ e Fase 3: $t(39) = 3,01, p < 0,001$). Na Fase 1 a diferença média entre os tempos de reação dos dois materiais foi de 37 ms, na Fase 2 de 59 ms e na Fase 3 de 53 ms.

A Figura 16 mostra os gráficos das médias dos tempos de reação para as FSS e FCS durante as três frases do Efeito Hebb no span de 100%:

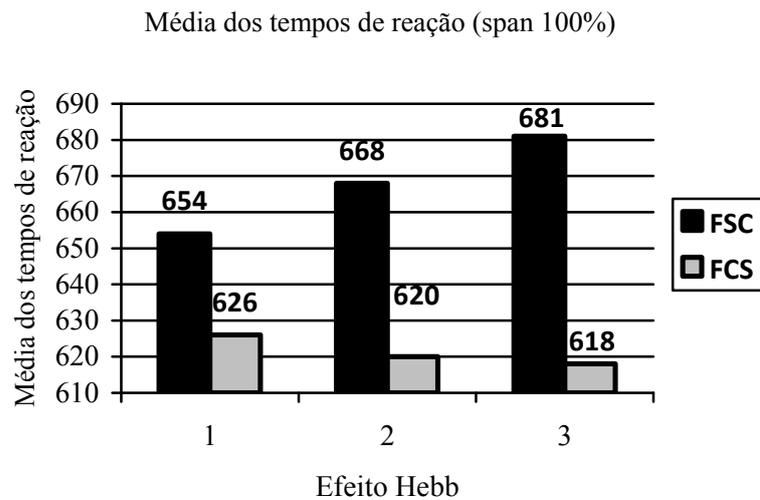


Figura 16: Gráfico das médias dos tempos de reação para FSS e FCS no span de 100%.

No span de 100% a Figura 16 mostra que o efeito do material sobre o tempo de reação é menor do que no span de 50% mas ainda continua significativo ($F(1,39) = 14,34$, $p < 0,001$). Os tempos de reação das FCS foram menores do que os das FSS nas duas últimas fases do Efeito Hebb (Fase 2: $t(39) = 2,74$, $p < 0,001$ e Fase 3: $t(39) = 3,05$, $p < 0,001$), mas na Fase 1 não houve diferença significativa ($t(39) = 1,90$, n.s.). Na Fase 2 a diferença média entre os tempos de reação dos dois materiais foi de 48 ms e na Fase 3 de 63 ms.

1.4.2 Acurácia da recordação nas fases do Efeito Hebb

A Figura 17 mostra os gráficos da acurácia na recordação das FSS e FCS durante as três fases do Efeito Hebb no de span de 50%:

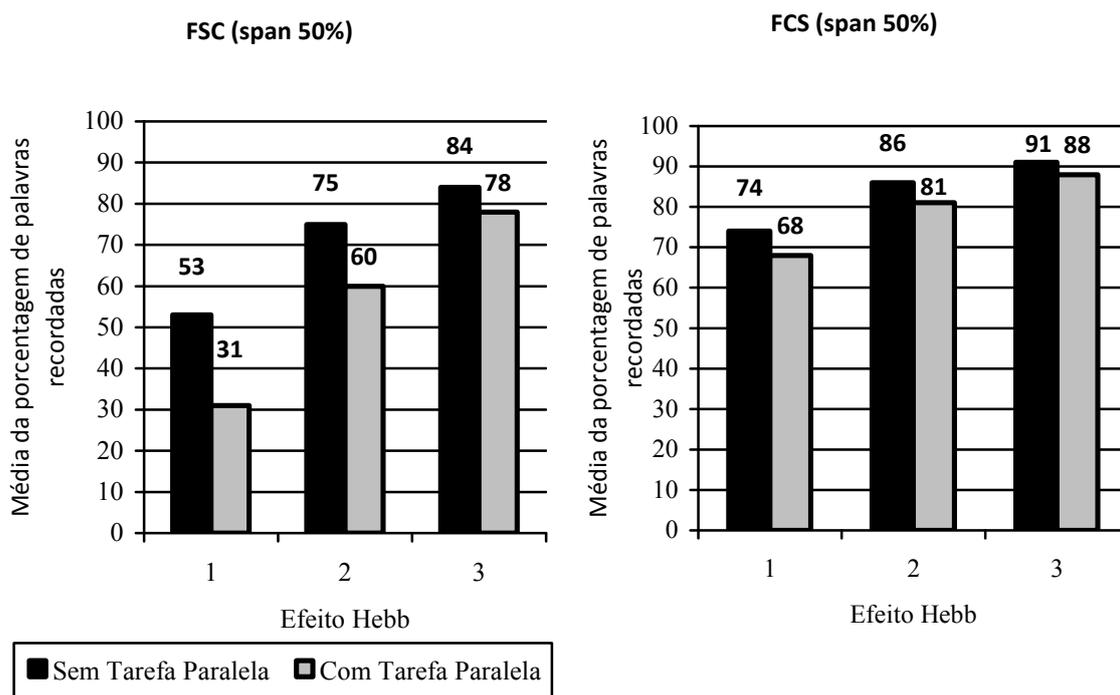


Figura 17: Gráficos das médias da porcentagem de palavras lembradas para as FSS e FCS durante as três fases do Efeito Hebb no span de 50%.

No span de 50% houve uma interação entre o material e o Efeito Hebb ($F(4,148) = 118,13, p < 0,001$), com as FCS sendo melhor lembradas do que as FSS nas três fases, independentemente da presença (Fase 1: $t(39) = -27,75, p < 0,001$; Fase 2: $t(39) = -13,89, p < 0,001$ e Fase 3: $t(39) = -6,13, p < 0,001$) ou não (Fase 1: $t(39) = -17,38, p < 0,001$; Fase 2: $t(39) = -6,05, p < 0,001$ e Fase 3: $t(39) = -4,18, p < 0,001$) da tarefa paralela. Na presença da tarefa paralela, a diferença média nas porcentagens de palavras lembradas entre os dois materiais no Efeito Hebb foi de 37% na Fase 1, de 21% durante a Fase 2 e de 10% na Fase 3. Quando não foi realizada a tarefa paralela a diferença média nas porcentagens de palavras lembradas foi de 22% na Fase 1, de 10% na Fase 2 e de 6% na Fase 3 do Efeito Hebb.

A Figura 18 mostra os gráficos da acurácia na recordação das FSS e FCS durante as três fases do Efeito Hebb no de span de 100%:

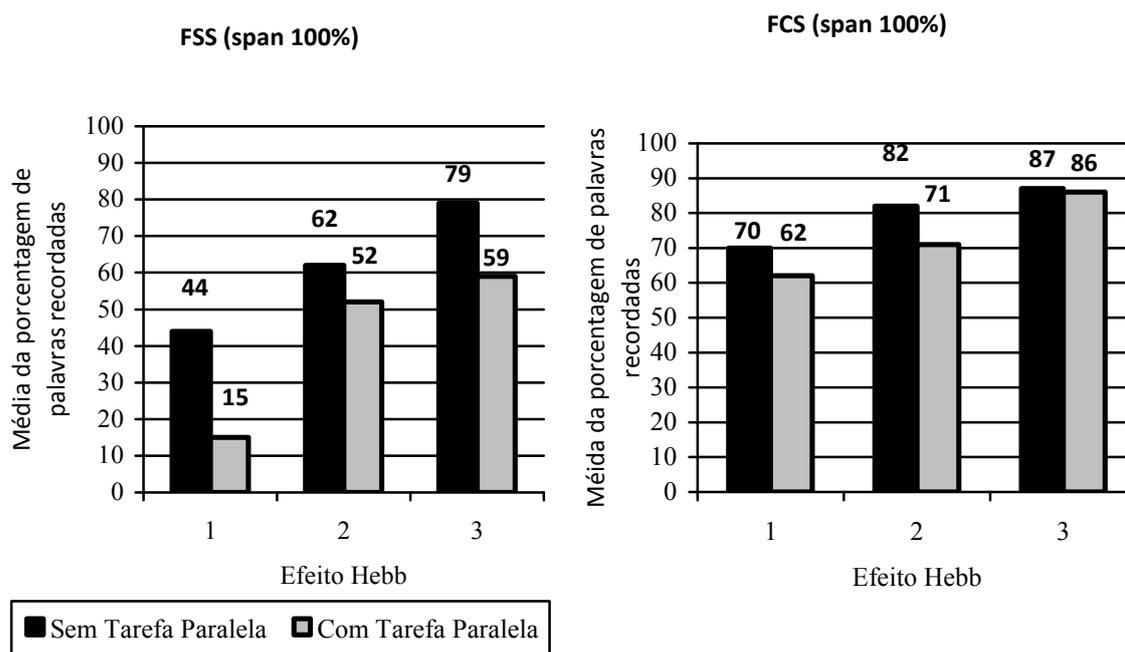


Figura 18: Gráficos das médias da porcentagem de palavras lembradas para as FSS e FCS durante as três fases do Efeito Hebb no span de 100%.

No span de 100% também houve a interação entre o material e o Efeito Hebb ($F(4,144) = 88,08, p < 0,001$), com as FCS continuando a serem melhor lembradas do que as FSS durante as três fases, independentemente da presença (Fase 1 com $t(39) = -32,28, p < 0,001$; Fase 2 com $t(39) = -11,38, p < 0,001$ e Fase 3 com $t(39) = -14,73, p < 0,001$) ou não (Fase 1 com $t(39) = -17,98, p < 0,001$; Fase 2 com $t(39) = -10,49, p < 0,001$ e Fase 3 com $t(39) = -5,11, p < 0,001$) da tarefa paralela. Na presença da tarefa paralela, a diferença média nas porcentagens de palavras lembradas entre os dois materiais no Efeito Hebb foi de 47% na Fase 1, de 19% durante a Fase 2 e de 28% na Fase 3. Quando não foi realizada a tarefa paralela, a diferença média nas porcentagens de palavras lembradas foi de 26% na Fase 1, de 20% na Fase 2 e de 9% na Fase 3 do Efeito Hebb em favor das FCS.

Com relação à tarefa paralela, ela interferiu nos dois spans tanto na recordação das FSS (50%: $F(2,57) = 1541,19, p < 0,001$ e 100%: $F(2,64) = 1664,77, p < 0,001$) quanto nas FCS (50%: $F(2,55) = 246,58, p < 0,001$ e 100%: $F(2,57) = 302,81, p < 0,001$).

No span de 50%, o teste t revelou que a tarefa paralela diminui significativamente a retenção das FSS nas três fases do Efeito Hebb (Fase 1: $t(39) = 22,60$, $p < 0,001$, Fase 2: $t(39) = 9,34$, $p < 0,001$ e Fase 3: $t(39) = 4,17$, $p < 0,001$). A diferença média nas porcentagens de palavras lembradas entre não fazer e fazer a tarefa paralela foi de 22% na Fase 1, de 15% na Fase 2 e de 7% na Fase 3 do Efeito Hebb.

Nas FCS, o efeito observado nas FSS se repetiu: Fase 1: $t(39) = 11,68$, $p < 0,001$, Fase 2: $t(39) = 8,35$, $p < 0,001$ e Fase 3: $t(39) = 6,03$, $p < 0,001$. A diferença média nas porcentagens de palavras lembradas entre não fazer e fazer a tarefa paralela foi de 7% na Fase 1, de 4% na Fase 2 e de 3% na Fase 3.

Outro dado importante é que a tarefa paralela, no span de 50%, interfere mais na retenção das FSS do que das FCS ($F(2,69) = 22$, $p < 0,001$) em todas as fases do Efeito Hebb (Fase 1: $t(39) = 13,70$, $p < 0,001$, Fase 2: $t(39) = 6,29$, $p < 0,001$ e Fase 3: $t(39) = 2,60$, $p < 0,05$). A diferença média nas porcentagens de palavras lembradas entre os dois materiais foi de 15% na Fase 1, de 10% na Fase 2 e de 4% na Fase 3 a favor das FCS.

Já no span de 100%, a tarefa paralela continuou diminuindo significativamente a recordação das FSS nas três fases do Efeito Hebb (Fase 1: $t(39) = 25,45$, $p < 0,001$, Fase 2: $t(39) = 6,30$, $p < 0,001$ e Fase 3: $t(39) = 10,94$, $p < 0,001$). A diferença média nas porcentagens de palavras lembradas entre não fazer e fazer a tarefa paralela foi de 29% na Fase 1, de 10% na Fase 2 e de 20% na Fase 3 do Efeito Hebb.

Nas FCS, o efeito da tarefa paralela é maior nas duas primeiras fases do Efeito Hebb (Fase 1: $t(39) = 7,99$, $p < 0,001$ e Fase 2: $t(39) = 11,77$, $p < 0,001$), apesar deste efeito ainda continuar sendo significativo na última fase (Fase 3: $t(39) = 2,67$, $p < 0,05$). A diferença média nas porcentagens de palavras lembradas entre não fazer e fazer a tarefa paralela foi de 8% na Fase 1, de 12% na Fase 2 e de 2% na Fase 3 do Efeito Hebb.

A tarefa paralela também interferiu mais na retenção das FSS do que das FCS ($F(2,66) = 62,81, p < 0,001$) na Fase 1 e 3 do Efeito Hebb ($t(39) = 13,07, p < 0,001$ e $t(39) = 9,94, p < 0,001$, respectivamente), sendo que na Fase 2 esta interação não ocorreu ($t(39) = -1,70$, n.s.). A diferença média nas porcentagens de palavras lembradas entre os dois materiais foi de 21% na Fase 1 e de 18% na Fase 3 a favor das FCS.

2 DISCUSSÃO DOS DADOS

O presente estudo comparou o impacto de uma tarefa secundária paralela na recordação de seqüências de frases com ou sem conteúdo relacionado, com o objetivo de analisar o papel da atenção no armazenamento da informação pela memória de trabalho. O tamanho das séries foi baseado no span de cada participante e no tipo do material, visando assim a equivalência na dificuldade do teste.

Os dados mostraram que a tarefa paralela tem um efeito significativamente maior na recordação das FSS do que nas FCS, sugerindo que a atenção tem um papel importante na ligação de combinações arbitrárias, pois as FSS eram constituídas de frases sem significado umas com as outras, ao contrário das FCS. Desta maneira, a atenção seria crítica para o processamento das FSS, enquanto que para as FCS, o processamento tenderia a ser gerido, em grande parte, por processos automáticos, com pouco ou nenhum uso da atenção. Essa interpretação é consistente com a teoria de Baddeley (2000; 2001) e Cowan (1995; 1999; 2000) e também com estudos recentes de Radvansky e Copeland (2004) e Radvansky, Zacks e Hasher (1996), nos quais foi proposto que a habilidade das pessoas de processar o significado de um conjunto de frases não seria prejudicada por uma tarefa de span.

Com relação ao papel da memória de longo prazo, parece que há um maior suporte dela ao processamento das FCS, visto que o aumento do span prejudicou menos a sua recordação do que das FSS. Cowan (2000) afirma que as representações contidas neste sistema de memória tornariam a capacidade de recordação das FCS mais resistente ao aumento do tamanho do span. Por outro lado, a falta de significado entre as frases das FSS dificultaria a criação de uma representação mental na MLP, tornando a recordação de informação não relacionada mais sensível ao aumento do span, já que, segundo Burgess e Hitch (1999, 2006), seu armazenamento ficaria restrito ao espaço limitado do laço fonológico. O menor efeito da tarefa paralela sobre a recordação das FCS também mostra que o acesso as representações mentais presentes na MLP ocorre prioritariamente de forma automática, o que é previsto tanto nos modelos atuais de memória de trabalho (Baddeley, 2000, 2001; Cowan, 1999, 2000) quanto nos modelos conexionistas (MacDonald & Christiansen, 2002; Martin & Safran, 1992, 1997; Martin, Safran & Dell, 1996).

Citando o Efeito Hebb, o uso de frases repetidas nas séries possibilitou que o grau de aprendizado entre as 3 fases fosse medido (Burgess & Hitch, 2000, 2006). Os resultados obtidos mostram que as FCS foram aprendidas mais rapidamente do que as FSS e mais, como os tempos de reação não diferiram significativamente entre as três fases em nenhum dos dois materiais, pode-se concluir que o uso da atenção não mudou durante o aprendizado propriamente dito. O fato de a tarefa paralela interferir mais na retenção das FSS durante a Fase 1, tanto no span de 50 quanto no de 100%, é um indício de que a atenção tem um papel maior no processamento das FSS quando o material é novo. No span de 50%, a análise das outras duas fases do Efeito Hebb, sugere que os recursos atencionais ainda continuaram sendo mais necessários ao processamento das FSS, indicando que o aprendizado das FSS demandaria mais atenção do que o das FCS.

Já no span de 100%, a análise das duas fases finais mostrou que a tarefa paralela interferiu igualmente na recordação dos dois materiais na Fase 2, mas na Fase 3, assim como na 1, a tarefa paralela voltou a interferir mais na recordação das FSS. Esses dados indicam que na Fase 2 houve uma diminuição dos recursos atencionais requeridos ao processamento das FSS, na medida que a tarefa paralela interferiu igualmente na recordação das FSS e FCS. A análise conjunta das Fases 1 e 2 poderia nos dar um indício de que, para grandes quantidades de informação, no decorrer do aprendizado, o processamento das FSS tenderia a ser tornar relativamente automático, pois o uso da atenção declinou entre as duas fases. Entretanto, a Fase 3 inviabiliza essa interpretação, pois era de se esperar que nela os recursos atencionais usados para o processamento das FSS diminuíssem ou pelo menos ficassem inalterados, mas o que se viu foi exatamente o oposto, com a tarefa paralela voltando a interferir mais na recordação das FSS. Essa controvérsia se torna ainda mais evidente quando se observa que não houve diferença significativa dos tempos de reação entre as Fases 2 e 3 nas FSS, mostrando que o uso da atenção não variou entre as duas fases.

O fato do aprendizado das FCS ser mais rápido e maior do que das FSS corrobora a idéia de Cowan (1994, 2000) de que a MLP daria um maior suporte ao processamento de estruturas com significado, o que refletiria na rapidez do aprendizado. Com relação à controvérsia nos dados encontrados para o Efeito Hebb no span de 100%, ela poderia ser explicada das seguintes maneiras: (1) a falta de diferença significativa entre os tempos de reação das fases do Efeito Hebb, indica que o maior efeito da tarefa paralela sobre a retenção das FSS no span de 100% não poderia ser explicado pelo compartilhamento de recursos atencionais entre a memória e a tarefa paralela (Barrouillet, Bernardin, Camos, Portrat & Vergauwe, 2007; Bayliss, Jarrod, Baddeley, Gunn & Leigh, 2005; Duff & Logie, 2001; Gavens & Barrouillet, 2004; Maehara & Saito, 2007), mas sim pela teoria do

decaimento da memória (ver p. 38 para mais detalhes) que pressupõe que a atenção alternaria rapidamente entre as fases de processamento e armazenamento, sendo o desempenho na tarefa de recordação dependente da duração da fase de processamento (Bayliss et al., 2005; Duff & Logie, 2001; Gavens & Barrouillet, 2004; Maehara & Saito, 2007; Towse, Hitch & Hutton, 1998, 2000, 2002). Outra explicação é que (2) o efeito da tarefa concorrente tenderia a se manifestar mais na acurácia da recordação do material do que no tempo de reação propriamente dito. Essa hipótese é condizente com os resultados de um estudo de Craik et al. (1996), nos quais a execução da tarefa de tempo de reação durante o processamento de uma informação, tem um grande efeito na recordação desta informação, mas ao mesmo tempo, tem um efeito pequeno sobre os tempo de reação quando comparado à linha de base. E (3), a dificuldade da tarefa teria sido muito alta para os dois materiais e sendo assim, o efeito do teto pode ter influenciado nos resultados.

Outra questão chave deste estudo foi determinar quais aspectos da recordação das frases envolveria processos controlados. As hipóteses, criadas a partir das pesquisas de Baddeley (2000) e Cowan (1995; 2000), ver Miyake e Shah (1999) para uma revisão, eram que se a construção de modelos mentais através de chunks (Miller, 1956) demandasse atenção, então a tarefa concorrente deveria ter um maior impacto sobre a recordação da frases com conteúdo relacionado, ou ao contrário, se a divisão da atenção interferisse mais na ligação dos chunks não relacionados, então seria de se esperar que a tarefa paralela prejudicasse mais a retenção das frases sem conteúdo relacionado. Os resultados vão de encontro com a segunda hipótese, já que a atenção dividida prejudicou significativamente mais a recordação das FSS e os tempos de reação foram maiores para as FSS do que para as FCS. Segundo a teoria de Baddeley (2000, Repovs & Baddeley, 2006) isso aconteceria por que a integração no buffer episódico de informação não relacionada teria um aporte

pequeno da memória de longo prazo, o que aumentaria significativamente o uso da atenção.

Cowan (1999; 2000) argumenta que a relação de significado entre as frases que compõem as FCS facilitaria a formação de chunks maiores, diminuindo assim a quantidade de recursos atencionais necessária ao processamento das mesmas. Além disso, o maior impacto da tarefa paralela sobre a retenção das FSS teria ocorrido devido ao fato da atenção dividida interferir na capacidade de se formar ligações entre as frases sem significado, o que, segundo Cowan (2000), reduziria o número de chunks não relacionados que a pessoa é capaz de manter simultaneamente sobre o foco da atenção, causando assim o esquecimento por completo das FSS. A análise dos erros de recordação (ver p. 86) mostra que esta pesquisa confirma o modelo proposto por Cowan, pois em ambos os spans houve um aumento significativo do número de FSS esquecidas completamente, o que não aconteceu com as FCS.

Concluindo, os resultados mostraram que o acesso às informações contidas na memória de longo prazo seria feito de forma relativamente automática, com os processos controlados, que demandam atenção, sendo importantes para o armazenamento temporário de informações que formam chunks não relacionados. O papel diferencial da atenção no processamento das FSS e FCS é coerente com Cowan (2000), para quem o foco da atenção tem capacidade de manter simultaneamente quatro chunks não relacionados. Segundo este autor, em condições onde a atenção se encontra dividida haveria uma diminuição naquela capacidade, o que impossibilitaria a formação de novas associações entre o material não relacionado, causando assim o seu total esquecimento. Em contraste, a retenção das FCS seria menos dependente da capacidade limitada do foco atencional por que a relação de significado entre as frases facilita a formação de chunks maiores, o que aumentaria o

tamanho do span em algumas unidades, explicando por que o span de FCS foi maior que o de FSS.

Estudos futuros são necessários para entender melhor o papel da atenção no aprendizado de informação quando se excede o span verbal, já que no dia a dia as pessoas são capazes de armazenar temporariamente quantidades de informação bem maiores do que as suportadas pela memória de trabalho. Outro ponto relevante é que embora a recordação das frases sem conteúdo relacionado seja mais vulnerável à tarefa paralela do que daquelas com conteúdo relacionado, seria importante saber se esta interação também é influenciada pela natureza das palavras que compõem as frases. Como exemplo, Waters, Caplan e Rochon (1995) descobriram que a divisão da atenção prejudicaria a compreensão de FCS que contem um grande número de proposições em suas frases, mas não interferiria na compreensão das FCS formadas por uma única frase sintaticamente complexa.

Além disso, falando especificamente do modelo de memória de trabalho de Baddeley e Hitch, estudos mais detalhados são necessários para um melhor entendimento da relação do executivo central com os processos ocorridos no buffer episódico (ver Allen et al., 2006; Baddeley, 2000; Baddeley & Wilson, 2002; Gooding, Isaac & Mayes, 2005; Repovs & Baddeley, 2006). Outro fator que poderia ser analisado é como o buffer episódico influencia no processamento da informação acústica no laço fonológico, já que, num artigo recente, Repovs e Baddeley (2006; Rudner, Fransson, Ingvar, Nyberg, & Rönnerberg, 2007) propuseram que o buffer episódico teria um alto grau de interação com o laço fonológico.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Abreu, V. P. S. (2000). *Memória e envelhecimento*. Dissertação de Mestrado, Universidade Estadual de Campinas, Campinas, São Paulo, Brasil.
- Alves, E. V. (2005). *Um estudo exploratório das relações entre memória, desempenho e os procedimentos utilizados na solução de problemas matemáticos*. Tese de Doutorado, Universidade Estadual de Campinas, Campinas, São Paulo, Brasil.
- Américo, S. M. (2002). *Memória auditiva e desempenho em escrita de deficientes visuais*. Dissertação de Mestrado, Universidade Estadual de Campinas, Campinas, São Paulo, Brasil.
- Andrade, J. (2001). *Working Memory in Perspective*. Hove, UK: Psychology Press Ltd.
- Anderson, V. (1995). Ability profiles of learning. *Disabilities Research y Prattice*, 10, 140-144.
- Anderson, N. D., Craik, F. I. M. & Naveh-Benjamin, M. (1998). The attentional demands of encoding and retrieval in younger and older adults: Evidence from divided attention costs. *Psychology and Aging*, 13, 405-423.
- Allen R. J., Baddeley A. D. & Hitch G. (2006). Is the binding of visual features in working memory resource demanding? *Journal of Experimental Psychology: General*, 133, 298-313.
- Atkinson, R. C. & Shiffrin, R. M. (1968). Human memory: A proposed system and its control processes. In K. W. Spence & J. T. Spence (Eds.), *The psychology of learning and motivation: Advances in research and theory* (pp. 89-195, Vol. 2). New York: Academic Press.

- Atkinson, R. C. & Shiffrin, R.M. (1971). The control of short-term memory. *Scientific American*, 225, 82-89.
- Awh, E., Vogel, E. K. & Oh, S. H. (2006). Interactions between attention and working memory. *Neuroscience*, 139 (1), 201-208.
- Baddeley, A. D. (1988). *Working memory*. U.K.: Oxford Psychology Series, n.11.
- Baddeley, A. D. (1992). Working memory. *Science*, 255, 556-559.
- Baddeley, A. D. (1994). The magical number seven: Still magic after all these years? *Psychological Review*, 101, 353-356.
- Baddeley, A.D. (1996a). Exploring the central executive. *Quarterly Journal of Experimental Psychology*, 49 (A), 5–28.
- Baddeley, A. D. (1996b). The fractionation of working memory. *Proceedings of the National Academy of Sciences*, 93, 13468-13472.
- Baddeley, A. D. (1999). *Human memory: Theory and practice* (Rev. Ed.). UK: Psychology Press Ltd. Publishers.
- Baddeley, A. D. (2000). The episodic buffer: A new component of working memory? *Trends in Cognitive Sciences*, 4, 417-423.
- Baddeley, A.D. (2001). Comment on Cowan: The magic number and the episodic buffer. *Behavioral and Brain Sciences*, 24, 117–118.
- Baddeley, A. D. (2002). Is working memory still working? *European Psychologist*, 7 (2), 85-97.
- Baddeley, A. D. (2003a). Working memory and language: An overview. *Journal of Communication Disorders*, 36, 189-208.

- Baddeley, A. D. (2003b). Working memory: Looking back and looking forward. *Nature Reviews: Neuroscience*, 4, 829-839.
- Baddeley, A. D., Gathercole, S. E., & Papagno, C. (1998). The phonological loop as a language learning device. *Psychological Review*, 105, 158–173.
- Baddeley, A. D. & Hitch, G. (1974). Working Memory. In: G. H. Bower (Ed.). *The psychology of learning and motivation*, (pp. 47-89, vol. 8). London: Academic Press.
- Baddeley, A. D. & Hitch, G. (1994). Developments in the concept of working memory. *Neuropsychology*, 8, 485-493.
- Baddeley, A. D., Lewis, V. J. & Vallar, G. (1984). Exploring the articulatory loop. *Quarterly Journal of Experimental Psychology*, 36, 133-252.
- Baddeley, A., Lewis, V., Eldridge, M. & Thomson, N. (1984). Attention and retrieval from long term memory. *Journal of Experimental Psychology: General*, 113 (4), 518-540.
- Baddeley, A.D. & Logie, R. H. (1999). The Multiple-Component Model. In: A. Miyake & P. Shah (Eds.). *Models of working memory, mechanisms of active maintenance and executive control*, (pp. 28-61). Cambridge, UK: Cambridge University Press.
- Baddeley, A. D., Papagno, C., & Vallar, G. (1988). When long-term learning depends on short-term storage. *Journal of Memory and Language*, 27, 586–595.
- Baddeley, A. D. Thomson, N. & Buchanan, M. (1975). Word length and the structure of short-term memory. *Journal of Verbal Learning and Verbal Behavior*, 14, 575–589.
- Baddeley, A. D. & Warrington, E. K. (1970). Amnesia and the distinction between long- and short-term memory. *Journal of Verbal Learning and Verbal Behavior*, 9, 176–189.

- Baddeley, A. D. & Wilson, B. A. (2002). Prose recall and amnesia: Implications for the structure of working memory. *Neuropsychologia*, 40, 1737-1743.
- Balota, D. A. (1983). Automatic semantic activation and episodic memory encoding. *Journal of Verbal Learning and Verbal Behavior*, 22, 88-104.
- Barrouillet, P., Bernardin, S. & Camos, V. (2004). Time constraints and resource sharing in adults working memory span. *Journal of Experimental Psychology: General*, 133, 83-100.
- Barrouillet, P., Bernardin, S., Camos, V., Portrat, S. & Vergauwe, E. (2007). Time and cognitive load in working memory. *Journal of Experimental Psychology: Learning, Memory, and Cognition*, 33, 570-585.
- Barrouillet, P., & Camos, V. (2001). Developmental increase in working memory span: Resource sharing or temporal decay? *Journal of Memory and Language*, 45, 1-20.
- Bayliss D. M., Jarrold, C., Baddeley, A. D, Gunn, D. M. & Leigh, E. (2005). Mapping the developmental constraints on working memory span performance. *Developmental Psychology*, 41 (4), 579-597.
- Burgess, N. & Hitch, G. (1999). Memory for serial order: A network model of the phonological loop and its timing. *Psychological Review*, 106, 551-581.
- Burgess, N. & Hitch, G. (2005). Computational models of working memory: putting long-term memory into context. *Trends in Cognitive Sciences*, 11 (9), 535-541.
- Burgess, N. & Hitch, G. (2006). A revised model of short term memory and long-term learning of verbal sequences. *Journal of Memory and Language*, 55, 627-652.
- Caplan, D. & Waters G. S. (1999). Verbal working memory and sentence comprehension. *Behavioral and Brain Sciences*, 22, 77-126.

- Chen, Z. & Cowan, N. (2005). Chunk limits and length limits in immediate recall: A reconciliation. *Journal of Experimental Psychology: Learning, Memory and Cognition*, 6, 1235-1249.
- Chiappe, P., Hasher, L. & Siegel, L. S. (2000). Working memory, inhibitory control and reading disability. *Memory & Cognition*, 28, 8-17.
- Conrad, R. & Hull, A. J. (1964). Information, acoustic confusion and memory span. *British Journal of Psychology*, 55, 429-432.
- Couture, M. & Tremblay, S. (no prelo). Running head: Hebb Effect and visuo-spatial information. *Memory and Cognition*. Acessado em março de 2007 de <http://www.psy.ulaval.ca/~seb/resumes/Couture&Tremblay%20in%20press.pdf>.
- Cowan, N. (1988). Evolving conceptions of memory storage, selective attention, and their mutual constraints within the human information processing system. *Psychological Bulletin*, 104, 163–91.
- Cowan, N. (1995). *Attention and memory: An integrated framework*. Nova York: Oxford University Press.
- Cowan, N. (1999). An embedded-process model of working memory. In: A. Miyake & P. Shah (Eds.). *Models of Working Memory, mechanisms of active maintenance and executive control*, (pp. 62-101). Cambridge, UK: Cambridge University Press.
- Cowan, N. (2000). The magical number 4 in short-term memory: A reconsideration of mental storage capacity. *Behavioral and Brain Sciences*, 24, 87–185.
- Craik, F. M., Govoni, R., Benjamin, M. N. & Anderson, N. D. (1996). The effects of divided attention on encoding and retrieval processes in human memory. *Journal of Experimental Psychology*, 125, 159-180.
- Cumming, N., Page, M. & Norris, D. (2003). Testing a positional model of the Hebb effect. *Memory*, 11, 43-63.

- Daneman, M., & Carpenter, P. A. (1980). Individual differences in working memory and reading. *Journal of Verbal Learning and Verbal Behavior*, *19*, 450–466.
- Denes, G. & Pizzamiglio, L. (1999). *Handbook of Clinical and Experimental Neuropsychology*. Hove, UK: Psychology Press.
- Duff, S. C. & Logie, R. H. (2001). Processing and storage in working memory span. *Quarterly Journal of Experimental Psychology*, *51* (A), 305–320.
- Duncan, J. (1980). The demonstration of capacity limitation. *Cognitive Psychology*, *12*, 75–96.
- Duncan J. (1984). Selective attention and the organization of visual information. *Journal of Experimental Psychology: General*, *113* (4), 501–517.
- Duncan J. (1993). Coordination of what and where in visual attention. *Perception*, *22* (11), 1261–1270.
- Engle, R. W., Barrett, L. F. & Tugade, M. M. (2004). Individual differences in working memory capacity and dual-process theories of the mind. *Psychological Bulletin*, *130*, 553-573.
- Engle, R.W., Cantor, J. & Carullo, J.J. (1992). Individual differences in working memory and comprehension: A test of four hypotheses. *Journal of Experimental Psychology: Learning, Memory, and Cognition*, *9*, 972-992.
- Eysenck, M. W. & Keane, M. T. (1994). *Psicologia cognitiva: Um manual introdutório*. Porto Alegre: Artes Médicas.
- Ebbinghaus, H. (1964). *A contribution to experimental psychology*. Mineola, USA: Dover Publications, Inc. (Obra originalmente publicada em 1885)

- Fedorenko, E., Gibson, E. & Rohde, D. (2006). The nature of working memory capacity in sentence comprehension: Evidence against domain-specific working memory resources. *Journal of Memory and Language*, 54 (4), 541-553.
- Galera, C. & Fuhs, C. C L. (2003). Memória visuo-espacial a curto prazo: Os efeitos da supressão articulatória e de uma tarefa aritmética. *Psicologia: Reflexão e Crítica*, 16 (2), pp. 337-348.
- Gathercole, S. E. (1994). Neuropsychology and working memory: A review. *Neuropsychology*, 8, 494-505.
- Gavens, N. & Barrouillet, P. (2004). Delays of retention, processing efficiency, and attentional resources in working memory span development. *Journal of Memory and Language*, 51, 644-657.
- Gooding, P. A., Isaac, C. L. & Mayes, A. R. (2005). Prose recall and amnesia: More implications for the episodic buffer. *Neuropsychologia*, 43, 583-587.
- Hanley, J. R. & Bakopoulou, E. (2003). Irrelevant speech, articulatory suppression, and phonological similarity: A test of the phonological loop model and the feature model. *Psychonomic Bulletin & Review*, 10, 435-444.
- Hasher, L., Zacks, R. T. & May, C. P. (1999). Inhibitory control, circadian arousal, and age. In D. Gopher & A. Koriat (Eds.), *Attention and performance, XVII, Cognitive regulation of performance: Interaction of theory and application* (pp. 653-675). Cambridge, MA: MIT Press.
- Hebb, D. O. (1961). Distinctive features of learning in the higher animal. In J. F. Delafresnaye (Ed.), *Brain mechanisms and learning* (pp. 37-46). Oxford, England: Blackwell Scientific.
- Helene, A. F. & Xavier, G. F. (2003). A construção da atenção a partir da memória. *Revista Brasileira de Psiquiatria*, 25, 12-20.

- Hitch, G. J., Fastame, M. C. & Flude, B. (2005). How is the serial order of a verbal sequence coded? Some comparisons between models. *Memory*, *13*, 247-258.
- Hitch, G. J., Flude, B. & Burgess, N. (2007) Slave to the rhythm: Dissociation of temporal versus phonological factors in long-term learning of verbal sequences. *Journal of Memory and Language*, no prelo.
- Hulme C., Maughan S. & Brown G. D. (1991). A Memory for familiar and unfamiliar words: Evidence for a long-term memory contribution to short-term memory span. *Journal of Memory and Language*, *30*, 685-701.
- Huxby, J., Parasuraman, R., Lalonde, F. & Chase, C. (1999). Superlab Pro. San Pedro, CA: Cedrus Corporation.
- James, W. (1890). *The Principles of Psychology*. Acessado em novembro de 2006 de <http://psychclassics.yorku.ca/James/Principles/index.htm>.
- Japiassu, H. (1996). *Dicionário básico de filosofia*. Rio de Janeiro: Jorge Zahar Editora.
- Hasher, L., Zacks, R. T., & May, C. P. (1999). Inhibitory control, circadian arousal, and age. In D. Gopher & A. Koriat (Eds.), *Attention and performance, XVII, Cognitive regulation of performance: Interaction of theory and application* (pp. 653-675). Cambridge, MA: MIT Press.
- Kessel, Z. (s.d.). Memória e memória coletiva. Acessado em março de 2007 de http://www.museudapessoa.com.br/oquee/biblioteca/zilda_kessel_memoria_e_memoria_coletiva.pdf
- Kinball, J. (1973). Seven principles of surface structure parsing in natural language. *Cognition*, *2*, 15-47.
- Klauer, K. C. & Zhao, Z. (2004). Double dissociations in visual and spatial short-term memory. *Journal of Experimental Psychology: General*, *133*, 355–381.

- Lachter, J., Forster, K. I. & Ruthruff, E. (2004). Forty-five years after Broadbent (1958): Still no identification without attention. *Psychological Review*, *111* (4), 880–913.
- Lewandowsky, S. & Murdock, B. B. (1989). Memory for serial order. *Psychological Review*, *96*, 25-57.
- Lewis, R.L. & Vasishth, S. (2005). An activation-based model of sentence processing as skilled memory retrieval. *Cognitive Science*, *29*, 375–419.
- Lewis, R. L., Vasishth, S. & Van Dyke, J. A. (2006). Computational principles of working memory in sentence comprehension. *Trends in Cognitive Sciences*, *10*, 447-454.
- Logie, R. H. (1986). Visuo-spatial processing in working memory. *Quarterly Journal of Experimental Psychology*, *38*, 229–248.
- Logie, R.H. (1995). *Visuo-spatial working memory*. Hove, England: Erlbaum.
- Logie, R. H., Zucco G. & Baddeley, A. D. (1990) Interference with visual short-term memory. *Acta Psychologica*, *75*, 55–57.
- Lunardi, A. L. (2003). *Avaliação da memória de trabalho em trabalhadores do comércio varejista*. Dissertação de Mestrado, Universidade Federal de Santa Catarina, Florianópolis, Santa Catarina, Brasil.
- MacDonald, M. C. & Christiansen, M. H. (2002). Reassessing working memory: Comment on Just and Carpenter (1992) and Waters and Caplan (1996). *Psychological Review*, *109*, 35-54.
- Maehara, Y. & Saito, S. (2007). The relationship between processing and storage in working memory span: Not two sides of the same coin. *Journal of memory and language*, *56* (2), 212-228.

- Martin, N., & Saffran, E. (1992). A computational account of deep dysphasia: Evidence from a single case study. *Brain and Language, 43*, 240–274.
- Martin, N. & Saffran, E. (1997). Language and auditory-verbal short-term memory impairments: Evidence for common underlying processes. *Cognitive Neuropsychology, 14*, 641-682.
- Martin, N., Saffran, E., & Dell, G. (1996). Recovery in deep dysphasia: Evidence for a relation between auditory-verbal STM capacity and lexical errors in repetition. *Brain and Language, 52*, 83–113.
- Massaro, D. W. & Cowan, N. (1993). Information Processing Models: Microscopes of the Mind. *Annual Review of Psychology, 44*, 383-425.
- May, C. P. & Hasher, L. (1998). Synchrony effect in inhibitory control over thought and action. *Journal of Experimental Psychology: Human Perception and Performance, 24*, 363-379.
- May, C. P., Hasher, M. & Kane, M. J. (1999). The role of interference in memory span. *Memory & Cognition, 27*, 759-767.
- Mayer, W. (1982). Indirect communications about perceived ability estimates. *Journal of Educational Psychology, 72*, 888-897.
- McElree, B., Foraker, S. & Dyer, L. (2003). Memory structures that subserve sentence comprehension. *Journal of Memory and Language, 48*, 67–91.
- Miller, G. A. (1956). The magical number seven, plus or minus two: Some limits o our capacity for processing information. *Psychological Review, 63*, 81-97. Acessado em Agosto de 2006 de <http://psychclassics.yorku.ca/Miller/>.

- Miyake, A. & Shah, P. (1999). *Models of working memory, mechanisms of active maintenance and executive control*. Cambridge-UK: Cambridge University Press.
- Mohr H.M. & Linden D. E. J. (2005) Separation of the systems for color and spatial manipulation in working memory revealed by a dual-task procedure. *Journal of Cognitive Neuroscience*, 17, 355–366.
- Mueller, S. T., Seymour, T. L., Kieras, D. E. & Meyer, D. E. (2003). Theoretical implications of articulatory duration, phonological similarity, and phonological complexity in verbal working memory. *Journal of Experimental Psychology*, 29, 1353-1380.
- Neumann, V. J. G. (1995). *Um estudo exploratório sobre as relações entre o conceito de automatismo da teoria do Processamento de informações de Sternberg e o conceito de pensamento resumido na teoria das habilidades matemáticas de Krutetskii*. Dissertação de Mestrado, Universidade Estadual de Campinas, Campinas, São Paulo.
- Norman, D. A. (1968). Toward a theory of memory and attention. *Psychological Review*, 75, 522-536.
- Oberauer, K. & Kliegl, R. (2006). A formal model of capacity limits in working memory. *Journal of Memory and Language*, 55, 601-626.
- O'Reilly, R, Braver, T. & Cohen, J. (1999). A biologically based computational model of WM. In: A. Miyake & P. Shah, (Eds.). *Models of Working Memory, mechanisms of active maintenance and executive control*, (pp. 375-411). Cambridge, UK: Cambridge University Press.
- Pashler, H. (1994). Dual-task interference in simple tasks: Data and theory. *Psychological Bulletin*, 116 (2), 220-244.

- Pinho, D. L. M. (2002). *O trabalho da enfermagem e gestão da informação: Uma análise ergonômica das atividades das enfermeiras no contexto hospitalar*. Tese de Doutorado, Universidade de Brasília, Brasília, Distrito Federal, Brasil.
- Radvansky, G. A., & Copeland, D. E. (2004). Working memory span and situation model processing. *American Journal of Psychology*, *117*, 191–213.
- Radvansky, G. A., Zacks, R. T., & Hasher, L. (1996). Fact retrieval in younger and older adults: The role of mental models. *Psychology and Aging*, *11*, 258–271.
- Ranganath, C. & Blumenfeld, R. S. (2005). Doubts about double dissociations between short- and long-term memory. *Trends in Cognitive Sciences*, *9*, 374-380.
- Repovs, G. & Baddeley, A. D. (2006). The multi-component model of working memory: Explorations in experimental cognitive psychology. *Neuroscience*, *139* (1), 5-21.
- Richardson, J. T. (1996). Envolving concepts of working memory. In J. Richardson, R., Engel, L. Hasher, R. Logue, E. Staltzfus & R. Zacks (Eds.). *Working memory and human cognition* (pp. 2-30). New York: Oxford Press.
- Ricker, J. (s.d.). Long term memory and forgetting. Acessado em março de 2007 de em http://www.scottsdalecc.edu/ricker/psy101/readings/Section_4/4-3.html
- Roberts, R. & Gibson, E. (2002). Individual differences in sentence memory. *Journal of Psycholinguistic Research*, *31*, 573-597.
- Rudner, M., Fransson, P., Ingvar, M., Nyberg, L., Rönnerberg, J. (2007). Neural representation of binding lexical signs and words in the episodic buffer of working memory. *Neuropsychologia*, *45*, 2258–2276.
- Schneider, W. (1999). Working memory in a multilevel hybrid connectionist control architecture (CAP2). In: A. Miyake & P. Shah (Eds.). *Models of Working Memory*,

mechanisms of active maintenance and executive control (pp. 340-374). New York: Cambridge University Press.

Schneider, W. & Chein, J. M. (2003). Controlled & automatic processing: Behavior, theory, and biological mechanisms. *Cognitive Science*, 27, 525-559.

Service, E. (1998). The effect of word length on immediate serial recall depends on phonological complexity, not articulatory duration. *Quarterly Journal of Experimental Psychology*, 51 (A), 283–304.

Shallice, T. (1982). Specific impairments of planning. *Philosophical Transactions of the Royal Society of London*, 298, 199-209.

Shallice, T. & Burgess, P. N. (1991). Deficits in strategy application following frontal lobe damage in man. *Brain*, 114, 727-741.

Shallice, T. & Warrington, E. K. (1970). Independent functioning of verbal memory stores: A neuropsychological study. *The Quarterly Journal of Experimental Psychology*, 22, 261-273.

Shallice, T. & Warrington, E. K. (1974). The dissociation between short term retention of meaningful sounds and verbal material. *Neuropsychologia*, 12 (4), 553-555.

Sternberg, R. J., (2000). *Psicologia Cognitiva*. Porto Alegre: Artmed.

Stuss, D.T., Shallice, T., Alexander, M. P. & Picton, T. W. (1995). A multidisciplinary approach to anterior attentional functions. *Annual New York Academic Science*, 769, 191–211.

Towse, J. N., Hitch, G. J. & Hutton, U. (1998). A reevaluation of working memory capacity in children. *Journal of Memory and Language*, 39, 195–217.

- Towse, J. N., Hitch, G. J. & Hutton, U. (2000). On the interpretation of working memory spans in adults. *Memory & Cognition*, 28, 341–348.
- Towse, J. N., Hitch, G. J. & Hutton, U. (2002). On the nature of the relationship between processing activity and item retention in children. *Journal of Experimental Child Psychology*, 82, 156–184.
- Towse, J. N., Houston-Price, C. M. T. (2001). Reflections on the concept of the central executive. In: Andrade, J. (Ed.). *Working Memory in Perspective*, (pp. 240-260). Hove, UK: Psychology Press Ltd.
- Treisman, A. & Gelade, G. (1980). A feature-integration theory of attention. *Cognitive Psychology*, 12, 97-136.
- Treisman, A. & Kanwisher, N. G. (1998). Perceiving visually presented objects: Recognition, awareness, and modularity. *Current Opinion in Neurobiology*, 8, 218-226.
- Turcotte, J., Poirier, M. & Gagnon, S. (2005). The effect of old age on the learning of supraspan sequences. *Psychology and Aging*, 2, 251-260
- Van Dyke, J.A. & Lewis, R.L. (2003). Distinguishing effects of structure and decay on attachment and repair: A cue-based parsing account of recovery from misanalyzed ambiguities. *Journal of Memory and Language*, 49, 285–316.
- Was, C. A. & Woltz, D. J. (2007). Reexamining the relationship between working memory and comprehension: The role of available long-term memory. *Journal of Memory and Language*, 56, 86-102.
- Wilson, B. & Baddeley, A. D. (1988). Semantic, episodic, and autobiographical memory in a post-meningitic patient. *Brain and Cognition*, 8, 31-46.

Wood, N., & Cowan, N. (1995). The cocktail party phenomenon revisited: How frequent are attention shifts to one's name in an irrelevant auditory channel? *Journal of Experimental Psychology: Learning, Memory, and Cognition*, 21, 255-260.

Woolfolk, A. (2000). *Psicologia da educação*. Porto Alegre: Artes Médicas.

Xavier, G. F. (1993). A modularidade da memória. *Psicologia USP*, 4 (1-2), 61-115.

ANEXOS

Termo de Consentimento Livre e Esclarecido**I. Informações sobre a pesquisa:**

Título da pesquisa: Memória de trabalho e atenção: efeito da tarefa concorrente na recordação de palavras, sentenças e histórias.

Pesquisador responsável: Eduardo Antonio Moreira, aluno do Mestrado em Psicologia Aplicada da Universidade Federal de Uberlândia - UFU.

Objetivo da pesquisa: Verificar a importância da atenção em tarefas de memória.

Forma de obtenção das informações: será solicitado a cada participante que realize uma tarefa de memória ao mesmo tempo em que executa uma tarefa atencional. O experimento terá duração média de 40 minutos.

Garantias do participante:

- A participação, em qualquer etapa é voluntária.
- Mesmo após serem informados sobre a pesquisa, aqueles que não queiram participar, não sofrerão nenhum tipo de represália ou prejuízo.
- Aqueles que quiserem participar da pesquisa assinarão um Termo de Consentimento Livre e Esclarecido que se encontra anexado a este documento.
- Caso algum dos participantes deseje obter outras informações durante e após a realização do estudo, receberá resposta a qualquer dúvida e será atendido prontamente, ainda que esta informação possa afetar a sua vontade de continuar participando.
- Fica assegurado ao participante que ele não será identificado e que será mantido o caráter confidencial das informações relacionadas com a sua privacidade.

Avaliação do risco da pesquisa: não há riscos para os participantes da pesquisa.

Compromisso do pesquisador: o pesquisador se compromete a realizar o estudo, prestar os esclarecimentos necessários e a divulgar os resultados obtidos. Caso sejam constatados quaisquer problemas de origem emocional e ou psicológico em algum dos participantes, será feita uma avaliação e, se necessário, o mesmo será encaminhado para programas públicos de atendimento em Psicoterapia.

Contatos:

Mestrando: Eduardo Antonio Moreira: eamoreira@gmail.com

Orientador: Prof. Dr. Ederaldo José Lopes: 3218-2701

Comitê de Ética da UFU: 3239-4131

II. Consentimento Pós-Esclarecimento:

(conforme resolução nº 196, de 10 de Outubro de 1996, do Conselho Nacional de Saúde).

Eu,

Documento de Identidade nº _____ declaro ter recebido informações sobre a pesquisa intitulada “Memória de trabalho e atenção: efeito da tarefa concorrente na recordação de palavras, sentenças e histórias.”, fornecidas pelo próprio pesquisador, Eduardo Antonio Moreira, aluno do Programa de Pós Graduação em Psicologia/ Mestrado da Universidade Federal de Uberlândia.

Estou ciente que participarei de um estudo com duração média de 40 minutos conforme a minha disponibilidade. Sei que os resultados obtidos na pesquisa poderão ser divulgados em eventos científicos, livros ou artigos científicos, sem que haja identificação dos participantes.

Concordo em participar da pesquisa, sabendo que estão garantidos a privacidade e o sigilo em relação às informações obtidas.

Posso retirar o meu consentimento a qualquer momento da realização da pesquisa, sem que isso traga qualquer tipo de prejuízo, ônus ou represália por parte da pesquisadora ou por qualquer outra pessoa que esteja relacionada a este estudo.

Declaro ter entendido as informações dadas pela pesquisadora e estar suficientemente esclarecido (a).

Uberlândia, ____ de _____ de ____.

Ass.: Participante: _____

Ass.: Pesquisador: _____

Contatos:

Mestrando: Eduardo Antonio Moreira: eamoreira@gmail.com

Orientador: Prof. Dr. Ederaldo José Lopes: 3218-2701

Comitê de Ética da UFU: 3239-4131