

Universidade de São Paulo  
Faculdade de Filosofia, Ciências e Letras de Ribeirão Preto  
Departamento de Psicologia e Educação  
Programa de Pós-Graduação em Psicobiologia

Integração de informações visuais e verbais na memória de trabalho

JULIANA PARDO MOURA CAMPOS GODOY

Dissertação apresentada à Faculdade de Filosofia, Ciências e Letras de Ribeirão Preto, como parte das exigências para obtenção do título de Mestre em Ciências, área de Psicobiologia.

Ribeirão Preto  
2010

JULIANA PARDO MOURA CAMPOS GODOY

Integração de informações visuais e verbais na memória de trabalho

Dissertação apresentada à Faculdade de Filosofia, Ciências e Letras de Ribeirão Preto, como parte das exigências para obtenção do título de Mestre em Ciências, área de Psicobiologia.

Orientador: Prof. Dr. César Aléxis Galera

Ribeirão Preto  
2010

Autorizo a reprodução e divulgação total ou parcial deste trabalho, por qualquer meio convencional ou eletrônico, para fins de estudo e pesquisa, desde que citada a fonte.

## FICHA CATALOGRÁFICA

Godoy, J.P.M.C

Integração de informações visuais e verbais na memória de trabalho. Ribeirão Preto, 2010.

58 p. : il. ; 30cm

Dissertação de Mestrado, apresentada à Faculdade de Filosofia, Ciências e Letras de Ribeirão Preto/USP. Área de concentração: Psicobiologia.

Orientador: Galera, César Aléxis.

1. Integração de Informações. 2. Memória de Trabalho.  
3. Atenção. 4. Tarefas duplas.

## FOLHA DE APROVAÇÃO

Juliana Pardo Moura Campos Godoy

“Integração de informações visuais e verbais na memória de trabalho”

Dissertação apresentada à Faculdade de Filosofia, Ciências e Letras de Ribeirão Preto da USP, como parte das exigências para a obtenção do título de Mestre em Ciências. Área: Psicobiologia.

Aprovado em: \_\_\_\_ / \_\_\_\_ / \_\_\_\_

### Banca Examinadora

Prof (a). Dr (a). \_\_\_\_\_

Instituição: \_\_\_\_\_

Assinatura: \_\_\_\_\_

Prof (a). Dr (a). \_\_\_\_\_

Instituição: \_\_\_\_\_

Assinatura: \_\_\_\_\_

Prof (a). Dr (a). \_\_\_\_\_

Instituição: \_\_\_\_\_

Assinatura: \_\_\_\_\_

A Deus, pelo dom da Vida.  
Aos meus pais, Eulália e João por todo amor.  
As minhas irmãs, Ana Leonor e Mariadélia pela  
cumplicidade.  
Ao Anderson pelo companheirismo.

## **Agradecimentos**

Agradeço em especial ao Professor Doutor **César Aléxis Galera** pela orientação, amizade, compreensão, carinho e principalmente sabedoria.

Ao Professor Doutor **José Aparecido** pela supervisão do trabalho.

Aos meus pais, **João Batista Godoy e Eulália Pardo Moura Campos Godoy** pela dedicação, educação e amor.

As minhas irmãs, **Ana Leonor e Mariadélia**, pelas quais meu amor incondicional me faz prosseguir.

Ao meu namorado, **Anderson de Aguiar Simon**, pessoa a qual tenho grande respeito e amor. Companheiro para a vida toda.

Ao **José Antônio, Luzia, Gleycê, Dona Vilma, Kátia, Marcelo, Viviane e Mário** pelo carinho em família.

A grande amiga, **Cátia Lira do Amaral**, por fazer parte do meu dia a dia.

As eternas amigas, **Daniela Waseda, Maraísa Dias, Cinthya Miura, Vanessa Galinari**, pelo carinho e apoio de todas as horas.

Aos atuais amigos e companheiros de laboratório: **Mikael, Jeanny, Karla, Ricardo, Danila, Mariana, Paola, Hugo, Ana Paula, Eduardo, Natália e Rafael** pelo compartilhar de seus conhecimentos e pelas horas de companheirismo.

Aos amigos **Roberto, Marcelo, Edson, Yara e Carolina** pelos momentos de descontração e apoio.

Ao **Igor** e a **Renata** pelo suporte técnico e acadêmico.

Aos participantes dos experimentos pela dedicada cooperação, sem a qual não seria possível a realização desse estudo.

A **USP** e a **FFCLRP** pela oportunidade de realização do curso de mestrado.

A **CAPES** pelo apoio financeiro para a realização desta pesquisa.

## **Resumo**

Godoy, J.P.M.C (2010). Integração de informações visuais e verbais na memória de trabalho.

Dissertação de Mestrado, Faculdade de Filosofia Ciências e Letras de Ribeirão Preto, Universidade de São Paulo, Ribeirão Preto.

O paradigma de tarefas duplas foi utilizado para investigar o envolvimento da atenção na conjunção da informação verbal e visual na memória de trabalho, e o papel específico desses componentes quando integrados. Em dois experimentos os sujeitos (33) memorizaram seqüências de Faces, Nomes, ou Conjunções face-nome. No experimento 1 essas condições foram realizadas, em blocos separados, isoladamente ou junto com uma contagem regressiva de três em três (CR3). No experimento 2 essas condições foram realizadas, em blocos separados, com uma supressão articulatória (SA) e com um ruído visual dinâmico (RVD). A CR3 provocou um prejuízo maior na condição de conjunção do que nas de faces e nomes (Exp 1). A SA e o RVD têm efeitos iguais e mais acentuados sobre a conjunção; a SA tem um efeito mais pronunciado do que o RVD nas condições de face e nome (Exp 2). O prejuízo maior da CR3 sobre a conjunção, em comparação com nomes e faces sugere que a integração de características visuais e verbais exigiu o envolvimento da atenção. Além disso, o efeito diferenciado da SA no armazenamento das características visuais e verbais isoladas sugere que estas podem ser armazenadas de maneira diferente quando integradas.

**Palavras-chave:** memória de trabalho, integração de informação, atenção e tarefas duplas.

## **Abstract**

Godoy, J.P.M.C (2010). Integration of visual and verbal information in working memory  
Dissertação de Mestrado, Faculdade de Filosofia Ciências e Letras de Ribeirão Preto,  
Universidade de São Paulo, Ribeirão Preto.

The dual tasks paradigm was used to investigate the involvement of attention in the binding of verbal and visual information in working memory, and the specific role of these components when they are integrated. Two experiments were carried out, with 33 subjects, who memorized sequences of faces, names, or face-name conjunctions. In the Experiment1, these conditions were performed in separate blocks, either alone or with a backward counting in threes (CR3). In experiment2, these conditions were performed in separate blocks, with Articulatory Suppression (AS) and Dynamic Visual Noise (DVN). The CR3 caused greater loss in the conjunction than in the faces and names condition (Exp.1). The SA and the DVN have equivalent effect and they show more relevant effects in the conjunction condition. The SA revealed more relevant effect than the DVN in the face and name conditions (Exp.2). The greater prejudice of CR3 in binding, compared to that obtained in names and faces suggested that the integration of visual and verbal features demanded the involvement of attention. Moreover, the differential effect of SA towards DVN in the storage of isolated visual and verbal features, suggests that they may be stored in different ways when integrated.

**Keywords:** working memory, binding of information, attention and dual task



## Lista de Figuras

<b>Figura 1:</b> Modelo da memória de trabalho.....	15
<b>Figura 2:</b> Exemplo de faces (A) e nomes (B) utilizados nos experimentos.....	30
<b>Figura 3:</b> Esquema da tarefa com a condição de conjunção com contagem regressiva no experimento 1.....	32
<b>Figura 4:</b> Porcentagem de respostas corretas em função dos diferentes tipos de estímulos (visual, verbal e conjunção) e da presença da tarefa secundária.....	33
<b>Figura 5:</b> Tempo de resposta dos sujeitos nas tarefas de memória para faces, nomes, e conjunção face-nome sob as condições de tarefa secundária com contagem e sem contagem, no experimento 1.....	35
<b>Figura 6:</b> Ruído visual dinâmico.....	36
<b>Figura 7:</b> Esquemas das tarefas de memória nas condições (A) conjunção com ruído visual dinâmico e (B) supressão articulatória.....	38
<b>Figura 8:</b> Porcentagem de respostas corretas em função dos diferentes tipos de estímulos (visual, verbal e conjunção) e a tarefa secundária (supressão articulatória ou ruído visual).....	40
<b>Figura 9:</b> Tempo de resposta dos sujeitos nas tarefas de memória para faces, nomes, e conjunção face-nome sob as condições de tarefa secundária ruído visual e supressão articulatória, no experimento 2.....	41

## Sumário

<b>1. Introdução.....</b>	<b>10</b>
1.1 Memória de trabalho.....	11
1.2 Fracionamento dos componentes.....	15
1.3 Relação dos componentes e a integração de informação.....	16
1.4 O papel da atenção na integração da informação.....	19
1.5 Paradigma da tarefa dupla.....	23
1.6 TDAH e memória de trabalho.....	25
<b>2. Objetivos.....</b>	<b>26</b>
2.1 Objetivo geral.....	27
2.2 Objetivos específicos.....	27
<b>3. Experimentos.....</b>	<b>28</b>
3.1 Experimento I.....	29
3.2 Experimento II.....	35
<b>4. Discussão Geral.....</b>	<b>42</b>
4.1 Relação entre a informação integrada e a isolada.....	45
4.2 Implicações práticas e relações futuras.....	46
<b>5. Conclusão.....</b>	<b>49</b>
<b>Referências.....</b>	<b>51</b>
<b>Anexo.....</b>	<b>56</b>

## **1 - Introdução**

A memória é um fenômeno de extraordinária complexidade que, em seu papel na definição do que é o indivíduo e na utilização do que fazemos com o passado para nos definirmos no presente, pode ser considerada uma força unificadora e construtiva, impedindo 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 (Lunardi, 2003).

Dentro deste contexto, a memória de trabalho surge como um dos mais importantes tópicos da psicologia cognitiva atual, sendo destacada a relevância deste construto tanto para a psicologia básica quanto para a psicologia aplicada. Segundo Baddeley (2007), ela estaria associada ao funcionamento das atividades mentais complexas que utilizam vários recursos cognitivos, tais como o raciocínio, aprendizagem, leitura, compreensão entre outras.

O enfoque dado por Baddeley (1986) ao estudo da memória de trabalho está centrado no fracionamento de seus sistemas de memória em subsistemas básicos, especialmente no armazenamento de diferentes tipos de informação. Porém, a literatura recente tem focado a manutenção da informação integrada por apresentar um papel importante para o desenvolvimento do modelo proposto por Baddeley e Hitch (1974), colocando em pauta questões como a necessidade de um armazenador integrador, o *buffer* (armazenador episódico), e a necessidade ou não de recursos extras do executivo central (Baddeley, 2000; Repovs & Baddeley, 2006; Allen, Baddeley & Hitch, 2006).

O propósito deste trabalho foi investigar se a conjunção de informações visuais e verbais na memória de trabalho requer recursos suplementares da atenção e se o armazenamento da informação integrada é diferente da informação isolada. Assim, em um primeiro momento, apresentaremos o modelo da memória de trabalho elaborado por Baddeley e Hitch (1974). Em seguida, apontaremos os estudos referentes à dissociação dos componentes do modelo e a integração de informações. Em uma segunda etapa, descreveremos a estrutura do modelo experimental, os resultados obtidos e uma discussão destes resultados. Em um terceiro e último passo apresentaremos as considerações finais deste estudo e sua relevância para a prática aplicada.

## **1.1 Memória de trabalho**

A memória de trabalho é um sistema de curto prazo que nos permite realizar simultaneamente o armazenamento e a manipulação de informações enquanto uma

determinada tarefa cognitiva é executada. Mesmo sendo um sistema de capacidade limitada, os processos que a envolvem abrangem uma importante gama de tarefas como leitura, compreensão, argumentação, aprendizagem e raciocínio. Na versão original do modelo proposto por Baddeley e Hitch (1974), a estrutura da memória de trabalho foi definida por um executivo central, mecanismo de controle, que atua como um sistema de atenção e dois subsistemas subsidiários de apoio, o laço fonológico, que atua como sistema de armazenamento auditivo e fonológico, e o esboço visuo-espacial, que atua como sistema de armazenamento visual e espacial (Baddeley, 2003, 2000, 1996, 1986; Repovs & Baddeley, 2006).

O laço fonológico é responsável por armazenar e manter um número limitado de informações verbais e auditivas. Este componente é formado por um mecanismo de armazenamento passivo, diretamente envolvido com a percepção da informação, que assegura e mantém traços de memória em forma acústica ou fonológica que enfraquecem em pouco tempo. Além disso, compreende um processo ativo de recitação articulatória, que mantém a informação na memória através do mecanismo de recitação interna, análogo à fala subvocal (Baddeley, 2000).

O sistema da memória visuo-espacial de curto prazo foi proposto inicialmente para explicar resultados experimentais que não eram facilmente explicáveis em termos da memória verbal (Baddeley, 1986). Este sistema tem como função armazenar e manipular as informações visuais dos objetos e suas respectivas relações espaciais. Estudos recentes deste componente têm focado a compreensão de suas características (Repovs & Baddeley, 2006) e a dissociação de seus subcomponentes (Della Salla, Gray, Baddeley, Allamano & Wilson, 1999; Logie, 1995; Smith, Jonides, Koeppel, Awh, Schumacher & Minoshima, 1995).

Assim, a informação proveniente do meio externo, se for constituída de palavras, por exemplo, será mantida durante um curto espaço de tempo, enquanto estiver sendo processada cognitivamente, no laço fonológico. Se a informação for constituída por imagens, será mantida no esboço visuo-espacial (Oliveira, 2007).

Estes sistemas são gerenciados e controlados pelo executivo central, um componente crucial para o funcionamento da memória de trabalho. Embora seja o componente mais complexo e menos compreendido (Baddeley, 1986) atua como um elemento responsável pelo processamento da informação e pelo controle da atenção. Sendo versátil, supervisiona e coordena os conteúdos dentro da memória de trabalho, bem como sua posterior integração com a memória de longo prazo (Repovs & Baddeley, 2006; Baddeley, 1996).

Baddeley (1986) realçou a necessidade de um detalhamento do executivo central e para suprir esta necessidade adotou o modelo neuropsicológico de Norman e Shallice (1980). De acordo com este modelo o controle da ação se dá através de um Sistema Atencional Supervisor (*Supervisory Attentional System, SAS*). Ações aprendidas e automatizadas pelo treinamento extensivo são guiadas por “esquemas” adquiridos por treinamento prévio disparados por conjuntos de estímulos ou contextos. Conflitos eventuais entre as atividades de diferentes esquemas seriam solucionados por um “mediador de conflitos” também treinado previamente.

Todavia, quando atividades novas estão envolvidas ou quando um estímulo urgente é apresentado, o SAS assume o controle da ação. Este sistema teria a função de inibir e de ativar esquemas diretamente (Baddeley, 1986, 2007). Por exemplo, andar de bicicleta envolve esquemas como pedalar, inclinar, virar, equilibrar e breicar. Ao se andar de bicicleta, essas sub-rotinas tornam-se pré-ativadas; um obstáculo à frente seria um estímulo ambiental suficiente para acionar um “esquema” para breicar ou desviar. Então, quando um estímulo urgente ou ameaçador é apresentado o SAS assume o controle da ação. De acordo com Repovs e Baddeley (2006), adotar o sistema SAS para explicar o executivo central oferece um suporte para as tarefas e processos que necessitam de um controlador atento, pois o executivo central parece estar envolvido principalmente como uma fonte de controle da atenção, focalizando e dividindo-a entre tarefas simultâneas.

Ainda no que concerne à questão estrutural, o modelo da memória de trabalho passou por mudanças. Este sistema de memória com dois armazenadores mostrava uma fraqueza quando era necessário integrar em uma representação unitária as informações de sistemas separados como o visual e o verbal, ou quando era necessário fazer a interface da informação nova com a informação da memória de longo prazo. Estas dificuldades sugeriram ao autor Baddeley a necessidade de um terceiro armazenador, um *buffer* (armazenador episódico), que teria a função de integrar e armazenar temporariamente em representações complexas, as informações armazenadas nos outros subsistemas, assim como aquela recuperada da memória de longo prazo (Baddeley, 2000; Repovs & Baddeley, 2006).

O *buffer* episódico é um armazenador com capacidade limitada em termos de números de episódios ou *chunks* (agregados) (Baddeley, 2000). Miller (1956) demonstrou que a capacidade de processamento da memória humana se estabelece em um patamar de sete unidades ou *chunks* de letras, números ou palavras, com um grau de variação de mais ou menos dois. Allen, Baddeley e Hitch (2006) acreditam que existem diferentes formas de

*chunks* dependendo se a união das informações envolve um ou mais subsistemas da memória de trabalho.

É importante ressaltar que o modelo da memória de trabalho (Baddeley, 2000) assume que o acesso dos subsistemas para o *buffer* ocorre através do executivo central. Então, qualquer forma de conjunção que requeira a codificação, o armazenamento ou ambas as funções dentro do *buffer* será particularmente dependente de recursos gerais da atenção vindos do executivo central (Allen, Baddeley & Hitch, 2006).

Um exemplo tornará mais claras as funções desempenhadas pelos diferentes componentes da memória de trabalho. Diante de um problema de aritmética escrito para um indivíduo, este deverá ser capaz de “ler” o código visual escrito utilizando seu esboço visuo-espacial para, antes de qualquer outra coisa, manter o enunciado do problema armazenado por tempo suficiente para que possa processá-lo. Esta manutenção é implementada no laço fonológico, onde a fim de estender o tempo de manutenção dessas informações, evitando sua perda prematura, o indivíduo pode lançar mão da repetição subvocal. A compreensão do enunciado requer o recrutamento do processador especializado em linguagem que contém o conhecimento relativo à fonologia, sintaxe e semântica.

A seguir, será necessária a construção de algum tipo de representação do problema, que conduzirá o indivíduo à seleção de algoritmos matemáticos apropriados, disponíveis na memória de longo-prazo, tendo como componente atuante nesta interface o *buffer*. Finalmente, o indivíduo executará os algoritmos e irá monitorar esse processo, a fim de chegar ao objetivo que é a solução do problema. Todo esse processo é gerenciado pelo executivo central, desde a ativação dos sistemas armazenadores para a manutenção do enunciado, o recrutamento do processador de linguagem, a busca e seleção dos algoritmos na memória de longo prazo, sua execução e monitoração, até o recrutamento do módulo de linguagem para a emissão da resposta. Ou seja, todo o processo cognitivo ocorre em um lugar “virtual” chamado memória de trabalho, tendo os múltiplos componentes seus papéis bem definidos.

Na figura 1 pode ser visto o esquema da revisão do modelo proposto por Baddeley (2000), incluindo partes da memória de longo prazo em cinza e o novo componente, o armazenador episódico, com sua operação via executivo central.

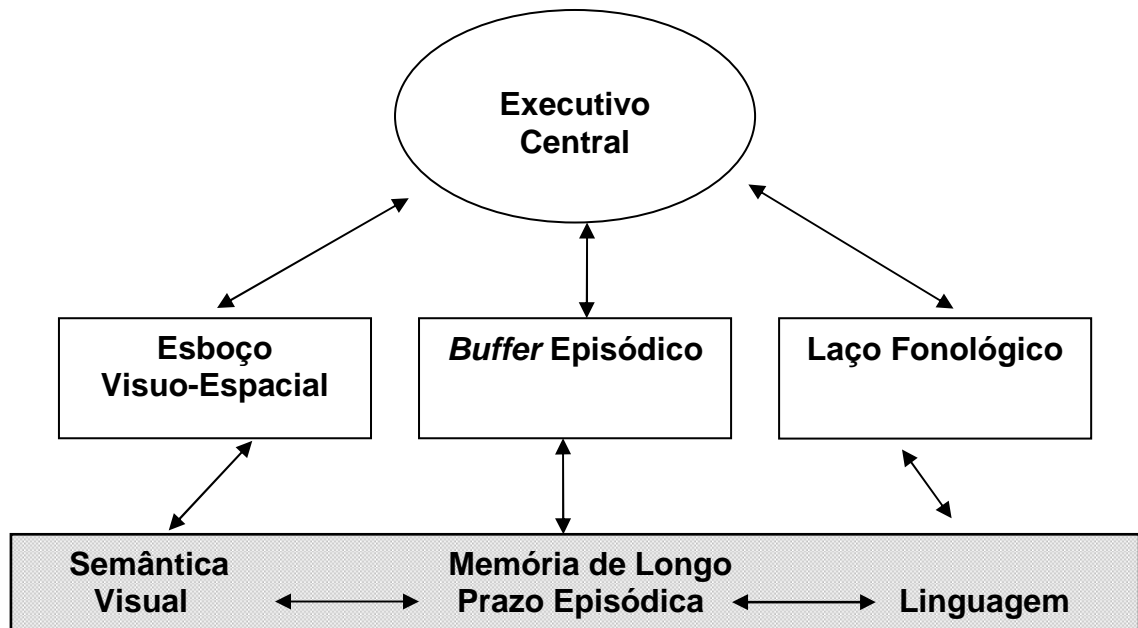


Figura 1: Modelo da memória de trabalho edificado por Baddeley (2000).

## 1.2 Fracionamento dos componentes

A origem do modelo da memória de trabalho está centrada no estabelecimento da independência dos seus sistemas. A dissociação entre memória verbal e não-verbal é bem estabelecida em estudos comportamentais com sujeitos normais (Logie, Zucco & Baddeley, 1990) e em estudos com pacientes neuropsicológicos, no qual foram identificados dois grupos de sujeitos em tarefas de *span* (capacidade) de dígitos e blocos de Corsi; um grupo que tinha o laço fonológico preservado e o componente espacial afetado, e outro grupo de sujeitos com padrões de resultados opostos (De Renzi & Nichelli, 1975, citado por Baddeley, 2007; ver também Hanley, Young & Pearson, 1991).

A separação entre os componentes verbal e espacial também foi sugerida por Smith, Jonides e Koeppel (1996) em um estudo das bases neurais humanas da memória de trabalho. Neste estudo os sujeitos deveriam memorizar letras e suas respectivas posições sendo monitorados pelo PET (tomografia por emissão de pósitron). Os resultados mostram que as tarefas verbais ativam principalmente o hemisfério esquerdo (área de Broca e área pré-motora) e as tarefas espaciais o hemisfério direito (córtex frontal ventro lateral, e o córtex occipital e parietal).



Além da separação entre os sistemas, estudos da memória de trabalho enfocaram a dissociação em subcomponentes desses sistemas como já vimos anteriormente. Baddeley (1986) estabeleceu uma distinção entre um armazenador fonológico, baseado na fala e um processo de controle articulatorio, um recitador. Esta dissociação é apoiada por pesquisas com pacientes com lesão cerebral, que apresentam armazenamento fonológico intacto, mas um processo de controle articulatorio prejudicado (Vallar, Betta & Silveri, 1997).

Da mesma forma que o laço fonológico pode ser dividido entre armazenador e articulador fonológico, o esboço visuo-espacial pode ser fracionado em dois componentes interdependentes. Um subcomponente passivo que armazena informações correlacionadas com questões do objeto-visual (formas, objetos e cores) e outro ativo que se encarregaria de lidar com as informações de ordem espacial (localização e movimento) (Della Sala, Gray, Baddeley, Allamano & Wilson, 1999; Darling, Della Sala & Logie, 2007).

Evidências da dissociação do esboço visuo-espacial também em dois subsistemas têm sido obtidas em estudos neuropsicológicos (Hecker & Mapperson, 1997; Darling, Della Sala, Logie & Cantagallo, 2006; Logie, 1995; Pickering, Gathercole, Hall & Lloyd, 2001), em estudos neurológicos através da tomografia por emissão de pósitron (PET) (Courtney, Ungerleider, Keil & Haxby, 1996; Smith, Jonides & Koeppel, 1996) e estudos comportamentais (Logie & Pearson, 1997; Darling, Della Sala & Logie, 2007). Logie (1995) sugeriu que a memória visuo-espacial é subdividida em um armazenador passivo (*visual cache*) que mantém a informação visual estática e um armazenador ativo (*inner scribe*) que, através de um mecanismo espacial de movimento, recita o padrão visual. Outros estudos comportamentais que avaliaram o desempenho de crianças de diversas faixas etárias na execução de tarefas de memória para padrões visuais e para seqüências de movimentos revelaram que as taxas de desenvolvimento são diferenciadas para o armazenamento de estímulos visuais e espaciais, sugerindo que os componentes são preservados em registros independentes (Logie & Pearson, 1997).

### **1.3 Relação dos componentes e a integração de informações**

Esta separação dos subcomponentes e dos sistemas vista anteriormente não pode ser radical. Em algum momento a informação contida em cada subsistema deve ser integrada. Por exemplo, quando você precisa ir a um lugar novo, você tem pontos visuais de referência (“ao lado da casa azul”) e tem uma localização espacial a ser percorrida (“vire a direita no

semáforo”), estas duas informações devem ser integradas para que você possa corretamente chegar ao destino desejado.

Experimentalmente, Olson e Marshuetz (2005) mostraram que o reconhecimento de faces é afetado pela posição em que a face ocorreu, mas o reconhecimento da posição independe da face que a ocupava. Os resultados sugerem uma interferência significativa da mudança de localização quando há a necessidade de detectar mudanças visuais e essa interferência se dá especificamente nas situações de mudanças de localização relativa das faces e não nas mudanças de localização absoluta. Os autores concluem que os subsistemas visuais e espaciais não são totalmente independentes, mas que a memória de trabalho visual carrega em seu processamento informações relacionada apenas à localização relativa dos seus objetos.

Finke, Bublak, Neugebauer e Zihl (2005) também sugerem que objeto e posição são armazenados de maneira integrada na memória de curto prazo. Eles investigaram a informação espacial e a visual em condições de cooperação em dois tipos de tarefas de memória. Em uma os sujeitos deveriam armazenar a forma ou a localização de um polígono, e em outra deveria reter a forma e a localização conjuntamente. Os resultados mostram que os sujeitos apresentam desempenho semelhante nos dois tipos de tarefas, visuais e espaciais. Quando os sujeitos deveriam responder com base na informação integrada, houve um decréscimo no desempenho, principalmente quando a dimensão espacial era diferente entre o teste e o estímulo memorizado. Este dado revela que a localização espacial é uma informação importante para a recordação de itens conjugados. É importante ressaltar que na condição de armazenamento em paralelo da informação visual e espacial ocorreu um custo ao sistema, indicando que a forma e localização competem pelos mesmos recursos.

Treisman e Zhang (2006) também investigaram a contribuição da posição espacial para a combinação de forma e cor em uma tarefa de reconhecimento de objetos. O paradigma utilizado procurou determinar a interferência de uma mudança em uma característica irrelevante de um objeto, por exemplo, sua localização espacial, sobre o reconhecimento de uma característica relevante, como sua forma e/ou cor. Se for possível mostrar, por exemplo, que a mudança na posição de um objeto pode interferir em seu reconhecimento, poder-se-á concluir que o objeto e sua posição foram memorizados em uma representação unitária que integra o que é e onde está o objeto. Com base neste paradigma, o teste envolvia a apresentação de três formas coloridas (teste completo) ou de apenas uma forma colorida (teste simples). A tarefa dos participantes era a de informar se as características do teste eram iguais às características apresentadas inicialmente. Os resultados indicaram que a integração de

características visuais é mediada pela conjunção entre posição e suas características visuais. Levando em conta que a localização não é relevante para a tarefa, pode-se supor que essa combinação é feita automaticamente.

Em um estudo preliminar em nosso laboratório, Corder e Galera (2009) aplicaram o paradigma da detecção da mudança (*change detection*), utilizado por Treisman e Zhang (2006), à tarefa de reconhecimento de sequência. O objetivo era determinar se a conjunção de objeto e posição era codificada automaticamente quando apenas uma das dimensões, o objeto ou sua posição era exigida para o reconhecimento. Os resultados mostraram que quando se julga a igualdade de duas seqüências em termos das figuras geométricas, uma mudança na posição de uma das figuras afeta o reconhecimento da seqüência. Mas, o reconhecimento das posições espaciais não é afetado pela mudança de um dos objetos da seqüência. Ou seja, existe uma assimetria na recordação da forma e da posição dos objetos, sugerindo talvez uma representação hierárquica na qual os objetos podem ser referenciados pela posição que ocupam, mas a posição não pode ser referenciada pelos objetos.

Evidências experimentais também sugerem que características visuais e verbais podem ser armazenadas de forma integrada. Por exemplo, Chincotta, Underwood, Ghani, Papadopoulou e Wresinski (1999) em um estudo sobre a amplitude da memória para números arábicos e seus vocábulos, mostraram que os indivíduos usavam tanto codificações verbais como visuais em experimentos manipulando a localização dos estímulos, com e sem tarefas secundárias (ruído visual dinâmico e supressão articulatória). Os resultados sugerem que a informação verbal processada no laço fonológico e as informações visuais processadas no esboço visuo-espacial podem ser combinadas e armazenadas em um lugar comum dentro da memória de trabalho.

Logie, Della Sala, Wynn e Baddeley (2000) também sugerem a presença de um código visual para a retenção de seqüências verbais apresentadas visualmente em adição ao código fonológico. Esses autores realizaram quatro experimentos no qual manipularam o grau de similaridade, consistência visual (letras maiúsculas e minúsculas), com ou sem supressão articulatória. Os resultados mostraram que em ambos os estímulos (palavras e letras) a similaridade entre estímulos visuais (letras) afetou a recordação, e que a supressão articulatória e a similaridade visual afetam independentemente o desempenho, sugerindo que os indivíduos podem ser capazes de utilizar dois códigos diferentes na retenção de seqüências randômicas; o fonológico e visual combinado.

Morey (2009) em um estudo com seqüências espaciais de letras testou se o objeto isolado ou sua conjunção (espacial e verbal) podem ser armazenados da mesma forma. Em

seus resultados o autor verificou que a supressão articulatória prejudicou a memória para conjunção (espacial-verbal), mas não prejudicou a memória espacial, indicando que a informação espacial pode ser armazenada de maneira diferente quando for integrada a verbal. Além disso, sugere que o armazenamento de duas informações de sistemas diferentes pode ser realizado pelo *buffer* (Baddeley, 2000), ao invés de serem armazenadas em domínios específicos.

#### **1.4 O papel da atenção na integração da informação**

Uma questão central investigada quando se trata da integração de características na memória visual diz respeito se esta requer um custo extra do executivo central ou se ocorre automaticamente. O papel dos recursos da atenção para a memória de trabalho é de particular importância teórica por ser estipulado como chave na operação realizada pelo *buffer* na integração de características (Baddeley, 2000).

No paradigma experimental utilizado por Luck e Vogel (1997) uma tela com um número variável de estímulos era apresentada para memorização e, depois de um intervalo de retenção, um estímulo teste igual ou diferente ao primeiro era apresentado para julgamento. Os resultados mostram que os participantes são capazes de armazenar até quatro objetos com cores diferentes, ou quatro objetos com orientações diferentes. E, mais interessante, os participantes podem armazenar até quatro objetos definidos pela conjunção de cor e orientação. Ou ainda, que objetos definidos pela conjunção de quatro características podem ser armazenados tão bem quanto objetos definidos apenas por uma característica e que a união das características dentro dos objetos é um processo automático, isto é não requer recursos da atenção.

Wheeler e Triesman (2002) utilizando o paradigma da detecção da mudança sugerem que o armazenamento é realizado tanto em termos de características isoladas como de características integradas, e que esta integração não é um processo automático, mas necessita de atenção. Estas autoras realizaram cinco experimentos em que uma série de formas coloridas era apresentada aos sujeitos e depois de um intervalo de retenção, o estímulo teste, variando em forma e/ou cor, era apresentado para o julgamento. É importante ressaltar que nas provas em que os estímulos teste eram diferentes do apresentado inicialmente, as mesmas características eram apresentadas, mas com conjunções diferentes. Os resultados mostram que o desempenho foi pior nas situações em que houve diferenças nas conjunções do estímulo

teste, sugerindo que os objetos são armazenados em conjunções visuais e que estas se desintegram se não houver recursos atentos suficientes para mantê-las ativas em um “*arquivo de objeto*”.

Allen, Baddeley e Hitch (2006) investigaram se na integração e armazenamento das características visuais são necessários recursos atentos (processo ativo) ou não (processo automático). O paradigma utilizado neste estudo foi de uma tarefa de reconhecimento com uma tarefa dupla, a qual possibilita verificar o envolvimento dos recursos atentos na integração das características na memória de curto prazo. A tarefa principal consistia na apresentação de quatro figuras geométricas com cores diferentes, com uma tarefa secundária no intervalo de retenção, a contagem regressiva. Depois do intervalo de retenção, uma figura teste era apresentada e o sujeito deveria julgar se a cor e/ou forma era igual à figura original. Os resultados mostraram que a tarefa secundária afeta a precisão das respostas e que o efeito da contagem regressiva foi semelhante tanto nas tarefas com característica integradas, como nas características isoladas. Sugerindo assim, que a integração das características visuais (cor e forma) foi mantida na memória sem a necessidade do envolvimento extra do executivo central, ou seja, a integração foi um processo automático.

Johnson, Hollingworth e Luck (2008) examinaram o papel da atenção na manutenção de características integradas na memória de trabalho visual utilizando o paradigma de detecção da mudança. Os participantes deveriam detectar mudanças nas cores e orientações espaciais dos objetos apresentados para a memorização. Para os autores, se a atenção é mais importante para manter a conjunção do que a característica isolada, a tarefa que requer atenção deve especialmente romper o desempenho da tarefa de memória para a conjunção. Em seus resultados o oposto foi encontrado, tanto a tarefa de memória para conjunção como para característica isolada foram prejudicadas igualmente pela tarefa de detecção da mudança, indicando que a conjunção não requer recursos extras da atenção.

Baddeley, Hitch e Allen (2009) exploraram se a integração da informação verbal na memória de trabalho envolve um *buffer* e se este requer ou não recursos extras da atenção. Os autores utilizaram o paradigma de tarefas duplas, comparando os efeitos de diferentes tarefas concorrentes (contagem regressiva, supressão articulatória) na recordação serial imediata de sentenças e de listas de palavras. Os resultados mostraram que as tarefas secundárias prejudicaram a recordação global, mas não removeram ou reduziram o efeito da superioridade da sentença em relação à lista de palavras, sugerindo que processos executivos não são essenciais para a conjunção das sentenças. Além disso, os autores sugerem a completa

separação entre o controle executivo e o armazenamento passivo episódico, tendo o *buffer* acesso direto aos sistemas e a memória de longo prazo.

De maneira geral, os estudos que investigaram a relação entre atenção e memória visual sugerem que a capacidade de armazenamento do sistema depende mais do número de objetos do que de características isoladas e que esta integração é um processo automático. Da mesma forma que a informação de um mesmo sistema pode ser integrada, as características de sistemas diferentes como visuais e verbais ou verbais e espaciais também podem ser armazenadas de maneira integrada? Por exemplo, em uma conferência, a apresentação é composta pela voz do apresentador e por imagens visuais contidas nos slides, exigindo da platéia que integre as duas informações para melhor compreensão. Esta integração requer recursos da atenção?

Prabhakaran, Narayanan, Zao e Gabrieli (2000) utilizaram a imagem funcional para identificar as regiões cerebrais envolvidas na manutenção da informação integrada e não integrada na memória de trabalho. Nos experimentos os indivíduos realizavam quatro tarefas com informações verbais, espaciais e a conjunção delas. Um aparelho de ressonância magnética registrava a área mais ativada durante as tarefas. Os resultados mostraram que o córtex frontal é mais ativado na manutenção das conjunções do que das características isoladas, região esta potencialmente implicada com o envolvimento do executivo central. Além disso, os sujeitos foram mais precisos e rápidos para objetos integrados do que objetos separados, sugerindo que mais recursos neurais são necessários para manter a informação separada.

Zhang, Zhang, Sun, Li, Wang, He & Hu (2004) investigaram as funções envolvidas na memória de trabalho para ordem temporal com modalidade de apresentação cruzada (dígitos auditivos e localização visual). Os sujeitos deveriam recordar dígitos auditivamente e suas localizações apresentadas visualmente em ordem misturada ou não. Através da ressonância magnética os autores perceberam que o córtex pré-frontal direito pode ter um papel importante para a integração de modalidades cruzadas, assim com o estudo de Prabhakaran, et al. (2000). Estes dois estudos identificam o importante papel do córtex pré-frontal (atenção), na integração de diferentes sistemas da memória de trabalho e demonstram um possível correlato neural ao *buffer*.

Gajewski e Brockmole (2006) testaram o papel da atenção para a manutenção da conjunção na memória utilizando uma dica espacial exógena em apresentações visuais e recordação verbal de formas, cores ou ambas. Embora a dica tenha influenciado o desempenho da tarefa principal indicando um papel geral da atenção na manutenção do

objeto, os autores observaram um padrão de “tudo ou nada” para o esquecimento. Estes resultados sugerem que os objetos são processados como unidades únicas e que as características são recordadas independentes mesmo quando a atenção é retirada.

Maybery et al. (2009) investigaram a conjunção verbal e a localização espacial na retenção de seqüências de estímulos acústicos distribuídos espacialmente em diversos alto-falantes ao redor do participante. Os resultados mostraram que a conjunção persiste na memória de trabalho e é independente da codificação de outros sons. Além disso, que a integração parece ser uma propriedade geral da retenção da informação auditiva e todos os experimentos apontam para um papel central da atenção voluntária, quando os sujeitos mantêm ambas as características e também apenas uma.

Bao, Li e Zhang (2007) investigaram a atenção seletiva dentro da memória de trabalho verbal e espacial separadamente ou sua conjunção. Os resultados demonstraram que a mudança de atenção entre propriedades de um item integrado (informação verbal e espacial) na memória de trabalho foi mais rápida quando ambas as características compreendiam o mesmo objeto do que para características isoladas, sugerindo que diferentes informações podem ser integradas e podem requerer o foco da atenção, sendo um processo voluntário.

Elsley e Parmentier (2009) compararam o desempenho da tarefa principal de reconhecimento de letras e suas localizações realizadas com e sem uma tarefa secundária atencional (seqüência de tons puros). O objetivo era investigar se a conjunção de informações verbais (apresentada visualmente) e espaciais envolvia recursos gerais da atenção. Para os autores se o desempenho da tarefa primária com a tarefa secundária fosse menor para a conjunção do que para as características isoladas, significaria que esta requer recursos da atenção. Os resultados mostraram que a tarefa secundária teve um efeito prejudicial sobre a tarefa principal afetando principalmente a memória para a conjunção verbal e espacial, sugerindo o envolvimento do executivo central no armazenamento desse tipo de conjunção na memória de curto prazo.

Caprio, Godoy e Galera (submetido) investigaram a integração da informação visual e verbal utilizando uma tarefa de localização espacial na qual os sujeitos deveriam recordar as posições dos estímulos identificáveis por informações visuais (faces), verbais (nomes de pessoas, de objetos e pseudopalavras) e a conjunção deles. Os resultados mostraram que essa combinação não acontece automaticamente, pelo contrário, quando ambas as modalidades devem ser armazenadas há um prejuízo para o desempenho, tanto para o visual como para o verbal. O efeito simétrico sobre a tarefa visual e a tarefa verbal sugere que o prejuízo que acompanha a necessidade de armazenar tanto o nome como a face, é externo aos sistemas

verbal e o visuo-espacial. Nesse caso, pode-se atribuir o prejuízo tanto à capacidade de armazenamento do terceiro sistema de armazenamento, *buffer*, como se pode atribuir o prejuízo a uma limitação atencional.

Mais recentemente, Allen, Hitch e Baddeley (2009) examinaram o papel da atenção na conjunção de cores e formas através de duas modalidades de apresentação, a visual e a verbal. Nos três experimentos foram realizadas tarefas de reconhecimento nas quais os sujeitos desempenhavam quatro condições: cor e forma em um único objeto, cor e forma em objetos separados, cor apresentada auditivamente e forma visualmente e vice-versa. Os resultados demonstraram que os participantes foram capazes de integrar as características através das duas modalidades de apresentação (visual e auditiva) e que o armazenamento da conjunção não requer maior demanda de atenção, sugerindo ser um processo automático.

Em suma, é possível verificar que a memória de trabalho é capaz de reter temporariamente diversas informações de forma integrada. Porém, ainda há dúvidas na literatura se a conjunção de informações de sistemas diferentes como o visual e verbal é realizada com ou sem um custo extra do executivo central, e como os recursos dos dois componentes são utilizados neste processo. Assim sendo, o objetivo deste trabalho foi investigar se a integração da informação verbal (nomes) e visual (fotos de faces humanas) na memória de trabalho requer recursos suplementares da atenção e se o armazenamento da informação integrada era diferente da informação isolada comparadas com as mesmas tarefas secundárias. Com esse objetivo utilizamos uma tarefa de memória de reconhecimento com o paradigma de tarefas duplas, no qual havia tarefas secundárias que exigiam recursos da atenção, (contar de trás para frente de 3 em 3), recursos visuais (ruído visual dinâmico), e recursos fonológicos (supressão articulatória).

## **1.5 Paradigma da tarefa dupla**

A idéia principal da tarefa dupla é que se a capacidade de um componente da memória de trabalho é saturada por uma tarefa inicial, o desempenho simultâneo de uma segunda que utilize os mesmos recursos irá prejudicar o desempenho da tarefa primária (Baddeley, 1986; Quinn & McConnell, 1996, 1999). O fator de interesse é o decréscimo no desempenho da tarefa primária ocasionado pela atividade concomitante da tarefa secundária, relacionada à condição controle, quando não há interferência (Klauer & Zhao, 2004, Mohr & Linden, 2005). Este paradigma se mostrou consistente e válido tanto para pacientes saudáveis



quanto para pacientes com danos cerebrais, como no caso de pacientes com Alzheimer (MacPherson, Della Sala & Logie, 2004).

A contagem regressiva é um exemplo de tarefa dupla que, de acordo com Allen, et al. (2006), é um ótimo instrumento para avaliar a influência dos processos atentos em tarefas que também dependam da atenção. Lee e Kang (2002) demonstraram que a tarefa dupla envolve diferentes subsistemas da memória de trabalho, tendo efeito diferenciado nas tarefas de multiplicação e subtração, além disso, a contagem regressiva limita a codificação verbal nos testes que utilizam padrões visuais, exigindo uma demanda maior de atenção.

O ruído visual dinâmico é outra técnica usada como tarefa dupla e consiste em apresentar ao sujeito uma tela preta com quadrados brancos que mudam continuamente do preto para o branco de maneira aleatória, criando um efeito característico do chuveirar da televisão, capaz de causar queda no desempenho da memória de trabalho visual (Quinn & McConnell, 1996, 1999; Darling, Della Sala & Logie, 2009). Quinn e McConnell (2006) utilizaram o ruído visual dinâmico para interferir com palavras processadas sob instrução visual e verbal. Os pesquisadores verificaram que o ruído afetou a codificação de palavras apresentadas visualmente, mas não prejudicou a manutenção da informação.

Outro exemplo de tarefa dupla é a supressão articulatória que consiste na repetição de uma sílaba (por exemplo, “blá”) simultaneamente a realização da prova principal para prejudicar o desempenho da memória de trabalho verbal (Logie, 1995). Considerando que a supressão articulatória impede a recitação do nome dos estímulos, Galera e Fuhs (2003) investigaram se uma tarefa de supressão verbal, ao eliminar o acesso desses estímulos ao laço fonológico, igualaria as taxas de reconhecimento de letras e de padrões visuais. Seus resultados mostraram que a supressão articulatória não afeta o reconhecimento dos padrões visuais, apenas das letras, sugerindo que os primeiros não são armazenados em termos fonológicos.

A aplicação do paradigma de tarefas duplas na memória de trabalho já revelou na literatura características importantes da estrutura funcional e das propriedades dos sistemas de armazenamento. Neste trabalho pretendemos determinar se o efeito de uma tarefa secundária, a contagem regressiva, realizada simultaneamente a uma tarefa de reconhecimento de faces ou de nomes ou a conjunção face-nome, possibilitaria um decréscimo maior no desempenho da recordação da conjunção, por exigir recursos do executivo central. Além disso, como os recursos específicos de cada componente, visual e verbal, estão envolvidos na conjunção, ou seja, se tarefas secundárias como o ruído visual dinâmico e supressão articulatória iriam prejudicar a memória para conjunção da mesma forma que as informações isoladas.

## 1.6 TDAH e a memória de trabalho

Pode-se compreender o TDAH como um problema do funcionamento de certas áreas do cérebro que comandam o comportamento inibitório (freio), a capacidade de executar tarefas de planejamento, a memória de trabalho, entre outras funções, determinando que o indivíduo apresente sintomas de desatenção, agitação (hiperatividade) e impulsividade (Knapp; Rohde; Lyszkowski & Johannpeter, 2002).

Através de alguns estudos neuropsicológicos pode-se perceber que este transtorno está associado a alterações do córtex pré-frontal e de suas projeções em estruturas subcorticais. O que caracteriza esse transtorno por frequentes níveis de desatenção, impulsividade, hiperatividade, desorganização e inabilidade social, envolvendo um déficit do sistema inibitório ou das funções executivas da memória de trabalho (Messina & Tiedemann, 2009).

Karatekin (2004) investigou a integridade do funcionamento da memória de trabalho em crianças com TDAH. Crianças de 8 a 15 anos com e sem o transtorno realizaram tarefas de memória de curto prazo verbal e espacial. Os resultados mostram que crianças com TDAH não diferem das sem o TDAH na recordação de dígitos e nem no tempo de resposta das tarefas realizadas isoladamente. No entanto há uma queda significativa no desempenho das tarefas primárias quando são realizadas com uma secundária, sugerindo assim um prejuízo no executivo central, componente responsável por dividir a atenção no modelo da memória de trabalho.

Messina e Tiedemann (2009) investigaram as habilidades cognitivas da memória de trabalho em crianças e adolescentes com TDAH. Foi aplicado o teste TIHC – Teste Infantil de Habilidades Cognitivas informatizado. As análises executadas indicaram a existência de diferenças em diversos aspectos relacionados à memória nos tipos peculiares de crianças com TDAH. Crianças com TDAH obtiveram bom desempenho nas provas de memória visual em detrimento as provas de memória auditiva, sugerindo que as crianças com TDAH beneficiam-se menos dos recursos verbais e mais dos visuais.

Em suma, na relação entre a memória de trabalho e o TDAH, verificou-se que as pesquisas estão assumindo grandes proporções e que há poucas contribuições que relacionem o transtorno a estudos com a integração de informação na memória de curto prazo, decorrente a isso tentaremos correlacionar nossos dados com esta literatura.

## **2- Objetivos**

## **2.1 Geral**

Investigar se a integração da informação verbal e visual na memória de trabalho requer recursos suplementares da atenção e, se há um armazenamento diferenciado entre a informação integrada e a informação isolada.

## **2.2 Específicos**

- Comparar o efeito de uma tarefa secundária atencional em tarefas de reconhecimento visual, verbal e para a conjunção visual-verbal;
  
- Comparar o efeito de uma tarefa secundária visual (ruído visual dinâmico) na memória para conjunção visual-verbal e na memória das características isoladas;
  
- Comparar o efeito de uma tarefa secundária verbal (supressão articulatória) na memória para conjunção visual-verbal e na memória das características isoladas;
  
- Comparar o reconhecimento da conjunção visual-verbal nas condições em que a tarefa secundária era visual (ruído visual dinâmico) e verbal (supressão articulatória).

## **3- Experimentos**

### **3.1 Experimento I:**

Neste experimento investigamos se a integração de informações visuais e verbais na memória de trabalho é um processo automático ou se requer recursos extras da atenção vindos do executivo central. O método utilizado foi uma tarefa principal de reconhecimento de item que consistiu na apresentação de fotos de faces humanas, nomes e a conjunção face-nome e uma tarefa dupla realizada durante o intervalo de retenção, a contagem regressiva de 3 em 3. A tarefa do participante foi julgar se o estímulo teste foi apresentado na seqüência inicial ou não. Nossa hipótese foi que, se a tarefa secundária atencional provocasse um decréscimo maior no reconhecimento da conjunção do que das informações memorizadas isoladamente, significaria que a integração face-nome requer recursos suplementares da atenção vindos do executivo central.

#### **Método**

##### **Participantes:**

Os 17 participantes eram universitários do campus da USP de Ribeirão Preto-SP, faixa etária entre 18 e 40 anos (média de 28,43), de ambos os sexos (9 homens), com visão e audição normal ou corrigida.

##### **Material e Estímulos:**

O experimento foi montado e executado pelo pacote de programas E`Prime® 1.2 (Schneider, Eschman & Zuccoloto, 2002) processado em um Pentium III. Os estímulos foram apresentados em um monitor Flatron 795FT Plus, com resolução de 800 x 600 pixels e taxa de atualização vertical de 100 Hz. Os participantes permaneceram sentados em frente à tela a uma distância de aproximadamente 60 cm, em uma sala experimental com iluminação e som adequados.

Os estímulos visuais foram fotos de faces humanas (figura 2 A) em preto e branco, sem expressões que denotassem sentimentos, com 274 x 350 pixels. Elas foram apresentadas sob o fundo preto no centro da tela do monitor. As figuras foram retiradas do site:

<http://pics.psych.stir.ac.uk/cgi-bin/PICS/New/pics.cgi> e em seguidas padronizadas com o programa photoshop.

Os estímulos sonoros (figura 2 B) gravados em uma sala específica com o editor de áudio Gold Wave version 4.25, foram nomes com no máximo 6 letras, dissílabos apresentados auditivamente através de um fone de ouvido.

A)



B)

Bruna	André
Dora	Bruno
Elza	Davi
Jade	Glauco
Malu	Hugo
Rute	Marcos

*Figura 2.* Exemplos de faces (A) e nomes (B) utilizados nos experimentos.

O Comitê de Ética em Pesquisa da Faculdade de Filosofia, Ciências e Letras de Ribeirão Preto-USP aprovou a execução desta pesquisa, sob o número de protocolo 014/2009-11/03/2009, estando, portanto, de acordo com a Resolução CNS 196/96 (anexo 2).

## **Procedimento**

Inicialmente foi explicado pelo experimentador ao participante o objetivo do trabalho e a tarefa a ser realizada. Após a assinatura do Termo de Consentimento, ele foi levado à sala experimental e novamente, na tela do computador, as instruções do experimento foram recordadas.

A sessão tinha início com um treino da tarefa de contagem regressiva. Nessa situação um número de dois dígitos era apresentado no centro da tela do computador por 300ms e o

participante iniciava a contagem regressivamente de 3 em 3 a partir desse número, de maneira contínua, em voz alta, sob a supervisão do experimentador, durante 6 segundos. Este treino da contagem regressiva tinha objetivo de familiarizar o participante com a tarefa e de estabelecer uma linha de base para a contagem.

Em seguida, os participantes passaram individualmente por três condições experimentais em ordem aleatória. Em uma condição os estímulos a serem memorizados foram fotos de faces humanas, em outra condição foram nomes apresentados auditivamente e em outra os estímulos foram a conjunção face-nome.

No experimento foram realizados três blocos de provas para cada condição, um bloco inicial de treino com 2 provas, um bloco controle (sem contagem regressiva) com 24 provas de reconhecimento e um bloco experimental (com contagem regressiva) com 24 provas de reconhecimento com uma tarefa secundária realizada no intervalo de retenção. No bloco controle, para a condição com apenas o estímulo face, cada prova, em seu início, teve a apresentação de uma tela preta por 500 ms, em seguida foi apresentado no centro da tela uma seqüência de quatro estímulos com 1 segundo para a memorização e com um intervalo de 500 ms entre um estímulo e o outro. Para a condição apenas com nomes, cada prova, em seu início, teve a apresentação por 500 ms de um tela, em seguida foi apresentado auditivamente uma seqüência de quatro estímulos sonoros com duração aproximada de 250 ms para cada nome e um intervalo entre um estímulo e outro de 1,25 segundo. Para a condição de conjunção face-nome foi realizada a apresentação das duas situações concomitantemente (figura 3).

Depois da apresentação dos estímulos a serem memorizados, houve um intervalo de retenção de 6 segundos sem nenhuma tarefa a ser executada e em seguida um estímulo teste foi apresentado e permaneceu na tela até que o participante emitisse sua resposta. Esta foi dada com o dedo indicador da mão direita no teclado do computador. No caso do estímulo teste ser considerado como igual a um dos apresentados na seqüência, a resposta deveria ser 1, caso contrário, deveria pressionar a tecla de número 2. Em metade das provas o estímulo teste pertencia à seqüência memorizada. É importante ressaltar que na condição face-nome, as respostas negativas foram exigidas frente a um estímulo teste definidas pela conjunção de uma face e um nome que haviam sido apresentados na seqüência inicial, mas combinadas de forma diferente.

No bloco experimental o procedimento foi o mesmo, com a exceção do acréscimo de uma tarefa secundária, a contagem regressiva de 3 em 3 realizada durante intervalo de retenção. Na contagem regressiva um número de dois dígitos apareceu no centro da tela do



computador por 6 segundos depois de 300ms do último estímulo memorizado e o participante em voz alta deveria contar regressivamente de maneira contínua, sob a supervisão do experimentador, até o aparecimento do estímulo teste.

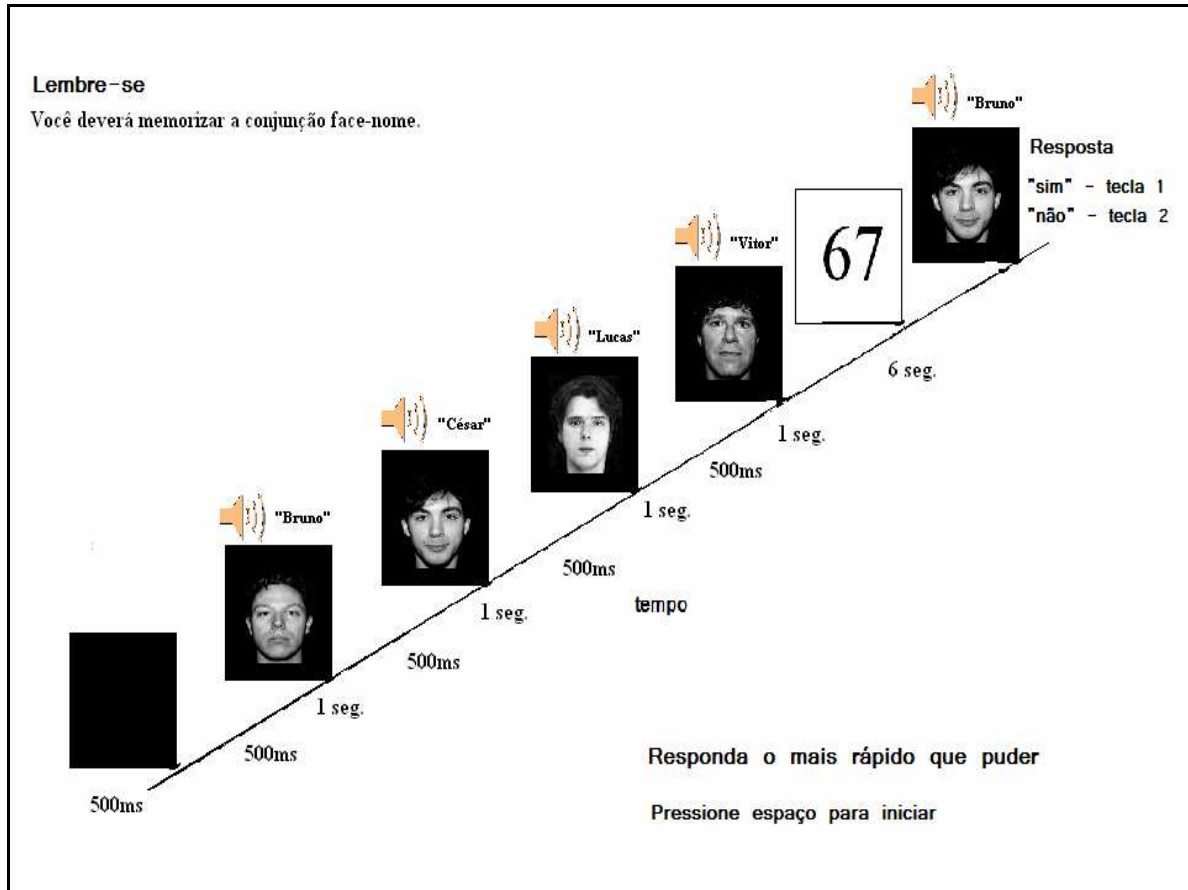


Figura 3. Esquema da tarefa com a condição conjunção com contagem regressiva realizada no experimento1.

## Resultados e Discussão

Foram realizados dois tipos de análises, uma que levou em conta a acurácia (porcentagem de respostas corretas) e outra o tempo de resposta. Para ambas, utilizamos análise de variância (ANOVA). Esta análise considerou medidas repetidas em dois fatores: tarefa secundária (contagem regressiva e sem contagem regressiva) e tipos de tarefas (apenas face, apenas nome e a conjunção face-nome). O teste *post hoc* de Newman-Keuls ( $p < 0,05$ ) foi para identificar diferenças mais específicas.

A análise da acurácia mostra que o tipo de tarefa secundária (com e sem contagem regressiva) teve efeito significativo sobre o desempenho da tarefa principal ( $F(1,16) = 22,97$ ;  $p < 0,001$ ;  $\eta^2_p = 0,58$ ). O desempenho é melhor nas situações sem a contagem regressiva com

média de acertos de 82% (epm= 3%) e pior com a contagem regressiva, com média de acertos de 75% (epm= 5%).

A tarefa principal de reconhecimento varia em função do tipo da informação a ser memorizada ( $F(2,32) = 41,91$ ;  $p < 0,001$ ;  $\eta^2_p = 0,72$ ). O desempenho do sujeito é pior nas provas com a conjunção face-nome ( $M= 63\%$ ,  $epm= 4\%$ ) e melhor nas provas com nomes ( $M= 91\%$ ,  $epm= 2\%$ ). Nas provas com a apresentação de faces o desempenho dos sujeitos foi de 83% ( $epm= 2\%$ ). Estes resultados indicam que a informação verbal tem um predomínio em relação à informação visual e à situação na qual a conjunção é exigida.

Finalmente, houve uma interação significativa entre o tipo de tarefa principal e as tarefas secundárias (com e sem contagem regressiva) ( $F(2,32) = 54,14$ ;  $p < 0,001$ ;  $\eta^2_p = 0,77$ ). Como se pode observar na figura 4, a realização da contagem regressiva provoca um prejuízo de 16% na tarefa de reconhecimento quando os estímulos são definidos pela conjunção face-nome (com contagem ( $M= 55\%$ ;  $epm= 4\%$ ), sem contagem ( $M= 71\%$ ,  $epm= 3\%$ )) enquanto que nas provas em que os estímulos são apenas as faces (com contagem ( $M= 85\%$ ;  $epm= 2\%$ ), sem contagem ( $M= 81\%$ ,  $epm= 2\%$ )) ou apenas os nomes (com contagem ( $M= 87\%$ ;  $epm= 2\%$ ), sem contagem ( $M= 96\%$ ,  $epm= 2\%$ )) esse prejuízo foi de, respectivamente, 4% e 9%. Esta interação sugere que o armazenamento da conjunção face-nome e a tarefa de contagem regressiva utilizam recursos atencionais comuns, em uma proporção maior do que a exigida no armazenamento da informação visual e verbal, tomadas isoladamente.

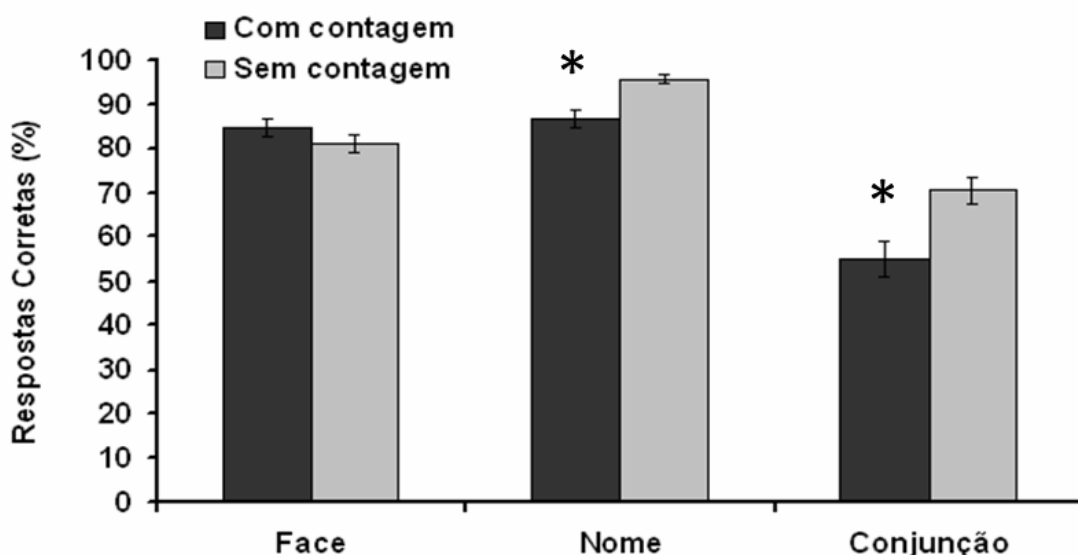
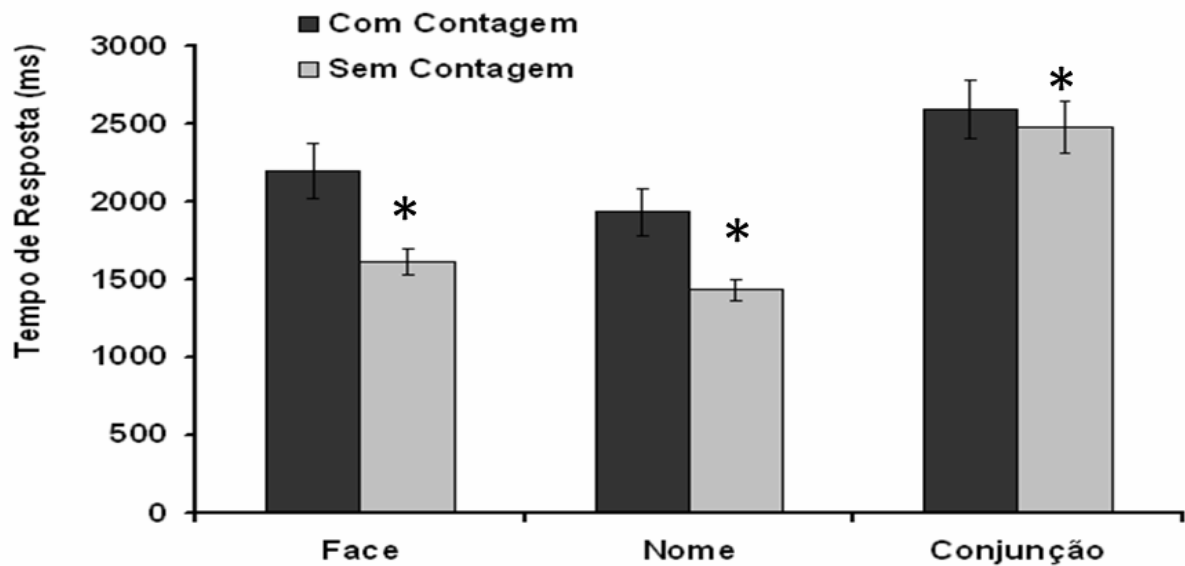


Figura 4. Porcentagem de respostas corretas em função dos diferentes tipos de estímulos (visual, verbal e conjunção) e da presença da tarefa secundária (Com contagem ou Sem contagem). O “\*” indica diferenças significativas com  $p < 0,05$ .

A mesma ANOVA aplicada aos tempos de resposta revela que o tipo de tarefa interveniente (com e sem contagem regressiva) teve efeito significativo sobre o desempenho da tarefa principal (face, nome e conjunção) ( $F(1,15) = 18,14$ ;  $p < 0,001$ ;  $\eta^2_p = 0,54$ ) (figura 5). Os participantes são mais rápidos nas provas sem a contagem regressiva ( $M = 1843$  ms;  $epm = 157$  ms) do que com a contagem regressiva ( $M = 2243$  ms;  $epm = 182$  ms).

O tempo de reação da tarefa principal de reconhecimento varia em função do tipo de estímulo apresentado ( $F(2,30) = 42,28$ ;  $p < 0,001$ ;  $\eta^2_p = 0,73$ ). O sujeito é mais lento nas provas com a conjunção ( $M = 2539$  ms;  $epm = 173$  ms), do que face ( $M = 1908$  ms;  $epm = 154$  ms) e mais rápido para estímulos sonoros (nome) ( $M = 1684$  ms;  $epm = 132$  ms).

Houve uma interação significativa entre o tipo de estímulo da tarefa principal e as tarefas secundárias (com e sem contagem regressiva) ( $F(2,30) = 7,53$ ;  $p = 0,002$ ;  $\eta^2_p = 0,33$ ) (figura 5). Neste caso houve um prejuízo de 116 ms no tempo de resposta da tarefa primária causado pela contagem regressiva para conjunção ( $M = 2597$  ms;  $epm = 185$  ms); enquanto que para face o prejuízo foi 586 ms ( $M = 2201$  ms;  $epm = 178$  ms) e para nome o prejuízo foi de 499 ms ( $M = 1934$  ms;  $epm = 153$  ms) comparado com prova sem a contagem regressiva, conjunção ( $M = 2481$  ms,  $epm = 163$  ms), face ( $M = 1615$  ms,  $epm = 82$  ms) e nome ( $M = 1435$  ms,  $epm = 69$  ms), ou seja, as provas primárias sem a contagem regressiva foram realizadas mais rapidamente para todas as condições do que as provas primárias com a contagem regressiva.



*Figura 5.* Tempo de resposta dos sujeitos nas tarefas de memória para faces, nomes, e conjunção face-nome sob as condições de tarefa secundária com contagem e sem contagem, no experimento 1. O “\*” indica diferenças significativas com  $p < 0,05$ .

### 3.2 Experimento II:

Neste experimento investigamos se o armazenamento da informação integrada é diferente da informação isolada. Ou seja, quando informações de dois sistemas diferentes da memória de trabalho são integradas (visual e verbal), uma pode ser mais relevante que a outra na conjunção, como no caso da característica isolada verbal prevalecer em relação à visual vista no estudo de Caprio, Godoy e Galera (submetido)? E a informação isolada é armazenada de forma diferente da integrada?

O método foi igual ao do experimento 1 com exceção de que as tarefas secundárias foram um ruído visual dinâmico e uma supressão articulatória. Nossa hipótese foi que se o efeito da tarefa secundária (ruído visual ou supressão articulatória) provocasse um decréscimo maior no reconhecimento da conjunção do que das informações memorizadas isoladamente, significaria que a conjunção face-nome utilizaria especificamente aquele recurso (visual e/ou fonológico) sugerindo diferenças no armazenamento da informação quando integrada.

## **Participantes:**

Os 16 participantes eram universitários do campus da USP de Ribeirão Preto-SP, faixa etária entre 18 e 40 anos (média de 26,93), de ambos os sexos (8 mulheres), com visão e audição normal ou corrigida. Participantes diferentes do experimento 1.

## **Material e Estímulos:**

As condições experimentais foram iguais as do experimento anterior, com exceção de que em metade das provas, no intervalo de retenção, foi apresentado um ruído visual dinâmico e em outra metade uma supressão articulatória.

O ruído visual dinâmico consistiu em uma tela preta com quadrados brancos com 500 x 500 pixels de tamanho com pontos de 10 x 10 pixels. Os quadrados se alternavam entre preto e branco em uma taxa de 300 pontos por segundo, criando um efeito característico do chuveirar da televisão (figura 6) capaz de prejudicar o desempenho da tarefa primária visual, por dividir os recursos do mesmo sistema (esboço visuo-espacial).

A supressão articulatória consistiu na recitação em voz alta de uma sílaba irrelevante (“blá”) durante o intervalo de retenção capaz de prejudicar a recordação fonológica da tarefa primária, por impedir a recitação fonológica.



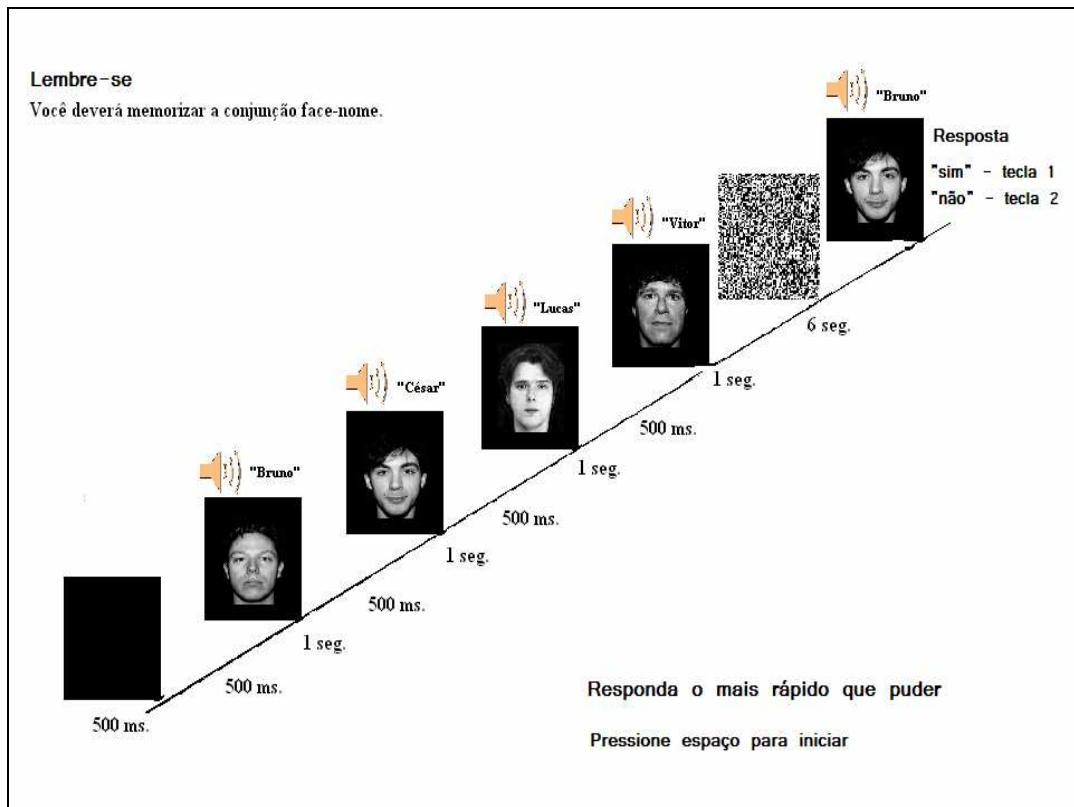
*Figura 6.* Ruído visual dinâmico.

**Procedimento:**

Foi igual ao do primeiro experimento com a exceção de que em cada condição (face, nome e a conjunção) foram realizados dois tipos de tarefas secundárias realizadas durante o intervalo de retenção. Em metade das provas de cada condição foi realizada uma supressão articulatória e na outra metade das provas foi apresentado um ruído visual dinâmico.

Na Supressão Articulatória o sujeito deveria repetir em voz alta e mais rapidamente possível a palavra “blá” por 6 segundos, até aparecer o estímulo teste. Esta tarefa foi realizada sob supervisão do experimentador (figura 7B). Já na tarefa secundária com o ruído visual o participante deveria olhar para a tela com o ruído por 6 segundos até o aparecimento do estímulo teste, também com a supervisão do experimentador( figura 7A).

A)



B)

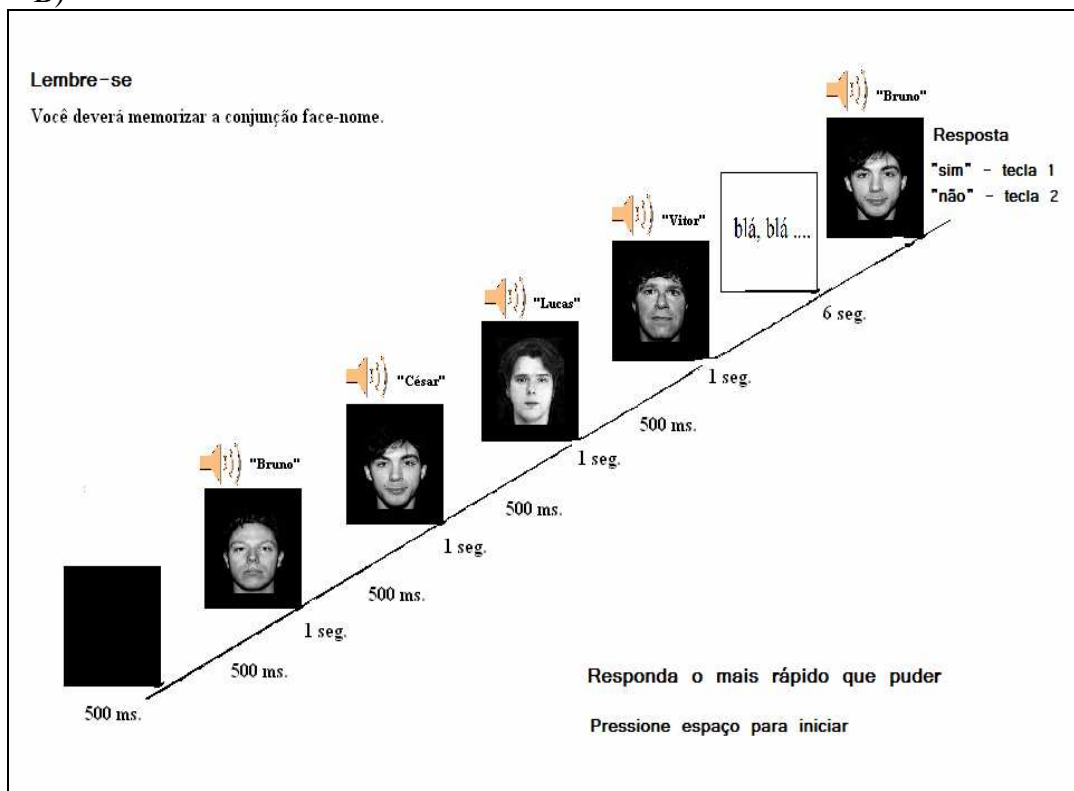


Figura 7. Esquemas das tarefas de memória nas condições (A) conjunção com ruído visual dinâmico e (B) conjunção com supressão articulatória.

## Resultados e Discussão

Foram realizados dois tipos de análises. Uma que levou em conta a acurácia (porcentagem de respostas corretas) e outra o tempo de resposta. Para ambas, utilizamos a análise de variância (ANOVA). Esta análise considerou medidas repetidas em dois fatores: tarefas secundárias (ruído visual dinâmico e supressão articulatória) e tipos de tarefas (apenas face, apenas nome e a conjunção face-nome). O teste *post hoc* de Newman-Keuls ( $p < 0,05$ ) foi para identificar diferenças mais específicas.

A análise da acurácia mostrou que o tipo de tarefa secundária (RVD e SA) não teve efeito sobre o desempenho da tarefa principal nas três condições (apenas face, apenas nome e conjunção face-nome) ( $F(1,15) = 3,63$ ;  $p = 0,08$ ;  $\eta^2_p = 0,19$ ). O desempenho é semelhante nas situações com o ruído visual dinâmico com média de acertos de 81% (epm= 4%) e com a supressão articulatória com média de acertos de 78% (epm= 3%).

O desempenho da tarefa principal de reconhecimento varia em função do tipo da informação a ser memorizada ( $F(2,30) = 70,18$ ;  $p < 0,001$ ;  $\eta^2_p = 0,82$ ). O desempenho do sujeito é pior nas provas com a conjunção face-nome (M= 64%, epm= 3%) e melhor nas provas com nomes (M= 92%, epm= 2%). Nas provas com a apresentação de faces o desempenho dos sujeitos foi com Média de acertos de 83% (epm= 2%).

Na interação entre a tarefa primária e a secundária (figura 8) ( $F(2,30) = 5,74$ ;  $p = 0,01$ ;  $\eta^2_p = 0,27$ ) o desempenho da tarefa primária é mais prejudicado na condição com a conjunção do que das informações isoladas. Além disso, na conjunção ele é afetado da mesma forma pelas duas tarefas secundárias (ruído visual dinâmico M= 63%; epm= 3%; supressão articulatória M= 66%; epm= 4%). No entanto, na condição apenas com faces a supressão articulatória M= 80% (epm= 2%) afeta mais a tarefa principal do que o ruído visual dinâmico M= 86% (epm= 2%). Da mesma forma, na tarefa principal com apenas nomes, a supressão articulatória (M= 88%; epm= 2%) afeta mais a tarefa principal do que o ruído visual dinâmico (M= 96%; epm= 1%). Deste modo, o efeito diferenciado da supressão articulatória no armazenamento das características visuais e verbais isoladas, sugere que estas podem ser armazenadas de maneira diferente quando integradas.



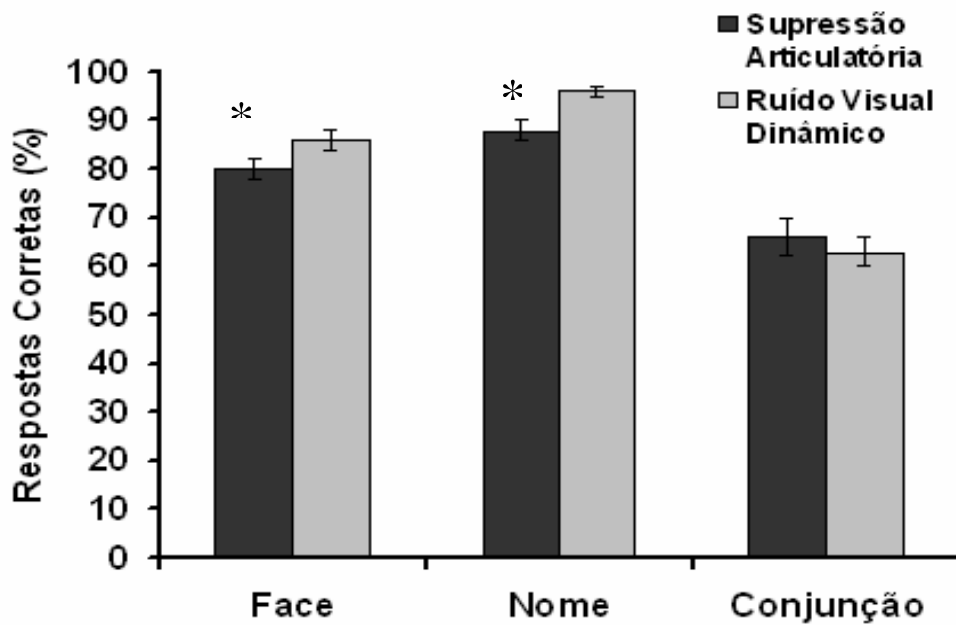
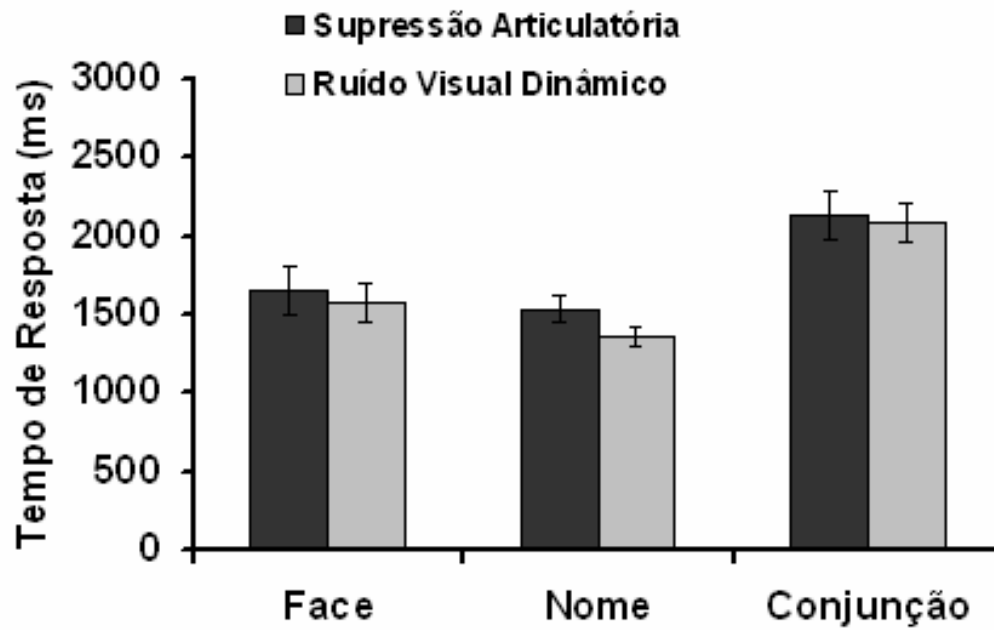


Figura 8. Porcentagem de respostas corretas em função dos diferentes tipos de estímulos (visual, verbal e conjunção) e a tarefa secundária (supressão articulatória ou ruído visual). O “\*” indica diferenças significativas com  $p < 0,05$ .

A mesma ANOVA foi aplicada aos tempos de resposta e revela que o tipo de prova interveniente (ruído visual dinâmico e supressão articulatória) não teve efeito sobre o desempenho da tarefa principal ( $F(1,14) = 4,07$ ;  $p = 0,06$ ;  $\eta^2_p = 0,22$ ) (figura 9) [ruído visual (conjunção  $M = 2090$  ms ( $epm = 127$  ms); face  $M = 1583$  ms ( $epm = 124$  ms); nome  $M = 1361$  ms ( $epm = 66$  ms)] [supressão articulatória (conjunção  $M = 2137$  ms ( $epm = 150$  ms); face  $M = 1662$  ms ( $epm = 157$  ms); nome  $M = 1540$  ms ( $epm = 75$  ms)].

O tempo de reação da tarefa principal de reconhecimento varia em função do tipo de estímulo apresentado ( $F(2,28) = 35,90$  com  $p < 0,001$ ;  $\eta^2_p = 0,71$ ) (Figura 9). O sujeito é mais lento nas provas com a conjunção ( $M = 2114$  ms;  $epm = 137$  ms), do que face ( $M = 1622$  ms;  $epm = 139$  ms) e mais rápido para estímulos sonoros (Nome) ( $M = 1451$  ms;  $epm = 73$  ms).

Não houve interação significativa para o tempo de reação entre o tipo de estímulos da tarefa principal e as tarefas secundárias (RVD e SA) ( $F(2,28) = 0,73$  com  $p = 0,48$ ;  $\eta^2_p = 0,05$ ) (gráfico 9).



*Figura 9.* Tempo de resposta dos sujeitos nas tarefas de memória para faces, nomes, e conjunção face-nome sob as condições de tarefa secundária ruído visual e supressão articulatória, no experimento 2. O “\*” indica diferenças significativas com  $p < 0,05$ .

## **4- Discussão Geral**

O objetivo do presente estudo foi examinar a integração da informação de diferentes sistemas da memória de trabalho utilizando o paradigma de tarefas duplas. Tivemos duas principais preocupações: (1) investigar se a integração da informação verbal (nomes) e visual (fotos de faces humanas) na memória de trabalho requer recursos suplementares da atenção e (2) verificar se o armazenamento da informação integrada é diferente da informação isolada quando comparadas com as mesmas tarefas secundárias.

O envolvimento da atenção na conjunção da informação de diferentes modalidades sensoriais tem um papel central do *buffer* episódico no modelo proposto por Baddeley (2000). Um papel confirmado em alguns estudos (por exemplo, Wheeler & Treisman, 2002; Elsley & Parmentier, 2009; Caprio, Godoy & Galera, submetido), e recusado em outros (por exemplo, Allen et al. 2006, 2009).

Nossos resultados mostram que a memória para a conjunção da informação visual e verbal foi afetada pela realização simultânea de uma tarefa de contagem regressiva, sugerindo que mais recursos atentos são necessários quando a informação foi armazenada de forma integrada. Estes dados corroboram com o modelo de Baddeley (2000) que assumiu uma relação entre o *buffer* e o executivo central, com ambos contando com uma limitada capacidade atencional, onde a conjunção assumiria ser dependente desta capacidade. Daí uma tarefa que demandasse atenção como a contagem regressiva, deveria prejudicar mais o desempenho do processo de integração do que da característica isolada. Este achado coincide com Elsley e Parmentier (2009) que usando uma adaptação da tarefa de reconhecimento contendo informações isoladas e integradas, encontraram que uma tarefa secundária de seqüências de tons puros prejudicou principalmente o desempenho da condição de conjunção. Então, os autores sugeriram que a conjunção verbal-espacial requer atenção por dividirem os mesmo recursos que a tarefa secundária.

Em conflito aparente com os resultados deste trabalho, Allen et al. (2006) não encontraram diferenças no desempenho em uma tarefa de memória para conjunção de forma e cor e para essas características memorizadas isoladamente, sugerindo que a integração é automática. É possível que esta diferença reflita mais a uma diferença nos sistemas envolvidos, uma vez que no estudo de Allen et al. (2006) a conjunção de forma e cor envolve apenas o esboço visuo-espacial, enquanto a conjunção face e nome, como no experimento 1 deste trabalho, envolve o laço fonológico e o esboço visuo-espacial. Sob esta hipótese os recursos atencionais seriam utilizados quando mais de um sistema estivesse envolvido na integração. Além disso, Allen et al (2009), também examinaram o papel da atenção na conjunção de características de cor e forma através de duas modalidades de apresentação a

verbal e a visual. Os autores sugerem que a conjunção não requer demanda da atenção e que seriam necessárias modificações no modelo estabelecido por Baddeley (2000). Desta forma uma possível explicação para esta diferença nos resultados pode ser devido à escolha dos estímulos, onde podemos argumentar que mesmo sendo duas modalidades diferentes de apresentação, os dois estímulos escolhidos pelos autores Allen et al. (2009) configuram características visuais. Outra possível explicação na diferença dos dados entre nosso estudo e o de Allen et al. (2009) pode ser a diferença na tarefa dupla. No estudo de Allen et al. (2009), o sujeito contava regressivamente apenas o último número (“três cinco três, três cinco zero”), e no nosso trabalho os sujeitos deveriam manter os números juntos (“sessenta e seis, sessenta e três”) exigindo um grau maior de atenção.

Outro dado relevante deste experimento foi que na condição conjunção os participantes tiveram o desempenho pior e com o tempo de resposta mais lento do que na condição para a informação tida isoladamente, nos sugerindo que mesmo sendo complexa, os sujeitos foram capazes de realizar a tarefa exigida, assim como no experimento 1 de Allen, et al. (2009), em que mesmo com duas modalidades de apresentação a conjunção foi executada.

O estudo atual sugere que diferentes tipos de integração são sustentados por diferentes processos, ou seja, quando a informação integrada é de um mesmo sistema da memória de trabalho, como o visual e espacial, não é necessária a atenção. No entanto, quando a integração é mais complexa como no caso nome e face, exigindo mais recursos cognitivos esta requer recursos atencionais. Os resultados são consistentes com a idéia de que os recursos executivos são necessários para codificar e manter representações consolidados na mais complexa condição. Isto certamente parece ser indicativo de que em estudos vistos anteriormente foi usada uma forma mais ativa de conjunção em que nenhum custo adicional para a integração foi empregada como no caso de Allen et al. (2006, 2009).

Embora seja útil considerar uma distinção entre processos automáticos e voluntários de integração, são necessários mais trabalhos para compreender os diferentes tipos de processos. É fundamental que mais pesquisas sejam feitas para lançar luz sobre as condições particulares em que a integração é controlada, exigindo mais atenção. É provável que sob certas condições, sempre a integração de informações de diferentes modalidades sensoriais estará ativa na memória, mesmo na ausência de uma tarefa dupla.

## 4.1 Relação entre a informação integrada e a isolada

No experimento 2 utilizamos duas tarefas secundárias, o ruído visual dinâmico (RVD) e a supressão articulatória (SA) para verificar o efeito destas sobre a tarefa principal de reconhecimento para a informação isolada e conjugada. De um modo geral, as duas tarefas secundárias afetaram o desempenho de maneira semelhante, sugerindo que ambos os domínios (visual e verbal) foram prejudicados na mesma proporção, e que os recursos engajados dependem exatamente de qual informação é necessária para completar a tarefa.

Os resultados mostram que a tarefa apenas com faces é mais afetada pela SA do que pelo RVD. Estes dados entram em conflito com alguns da literatura que mostram a tarefa dupla com o ruído visual dinâmico afetando principalmente a tarefa com estímulos visuais (Quinn & McConnell, 1996; Darling, Della Sala & Logie, 2009). Mas corrobora com outros estudos que não encontraram efeito do ruído visual sobre tarefas de memória visual (Andrade, Werniers, May, & Szmalec, 2002). Este efeito maior da SA na tarefa visual pode nos sugerir que os participantes utilizaram uma estratégia verbal quando solicitados a memorizar os estímulos face.

Nas provas apenas com nomes, o efeito maior da SA corrobora com dados na literatura que apontam para um efeito verbal desta tarefa secundária. Por exemplo, Galera e Fuhs (2003) que avaliaram a natureza da informação armazenada pelo sistema de memória visuo-espacial de curto prazo. No primeiro experimento, uma tarefa de localização espacial foi realizada simultaneamente com tarefas intervenientes de supressão articulatória e de subtração aritmética. A tarefa de supressão articulatória afeta de forma negativa a recordação das letras, mas não a dos padrões visuais, confirmando que esta tarefa dupla inibe a recitação verbal.

Os dados mostraram ainda que as duas tarefas secundárias afetaram o desempenho da tarefa principal de maneira semelhante para a condição com a conjunção. No entanto, para as condições face e nome foi a supressão articulatória que causou maior prejuízo para as tarefas principais, sugerindo um armazenamento diferenciado para a informação isolada e integrada, corroborando com resultados encontrados por Morey (2009) que testou se o objeto isolado ou sua conjunção (espacial e verbal) podem ser armazenados da mesma forma. O autor verificou que a supressão articulatória prejudicou a memória para conjunção (espacial-verbal), mas não prejudicou a memória espacial, indicando que a informação espacial pode ser armazenada de maneira diferente quando for integrada a verbal. Estes dados supõem a

idéia de um domínio geral de armazenamento para a memória de trabalho que deva ser capaz de reter o objeto incluindo características de muitos domínios sensoriais, um componente como Baddeley (2000) propôs, o *buffer*.

Baddeley (2000) atualizou seu modelo da memória de trabalho supondo que: a) as características são mantidas em locais separados, independentes; b) a informação integrada é mantida separadamente e independente de sua característica isolada em um *buffer*; c) a conjunção da informação é apenas vulnerável para uma interferência geral, enquanto a informação isolada é vulnerável apenas para uma interferência específica. Baseada nesta última afirmação, os resultados do segundo experimento sugerem que a conjunção é afetada por uma interferência geral de forma diferente da informação isolada armazenada em um componente específico, corroborando com a teoria de um terceiro armazenador, um *buffer*.

Outro aspecto que é preciso considerar neste estudo diz respeito ao tipo de estímulo utilizado para memorização. Tanto no experimento 1 quanto no experimento 2 os dados mostram que na condição conjunção, os sujeitos foram mais lentos e com o desempenho pior do que para as condições apenas face e apenas nome, sugerindo que o estímulo utilizado para a conjunção foi complexo. Smith, Hay, Hitch e Horton (2005) afirmam que a utilização de faces nas tarefas de memória de curto prazo torna-se muito interessante, pois são estímulos complexos, difíceis de nomear e fáceis de identificar após pequenos intervalos de tempo.

O estudo atual sugere que uma forma mais complexa de conjunção, ou seja, entre modalidades, podem fornecer fortes evidências de que um *buffer* é necessário para armazenar temporariamente a informação em *chunks* integrados. Embora seja prematuro afirmar qualquer localização anatômica para o *buffer* episódico, as conclusões do Prabhakaran et al (2000) sugerem que o córtex pré-frontal pode ter um papel a desempenhar na integração de diferentes tipos de informação na memória de trabalho. Além disso, quando a informação é armazenada de forma isolada parece que ela é processada de forma diferente da integrada, podendo ter hierarquias diferentes de codificação, por isso respondendo de maneira distinta a supressão articulatória.

## **4.2 Implicações práticas e direções futuras**

Para uma implicação prática deste trabalho, podemos correlacionar os dados empíricos aqui encontrados com estudos com pessoas com TDAH (Transtorno Déficit de Atenção e Hiperatividade). A literatura conta com dados cada vez mais substanciais

indicando a presença de disfunção do executivo central em patologias como o TDAH (Karatekin, 2004). Estes dados podem corroborar com os resultados encontrados neste experimento, pois se pessoas com TDAH tem prejuízos atencionais, isto pode ampliar as dificuldades cotidianas de integrar as informações vindas do ambiente, acarretando em prejuízos em diversas áreas da vida, como comprometimento acadêmico, familiar, psicossocial e etc. Ou seja, como visto neste trabalho, para a integração de informações de diversas modalidades é necessária a atenção, e se este recurso cognitivo neste transtorno é mínimo isto poderá acentuar as dificuldades cognitivas destes pacientes, sendo importante novos estudos que possibilitem tratamentos com novas estratégias a estas pessoas para realizar a integração de informações.

Em relação às direções futuras, deve-se notar que no estudo atual a tarefa secundária não estava presente em todo o processo de memorização; uma prática defendida para garantir que se eliminem todas as estratégias de recitação durante a codificação e não só no intervalo de retenção (Allen, et al., 2006). Tal medida foi omitida para assegurar que a tarefa não ficasse tão complexa e não sobrecarregasse o participante, podendo aumentar o número de “chutes”. No entanto, isto deixa o estudo atual a tendência para a crítica de que o desempenho das condições de integração foi inflado por estratégias apenas verbais empregadas pelos participantes. Poderia ser interpretado que, na realidade, foi a eliminação de tais estratégias, que possibilitaram a integração das informações por não sobrecarregar demasiadamente o sistema cognitivo do sujeito, tendo em vista que todos os participantes ao saírem da sala reclamavam da dificuldade da tarefa. A replicação do estudo atual, incluindo a tarefa secundária na codificação ainda pode ser aconselhável para assegurar que a interpretação atual do autor é válida.

Os resultados destes experimentos são favoráveis à idéia de que diversos tipos de integração são sustentados por diferentes processos, com os recursos atencionais envolvidos em formas mais complexas e multimodais de conjunção. Diversas combinações de recursos ou diferentes estratégias de manutenção na memória de trabalho podem ser empregadas, resultando em diferentes efeitos das tarefas duplas. No entanto, a literatura mostra que integrações automáticas também são realizadas através de um mesmo sistema, com estímulos menos complexos (Allen, et al. 2006). Nossos resultados são coerentes com o conceito de um *buffer* episódico, dentro do modelo de memória de trabalho, e demonstra que este componente continua a ser vital no fornecimento de hipóteses de investigação testáveis. No entanto, novas pesquisas são necessárias, incidindo sobre a natureza da integração entre as modalidades sensoriais, para elucidar a natureza dos processos. Além disso, seria prudente examinar a



natureza da integração na memória de longo prazo, a fim de continuar a explicar o bom potencial do *buffer* como proposto por Baddeley (2000).

## **5- Conclusão**

Este estudo corroborou com a proposta de Baddeley (2000) que indicou a necessidade funcional de um sistema integrador, um *buffer* episódico, para seu modelo de múltiplos componentes da memória de trabalho, pois no segundo experimento tarefas intervenientes afetam de maneira diferente a memória para a informação integrada e para a informação isolada. Além disso, demonstrou que este sistema integrador é dependente de recursos da atenção quando é necessário integrar estímulos de diferentes sistemas como face e nome, pois no primeiro experimento a tarefa secundária atencional prejudicou mais a conjunção do que as informações isoladas. Enfim, estes dados podem dar respostas parciais para várias questões críticas sobre o armazenamento integrado na memória de trabalho.

## Referências<sup>1</sup>

- Allen, R., Baddeley, A., & Hitch, G. (2006). Is the binding of visual features in working memory resource-demanding? *Journal of experimental psychology: General*, 135, 298-313.
- Allen, R., Hitch, G., & Baddeley, A. (2009). Cross-modal binding and working memory. *Visual Cognition*, 17 (1/2), 83-102.
- Andrade, J., Kemps, E., Werniers, Y., May, J., & Szmalec, A. (2002). Insensitivity of visual short-term memory to irrelevant visual information. *The Quarterly Journal of Experimental Psychology*, 55(3), 753-774.
- Baddeley, A. (1986). *Working memory*. Oxford: Clarendon.
- Baddeley, A. (1996a). Exploring the Central Executive. *Proc. Natl. Acad. Sci. USA*, 93, 13468-13472.
- Baddeley, A. (1996b). The fractionation of working memory. *The Quarterly Journal of Experimental Psychology*, 49 (1), 5-28.
- Baddeley, A. (2000). The episodic buffer: a new component of working memory? *Trends in cognitive sciences*, 4, 417-423.
- Baddeley, A. (2003). Working memory: looking back and looking forward. *Nature Reviews*, 4, 829-839.
- Baddeley, A. (2007). *Working memory, thought, and action*. Oxford: Clarendon.
- Baddeley, A., & Hitch, G. J. (1974). Working Memory. In G. A. Bower (Ed.), *Recent advances in learning and motivation* (vol. 8, pp. 47-89). New York: Academic Press.
- Baddeley, A., Hitch, G. J., & Allen R. (2009). Working memory and binding in sentence recall. *Journal of Memory and Language*, 61, 438–456.
- Bao, M., Li, Z., & Zhang, D. (2007). Binding facilitates attention switching within working memory. *Journal of Experimental Psychology: Learning, Memory, and Cognition*, 33(5), 959- 969.
- Caprio, M., Godoy, J.P.M.C., & Galera, C. A. (s/d). Binding of visual and verbal information: memory for faces and names. Manuscrito submetido para publicação.

---

<sup>1</sup> De acordo com o estilo APA – American Psychological Association

- Chincotta, D., Underwood, G., Ghani, K. A., Papadopoulou, E., & Wresinski, M. (1999). Memory span for arabic numerals and digit words: evidence for limited capacity, visuo-spatial storage system. *The Quarterly Journal of Experimental Psychology*, 52(A), 325-351.
- Corder, A. P., & Galera, C. A. (2009). Automatic binding of visual and spatial information in working memory. *Working memory: International Meeting*, SP, August, 27-28.
- Courtney, S. M., Ungerleider, L. G., Keil, K., & Haxby, J. V. (1996). Object and spatial visual working memory activate separate neural systems in human cortex. *Cerebral Cortex*, 6, 39-49.
- Darling, S., Della Sala, S., & Logie, R. H. (2007). Behavioural evidence for separating components within visuo-spatial working memory. *Cognitive Process*, 8, 175-181.
- Darling, S., Della Sala, S., & Logie, R. H. (2009). Dissociation between appearance and location within visuo-spatial working memory. *The Quarterly Journal of Experimental Psychology*, 62(3), 417-425.
- Darling, S., Della Sala, S., Logie, R. H., & Cantagallo, A. (2006). Neuropsychological evidence for separating components of visuospatial working memory. *Journal of Neurology*, 253, 176-180.
- Della Sala, S., Gray, C., Baddeley, A., Allamano, N., & Wilson, L. (1999). Pattern span: a tool for unwinding visuo-spatial memory. *Neuropsychologia*, 37(10), 1189-99.
- Elsley, J. V., & Parmentier, F. B. R. (2009). Is verbal-spatial binding in working memory impaired by a concurrent memory load? *The Quarterly Journal of Experimental Psychology*, 62 (9), 1696-1705.
- Finke, K., Bublak, P., Neugebauer, U., & Zihl, J. (2005). Combined processing of what and where information within the visuospatial scratchpad. *European Journal of Cognitive Psychology*, 17, 1 - 22.
- Gajewski, D. A., & Brockmole, J. R. (2006). Features bindings endure without attention: Evidence from an explicit recall task. *Psychonomic Bulletin and Review*, 13 (4), 581-587.
- 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), 337- 348.
- Hanley, J. R., Young A. W., & Pearson, N. A. (1991). Impairment of the Visuo-spatial Sketch Pad. *The Quarterly Journal of Experimental Psychology*, 43(1), 101-125.
- Hecker, R., & Mapperson, B. (1997). Dissociation of visual and spatial processing in working memory. *Neuropsychologia*, 35, 599-603.

- Johnson, J. S., Hollingworth, A., & Luck, S. J. (2008). The role of attention in the maintenance of feature bindings in visual short-term memory. *Journal of Experimental Psychology: Human Perception and Performance*, 34 (1), 41 – 55.
- Karatekin C. (2004). A test of the integrity of the components of Baddeley's model of working memory in attention-deficit/hyperactivity disorder (ADHD). *Journal of Child Psychology and Psychiatry*, 45(5), 912-926.
- Klauer, K. C., & Zhao, Z. (2004). Double dissociations in visual and spatial short-term memory. *Journal of Experimental Psychology: General*, 133 (3), 355-381.
- Knapp, P., Rohde, L.A., Lyskowski, L., & Johannpeter, J. (2002). *Terapia Cognitivo-Comportamental no Transtorno de Déficit de Atenção/Hiperatividade: manual do terapeuta*. Porto Alegre: Artmed.
- Lee, K., & Kang, S. (2002). Arithmetic operation and working memory: differential suppression in dual tasks. *Cognition*, 83, 63-68.
- Logie, R. H. (1995). *Visuo-spatial working memory*. Lawrence Erlbaum Associates: Hillsdale.
- Logie, R. H., & Pearson, D. G. (1997). The inner eye and the inner scribe of visuo-spatial working memory: Evidence from developmental fractionation. *European Journal of Cognitive Psychology*, 9, 241-257.
- Logie, R. H., Della Sala, S., Wynn, V., & Baddeley, A. (2000). Visual similarity effects in immediate verbal serial recall. *The Quarterly Journal of Experimental Psychology*, 53(A), 626-646.
- Logie, R. H., Zucco, G.M., & Baddeley, A. (1990). Interference with visual short-term memory. *Acta Psychologica*, 75, 55-74.
- Luck, S.J., & Vogel, E.K. (1997). The capacity of visual working memory for features and conjunctions. *Nature*, 390, 279–281.
- 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.
- MacPherson, S. E., Della Sala, S., & Logie, R. H. (2004). Dual-task interference on encoding and retrieval processes in healthy and impaired working memory. *Cortex*, 40, 183-184.
- Maybery, M. T., Clissa, P.J, Parmentier, F. B. R., Leung, D., Harsa, G., Fox, A. M., & Jones, D. M. (2009). Binding of verbal and spatial features in auditory working memory. *Journal of Memory and Language*, 61 (1), 112-133.

- Messina, L. F., & Tiedemann, K. F. (2009). Avaliação da memória de trabalho em crianças com transtorno do déficit de atenção e hiperatividade. *Psicologia USP*, 20(2), 209-228.
- Miller, G.A. (1956). The magical number seven, plus or minus two: some limits on our capacity for processing information. *The psychological review*, 63, 81-97.
- 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 (2), 355- 366.
- Morey, C. C. (2009). Integrated cross-domain object storage in working memory: Evidence from a verbal – spatial memory task. *The Quarterly Journal of Experimental Psychology*, 1, 1-17.
- Norman D.A., & Shallice T. (1980). *Attention to action: willed and automatic control of behavior*. SanDiego: University of California.
- Oliveira, R.M. (2007). O conceito de executivo central e suas origens. *Psicologia: Teoria e Pesquisa*, 23 (4), 399-406.
- Olson, I. R., & Marshuetz, C. (2005). Remembering “what” brings along “where” in visual working memory. *Perception & Psychophysics*, 67 (2), 185-194.
- Pickering, J. S., Gathercole, E. S., Hall, M., & Lloyd, S. A. (2001). Development of memory for pattern and path: further evidence for the fractionation of visuo-spatial memory. *The Quarterly Journal of Experimental Psychology*, 54(A), 397-420.
- Prabhakaran, V., Narayanan, K., Zao, Z., & Gabrieli, J. D. E. (2000). Integration of diverse information in working memory within the frontal lobe. *Nature Neuroscience*, 3, 85-90.
- Quinn, J. G., & McConnell, J. (1996). Irrelevant pictures in visual working memory. *The Quarterly Journal of Experimental Psychology*, 49(A), 200-215.
- Quinn, J. G., & McConnell, J. (1999). Manipulation of interference in passive visual store. *European Journal of Cognitive Psychology*, 11(3), 373-389.
- Quinn, J.G., & McConnell, J. (2006). The interval for interference in conscious visual imagery. *Memory*, 14 (2), 241- 252.
- Repovs, G., & Baddeley, A. (2006). The multi-component model of working memory: Explorations in experimental cognitive psychology. *Neuroscience*, 139, 5-21.
- Schneider, W., Eschman, A., & Zuccolotto, A. (2002). *E-Prime reference Guide*. Pittsburgh: Psychology Software Tools Inc.

- Smith, E. E., Jonides, J., & Koeppel, R. A. (1996). Dissociating verbal and spatial working memory using PET. *Cerebral Cortex*, 6, 11-20.
- Smith, E. E., Jonides, J., Koeppel, R. A., Awh, E., Schumacher, E.H., & Minoshima, S.. (1995). Spatial versus object working memory: PET investigations. *Journal of cognitive neuroscience*, 7, 337-356.
- Smyth, M.M., Hay, D.C., Hitch, G.J., & Horton, N. J. (2005). Serial position memory in the visual-spatial domain: Reconstructing sequences of unfamiliar faces. *The Quarterly Journal of Experimental Psychology*, 58 (a), 909 – 930.
- Treisman, A., & Zhang, W.(2006). Location and binding in visual working memory. *Memory & Cognition*. 34, 1704-1719.
- Vallar, G., Betta, A. M. D., & Silveri, M. C. (1997). The phonological short-term store-rehearsal system: Patterns of impairment and neural correlates. *Neuropsychologia*, 35 (6), 795-812.
- Wheeler, M.E., & Treisman, A.M. (2002). Binding in short-term visual memory. *Journal of Experimental Psychology: General*, 131, 48-64.
- Zhang, D., Zhang, X., Sun, X., Li, Z., Wang, Z., He, S., & Hu, X. (2004). Cross-modal temporal order memory for auditory digits and visual locations: An fMRI study. *Human Brain Mapping*, 22, 280-289.



## **Anexos**

1. Termo de Consentimento Livre e Esclarecido
2. Declaração do Comitê de Ética em Pesquisa – CEP

## TERMO DE CONSENTIMENTO LIVRE E ESCLARECIDO

**Título do estudo:** “O papel da atenção na integração de características visuais e verbais na memória de trabalho”

**Pesquisadora:** Juliana Pardo Moura Campos Godoy, [jpmcgodoy@pg.ffclrp.usp.br](mailto:jpmcgodoy@pg.ffclrp.usp.br), (16)3602-4393. Rua Floriano Peixoto, 463, apto 31, centro. CEP 14010-200. Ribeirão Preto- SP.

**Orientador:** César Aléxis Galera, [algaler@usp.br](mailto:algaler@usp.br), (16) 3602-3760, Avenida Cândido Pereira Lima, 155, Jardim Recreio. CEP 14040-250. Ribeirão Preto-SP.

- 1) Eu, pesquisadora, estou lhe convidando a participar deste estudo sobre memória de trabalho, cujo objetivo é investigar se a integração da informação verbal e visual na memória de trabalho requer recursos extras da atenção. O estudo não lhe fornecerá nenhum benefício direto, mas os dados obtidos podem ser úteis para contribuir com o conhecimento que esta pesquisa procura esclarecer.
- 2) O procedimento será sentar-se em frente à tela de um monitor e realizar uma tarefa de reconhecimento de estímulos visuais e auditivos que serão apresentados na tela e por um fone de ouvido. Caso você concorde em participar, sua tarefa será identificar em cada prova se um estímulo teste (visual e/ou auditivo) pertence ou não a uma seqüência inicial de estímulos. Sua resposta será dada no teclado do computador e as respostas corretas e erradas, bem como o tempo gasto em cada prova, serão registrados para análise.
- 3) O estudo não oferece quaisquer riscos a sua saúde física ou mental.
- 4) Informamos que sua privacidade será respeitada, ou seja, seu nome ou qualquer outro dado ou elemento que possa, de qualquer forma, lhe identificar, será mantido em sigilo.
- 5) Você também pode se recusar a participar do estudo, ou retirar seu consentimento a qualquer momento, sem precisar justificar.
- 6) Caso você concorde em participar, manifeste seu livre consentimento assinando este termo.

Nome: \_\_\_\_\_

Assinatura: \_\_\_\_\_ Data: \_\_\_/\_\_\_/\_\_\_

Endereço:

\_\_\_\_\_

Confirmo ter explicado a natureza e objetivos desse estudo ao voluntário acima.

Nome do Pesquisador: \_\_\_\_\_ Assinatura: \_\_\_\_\_

**UNIVERSIDADE DE SÃO PAULO**  
**FACULDADE DE FILOSOFIA, CIÊNCIAS E LETRAS DE RIBEIRÃO PRETO**  
**COMITÊ DE ÉTICA EM PESQUISA - CEP**

---

Of.CEtP/FFCLRP-USP. 014/2009-11/3/2009

Senhor(a) Pesquisador(a):

Comunicamos a V. Sa. que o trabalho intitulado "O papel da atenção na integração de características visuais e verbais na memória de trabalho", foi analisado pelo Comitê de Ética em Pesquisa da FFCLRP-USP, em sua 78ª Reunião Ordinária realizada em 11/3/2009, e enquadrado na categoria: **APROVADO**, de acordo com o Processo CEP-FFCLRP nº 421/2008 – 2008.1.2116.59.5.

Atenciosamente,

  
**Profa. Dra. ADELAIDE DE ALMEIDA**  
Coordenadora do Comitê de Ética em Pesquisa – FFCLRP-USP

Ilustríssimo(a) Senhor(a)  
**JULIANA PARDO MOURA CAMPOS DE GODOY**  
Aluna do Programa de Pós-Graduação em Psicologia  
Desta FFCLRP-USP

Ilustríssimo(a) Senhor(a)  
Prof. Dr. **CESAR ALEXIS GALERA**  
Docente do Departamento de Psicologia e Educação  
Desta FFCLRP-USP