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

**A conjunção da informação visual e verbal na memória de trabalho demanda mais
atenção quando os estímulos são complexos**

JULIANA PARDO MOURA CAMPOS GODOY

Ribeirão Preto
2013

JULIANA PARDO MOURA CAMPOS GODOY

**A conjunção da informação visual e verbal na memória de trabalho demanda mais
atenção quando os estímulos são complexos**

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

Orientador: Prof. Dr. César Aléxis Galera

Ribeirão Preto
2013

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

A conjunção da informação visual e verbal na memória de trabalho demanda mais atenção quando os estímulos são complexos. Ribeirão Preto, 2013.

86 p.

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

Orientador: Galera, César Aléxis.

1. Conjunção da informação visual e verbal. 2. Memória de Trabalho. 3. Atenção. 4. Conjunção incidental.

FOLHA DE APROVAÇÃO

Juliana Pardo Moura Campos Godoy

“A conjunção da informação visual e verbal na memória de trabalho demanda mais atenção quando os estímulos são complexos”

Tese apresentada à Faculdade de Filosofia, Ciências e Letras de Ribeirão Preto da USP, como parte das exigências para a obtenção do título de Doutor 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: _____

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, sabedoria, compreensão e principalmente paciência.

Aos meus pais, **João Batista Godoy e Eulália Pardo Moura Campos Godoy** pelo apoio, educação, amor e incentivo aos estudos.

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

Ao meu namorado, **Anderson de Aguiar Simon**, obrigada pelo incentivo e carinho. Companheiro para a vida toda.

Ao **André, Luzia, Gleycê, Dona Vilma, Kátia, Marcelo, Viviane, Mário, Ana Caroline e João Gabriel** pelo carinho em família.

As eternas amigas, **Daniela Waseda, Maraísa Dias, Cinthya Miura, Vanessa Galinari**, pela amizade em todas as horas.

A **Jeanny Santana**, obrigada pela amizade, discussões teóricas e sugestões que tanto contribuíram para a conclusão deste trabalho.

Aos atuais amigos de laboratório: **Paola, Mariana, Melina, Ricardo, Hugo e Rafael** pelo compartilhar de seus conhecimentos e pelas horas de descontração.

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 deste doutorado.

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

Resumo

Godoy, J.P.M.C (2013). A conjunção da informação visual e verbal na memória de trabalho demanda mais atenção quando os estímulos são complexos. Tese de Doutorado, Faculdade de Filosofia Ciências e Letras de Ribeirão Preto, Universidade de São Paulo, Ribeirão Preto.

Alguns estudos apontam que é possível armazenar a conjunção de duas informações de diferentes modalidades na memória de trabalho. Neste estudo investigamos o envolvimento da atenção na conjunção voluntária da informação verbal e visual (capítulo 1) e se as informações verbais e visuais são codificadas de forma integrada quando disponíveis simultaneamente, independente de qual das duas informações é exigida na tarefa (capítulo 2). No primeiro capítulo utilizamos o paradigma de tarefas duplas para identificar se o efeito de uma tarefa secundária atencional (contagem regressiva de 3 em 3) realizada simultaneamente à tarefa de memória (na codificação e manutenção), provocaria um decréscimo maior no reconhecimento da conjunção do que das informações memorizadas isoladamente, variando duas características da situação experimental que poderiam interferir na demanda por mais recursos atencionais, o número de itens memorizados e a complexidade dos estímulos. No capítulo 2 utilizamos o paradigma da dimensão irrelevante para verificar se há a conjunção incidental entre a informação visual e verbal. Os resultados mostraram que a conjunção exigiu mais recursos da atenção do que a informação isolada apenas quando armazenamos estímulos complexos, como faces e nomes, no entanto, a quantidade de itens memorizados não interferiu nesta relação entre o *buffer* e o executivo central. No segundo capítulo pudemos observar que houve a conjunção incidental de cor e forma, sugerindo ser um armazenamento automático. Estes conhecimentos apontam características específicas do padrão de armazenamento da conjunção visual e verbal na memória de trabalho.

Palavras-chave: memória de trabalho, conjunção da informação visual e verbal, atenção, conjunção incidental.

Abstract

Godoy, J.P.M.C (2013). The visual and verbal binding in working memory demand more attention when the stimuli are complex. Tese de Doutorado, Faculdade de Filosofia Ciências e Letras de Ribeirão Preto, Universidade de São Paulo, Ribeirão Preto.

Some studies indicate that it is possible to store binding from two different types of information in working memory. We investigated the involvement of the attention in the voluntary conjunction of visual and verbal information (chapter 1) and if the verbal and visual information are encoded in an integrated form when they are available simultaneously, independent of which information is required in the task (Chapter 2). In the first chapter, the dual tasks paradigm was used to investigate whether the effect of the attentional secondary task (a backward counting in threes), performed simultaneously to the memory task (during encoding and maintenance), would cause a decrease in the recognition of conjunction higher than the information stored individually. These tasks were performed varying two characteristics of the experimental situation that could interfere with the attentional demand for more resources, the number of items stored and complexity of stimuli. In the Chapter 2 we used the paradigm of irrelevant dimension to check the presence of incidental binding between visual and verbal information. The results showed that the binding required more attention resources than the isolated information, only when complex stimuli are stored, such as faces and names. The amount of stored items does not interfere in the relationship between buffer and central executive. In the second chapter we can see that there was a color and shape incidental binding, suggesting that in this condition the binding is stored automatically. This knowledge indicates specific characteristics of the visual and verbal binding storage pattern in working memory.

Keywords: working memory, visual and verbal binding, attention and incidental binding.

Lista de Figuras

Figura 1: Modelo da memória de trabalho.....	18
Figura 2: Representação esquemática do experimento 1.....	35
Figura 3: Média da acurácia em função dos diferentes tipos de estímulos e das tarefas secundárias do experimento 1 A.....	37
Figura 4: Tempo de reação das respostas corretas em função dos tipos de estímulos e das tarefas secundárias do experimento 1 A.....	38
Figura 5: Proporção de respostas corretas em função da posição serial do estímulo teste e das tarefas secundárias do experimento 1 A.....	39
Figura 6: Média da acurácia em função dos diferentes tipos de estímulos e das tarefas secundárias do experimento 1 B.....	42
Figura 7: Tempo de reação das respostas corretas em função dos tipos de estímulos e das tarefas secundárias do experimento 1 B.....	43
Figura 8: Proporção de respostas corretas em função da posição serial do estímulo teste e das tarefas secundárias do experimento 1 B.....	44
Figura 9: Exemplo de faces (A) e nomes (B) utilizados no experimento 2	49
Figura 10: Média da acurácia em função dos diferentes tipos de estímulos e das tarefas secundárias do experimento 2 A	51
Figura 11: Tempo de reação das respostas corretas em função dos tipos de estímulos e das tarefas secundárias do experimento 2 A	52

Figura 12: Proporção de respostas corretas em função da posição serial do estímulo teste e das tarefas secundárias do experimento 2 A	53
Figura 13: Média da acurácia em função dos diferentes tipos de estímulos e das tarefas secundárias do experimento 2 B	55
Figura 14: Tempo de reação das respostas corretas em função dos tipos de estímulos e das tarefas secundárias do experimento 2 B	56
Figura 15: Proporção de respostas corretas em função da posição serial do estímulo teste e das tarefas secundárias do experimento 2 B.....	57
Figura 16: Representação esquemática das provas do experimento 1 do capítulo 2.....	71
Figura 17: Porcentagem de respostas corretas nos diferentes tipos de estímulos em função dos tipos de provas: intacta e recombinação do experimento 1 do capítulo 2.....	73

Tabela

Tabela 1: Tipos de provas em função da dimensão relevante e irrelevante.....15

Sumário

Resumo.....	6
Abstract.....	7
Capítulo 1.....	12
Resumo.....	13
1.Introdução.....	14
1.1.Modelo da memória de trabalho	15
1.2.Paradigma de tarefas duplas.....	19
1.3.Conjunção na memória de trabalho	20
1.4.Envolvimento da atenção na conjunção.....	21
2. Objetivos.....	29
3. Experimentos.....	31
3.1. Experimento 1A	32
Método.....	33
Resultados.....	36
3.2. Experimento 1 B.....	40
Método.....	40
Resultados.....	41
Discussão dos experimentos 1 A e 1 B.....	44
3.3. Experimento 2 A.....	48
Método.....	49
Resultados.....	50
3.4. Experimento 2 B.....	53
Método.....	54
Resultados.....	54
Discussão dos experimentos 2 A e 2 B.....	58
Capítulo 2.....	60
Resumo.....	61
1.Introdução.....	62
2.Objetivos	66
3.Experimento.....	68
Método.....	69
Resultados.....	71
Discussão.....	73
Conclusões.....	76
Referências	78
Anexos.....	83

Capítulo 1

---

*Conjunção voluntária da informação visual e
verbal na memória de trabalho*

I- RESUMO

O envolvimento da atenção na conjunção da informação em tarefas de memória é uma questão controversa que suscita um intenso debate na literatura, tanto por seus aspectos teóricos como por suas implicações práticas. Neste estudo investigamos a integração da informação visual e verbal na memória de trabalho, utilizando uma tarefa de reconhecimento de item. No primeiro experimento avaliamos o envolvimento da atenção na conjunção de informações mais simples (cor e sílabas) e no segundo experimento a conjunção de estímulos mais complexos (face e nome). Na conjunção de cor e sílaba o envolvimento da atenção foi o mesmo que para a informação isolada, sugerindo um processo automático. No entanto, a integração de informações complexas como face e nome exige mais recursos da atenção do que a informação isolada. Estes dados apontam para a existência de diferentes tipos de conjunção e que algumas podem ser automáticas e outras não, dependendo da complexidade do objeto.

Palavras-chave: memória de trabalho, conjunção da informação visual e verbal, atenção.

1 - Introdução

A realização de tarefas cotidianas, tais como ler, compreender um argumento, aprender e raciocinar, entre outras tarefas cognitivas, depende do processamento da informação realizada em tempo real pelo sistema de memória de trabalho. Por exemplo, quando precisamos multiplicar mentalmente um número por outro, utilizamos este sistema cognitivo gravando e processando a informação disponível até chegarmos à resposta correta. Este sistema de memória de trabalho é considerado um sistema de capacidade limitada que se ocupa primordialmente do papel funcional de gravar e manipular a informação disponível no ambiente para a realização de atividades cognitivas complexas (Baddeley, 2007), diferentemente da memória de curto prazo que se refere ao simples armazenamento temporário da informação (Baddeley, 2012). Estas habilidades de manter e manipular temporariamente uma pequena quantidade de informação vinda do ambiente foram imprescindíveis, em termos evolutivos, para a emergência do pensamento moderno (Coolidge & Wynn, 2004) e são essenciais para o comportamento inteligente (Baddeley, 1986).

Um dos principais modelos de memória de trabalho é o de componentes múltiplos de Baddeley e Hitch (1974), proposto inicialmente com três subcomponentes: o laço fonológico, o esboço visuoespacial e o executivo central, responsáveis respectivamente pelo armazenamento das informações verbais, das informações visuais e espaciais e do controle atencional do sistema. Mais tarde, em uma atualização do modelo foi proposto um terceiro armazenador, o *buffer* episódico, considerado um componente capaz de reunir informações previamente não relacionadas criando novas combinações (Baddeley, 2000; Baddeley, Allen, & Hitch, 2011).

O laço fonológico é responsável pelo armazenamento e manutenção temporária da informação em uma forma acústica/fonológica. Este traço de memória decai em poucos segundos, a menos que seja revivido pela recitação articulatória que recupera e re-articula o conteúdo disponível no armazenador fonológico passivo (Baddeley, 1986, 2007, 2012). Este componente está implicado em uma gama de funções cognitivas do nosso dia a dia, incluindo a compreensão e aquisição da linguagem e a aprendizagem de uma segunda língua (Baddeley, 2000). A existência do laço fonológico e sua estrutura foram presumidas com base em pelo menos três tipos de evidências testadas empiricamente. O *efeito da similaridade fonológica* demonstra que a capacidade da memória é inferior para listas compostas por itens com sonoridades semelhantes. A *supressão articulatória* mostra que a repetição contínua de palavras sem sentido interfere negativamente na capacidade da memória verbal. E o *efeito do comprimento da palavra* (Santos & Bueno, 2003; Baddeley, Thomson, & Buchanan, 1975) mostra que a capacidade da memória verbal é melhor em listas compostas por palavras

menores do que por palavras longas (Baddeley, 1986, 2012). A dissociação do laço fonológico em dois subcomponentes, um armazenador fonológico passivo, e um processo de controle articulatorio, semelhante à fala subvocal, foi apoiada também por pesquisas com pacientes com lesão cerebral, que apresentam armazenamento fonológico intacto, mas um processo de controle articulatorio prejudicado (Vallar, Betta, & Silveri, 1997).

O segundo subsistema da memória de trabalho, denominado esboço visuoespacial, é responsável pela manutenção e manipulação da informação visual e espacial. Da mesma forma que o laço fonológico foi dividido entre armazenador e articulador fonológico, o esboço visuoespacial foi fracionado em dois subcomponentes interdependentes. Um subcomponente passivo que armazena informações correlacionadas às características do objeto-visual (formas, objetos e cores) e um subcomponente ativo que se encarregaria de lidar com as informações de ordem espacial, de localização e movimento (Della Sala, Gray, Baddeley, Allamano, & Wilson, 1999; Darling, Della Sala, & Logie, 2007).

De acordo com Logie (1995) a memória visuoespacial deve ser entendida como um armazenador passivo (*visual cache*) que mantém a informação visual estática e um armazenador ativo (*inner scribe*) que, através de um mecanismo espacial, recita o padrão visual. Estudos comportamentais de Della Salla, Gray, Baddeley, Allamano e Wilson (1999), Hecker e Mapperson (1997), Klauer e Zhao (2004), Darling, Della Sala e Logie (2007) entre outros, também apoiaram a dissociação entre a memória de trabalho visual e espacial. Esta dissociação também é confirmada em estudos com a neuroimagem (Smith & Jonides, 1997) e em estudos de desenvolvimento. Por exemplo, Logie e Pearson (1997) avaliaram o desempenho de crianças de diversas faixas etárias na execução de tarefas de memória para padrões visuais e para sequências de movimentos e mostraram que os desempenhos são diferenciados para a retenção de informações visuais e espaciais, sugerindo que os componentes são armazenados em registros independentes. Mohr e Linden (2005) também sugerem que o armazenamento de cores e suas posições espaciais contam com diferentes recursos, evidenciando a dissociação visual e espacial da memória de trabalho.

O executivo central é o mais complexo componente do modelo e funciona como um sistema de processamento da informação e controle da atenção com capacidade limitada. Ele é responsável pela manipulação da informação e pelo controle dos outros subsistemas, supervisionando e coordenando os conteúdos dentro da memória de trabalho, bem como sua posterior integração a memória de longo prazo (Repovs & Baddeley, 2006). Segundo Baddeley (1996) o executivo central tem quatro importantes funções na memória de trabalho. A primeira envolve focar a atenção à tarefa disponível, por exemplo, quando jogamos xadrez

utilizamos recursos do executivo central para planejar e executar a melhor jogada. Mudar atenção entre duas ou mais tarefas seria a segunda função do executivo central. A terceira função seria dividir a atenção em duas ou mais tarefas, por exemplo, conversar com alguém enquanto cozinhamos. E por fim, o executivo central estaria envolvido na interface com a memória de longo prazo.

Para Baddeley (1986, 2012) o principal papel do executivo central é o controle da atenção na ação e para explicar este funcionamento, ele adotou o modelo neuropsicológico de Norman e Shallice (1980). De acordo com este modelo, o domínio da ação se dá através de dois modos de controle, um automático e outro dependente de um sistema atencional limitado. O primeiro é baseado em hábitos ou esquemas, onde ações aprendidas e automatizadas pelo treinamento extensivo demandam pouco ou nenhum controle da atenção. Um exemplo é dirigir a caminho de seu trabalho, uma situação em que o percurso e as ações diretamente envolvidas na direção do automóvel como brecar, acelerar, desviar de buracos já estão automatizadas. No entanto, quando atividades novas estão envolvidas ou quando um estímulo urgente é apresentado, o Sistema Atencional Supervisor (*Supervisory Attentional System* - SAS) assume o controle da ação e intervém em favor de uma ou outra decisão, ou ainda, busca soluções alternativas. Este sistema, SAS, teria a função de inibir e de ativar esquemas diretamente (Baddeley, 1986, 2007), sendo crucial ao executivo central (Baddeley, Eysenck, & Anderson, 2011). Adotar o SAS para explicar o executivo central ofereceu um suporte para as tarefas e processos que necessitam de um controlador atento, principalmente como uma fonte de controle da atenção, focalizando e dividindo-a entre tarefas simultâneas (Repovs & Baddeley, 2006).

Um dos maiores problemas do modelo de memória de trabalho com apenas três componentes foi explicar como a informação era integrada e relacionada com a memória de longo prazo (Baddeley, Eysenck, & Anderson, 2011). Por isso, na revisão do modelo, Baddeley (2000) propôs o *buffer* episódico, componente com uma capacidade de armazenamento limitada, que atuaria de forma ativa como interface entre os dois subsistemas de armazenamento, cada qual com seu código de memória. Supostamente o *buffer* é capaz de reunir conceitos não relacionados, para criar novas combinações. Este armazenador multimodal é considerado episódico na medida em que pode armazenar episódios, *chunks* (Miller, 1956), ou representações unitárias, que poderiam ser acessadas de forma consciente. Em sua proposta original, Baddeley (2000) considerou que o acesso da informação dos subsistemas ao *buffer* ocorreria através do executivo central, e que este teria um papel ativo e dependente de recursos atentos para integrar em uma representação unitária a informação

advinda de diferentes fontes. Desta forma, neste modelo, a codificação e o armazenamento de informações seriam particularmente dependentes de recursos gerais da atenção vindos do executivo central.

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).

Com base neste modelo o presente estudo buscou explorar a natureza da informação isolada e integrada na memória de trabalho. Empiricamente a integração da informação na memória de trabalho tem sido estudada por diferentes paradigmas, entre eles o mais empregado é o paradigma de tarefas duplas. A ideia principal está baseada na seguinte premissa: se a capacidade de um componente da memória de trabalho é saturada por uma tarefa primária, o desempenho simultâneo de uma segunda tarefa, que utilize os mesmos recursos, irá prejudicar o desempenho da tarefa primária (Baddeley, 1986). Como exemplo de tarefa dupla, temos o uso do ruído visual dinâmico (tela preta com pontos brancos que se alternam), uma tarefa secundária visual que se mostrou eficaz para competir com a codificação da informação visual (Santana et al. s/d), sendo muito utilizado em estudos de memória de trabalho visual (Quinn & McConnell, 1996, 1999).

Ao se utilizar a tarefa dupla, o fator de interesse é o decréscimo no desempenho da tarefa de memória ocasionado pela atividade concomitante da tarefa secundária, relacionada à condição controle, indicando que ambas as tarefas utilizaram os mesmos recursos do componente de memória em questão (Klauer & Zhao, 2004; Mohr & Linden, 2005). A aplicação do paradigma de tarefas duplas na memória de trabalho foi uma das primeiras

técnicas utilizadas por Baddeley e Hitch (1974) que, argumentaram que como não tinham acesso aos pacientes com déficits de memória para realizar os estudos, decidiram que precisariam “criar” seus próprios pacientes usando os voluntários sadios disponíveis (Baddeley, 2012). A técnica foi utilizada para desabilitar funcionalmente algumas funções cognitivas, sem a lesão propriamente dita, e revelou características importantes da estrutura funcional e das propriedades dos sistemas de armazenamento.

A contagem regressiva é uma 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. Nesta tarefa o participante deve contar regressivamente a partir de um número que é apresentado pelo experimentador (Peterson & Peterson, 1959). Diversos estudos utilizaram a contagem regressiva de 3 em 3 para estudar a relação do executivo central e do *buffer* (Allen, Baddeley, & Hitch, 2006; Godoy & Galera, 2011) e demonstraram que ela é uma tarefa robusta para avaliar o envolvimento do executivo central em tarefas de memória de trabalho.

A supressão articulatória é outra tarefa secundária utilizada no paradigma de tarefas duplas, ela consiste na repetição de uma sílaba (por exemplo, “blá”) ou números (por exemplo, um, dois, três) simultaneamente a realização da prova principal para interferir no desempenho da memória de trabalho verbal (Logie, 1995). Considerando que a supressão articulatória impede a recitação do nome dos estímulos apresentados visualmente, Galera e Fuhs (2003) investigaram o efeito da supressão articulatória em tarefas com padrões visuais e letras e verificaram que a supressão impediu o acesso das letras ao laço fonológico, igualando as taxas de reconhecimento dos dois tipos de estímulos. Outros estudos que envolvem a memória de trabalho visual, utilizaram a supressão articulatória para evitar a contribuição da codificação verbal (recitação articulatória) da informação visuoespacial apresentada para a memorização (Allen et al., 2006, 2009; Ueno, Allen, Baddeley, Hitch, & Saito, 2011), sugerindo assim, que o esboço visuoespacial pode utilizar recurso do laço fonológico para memorizar itens que são apresentados visualmente Baddeley (2007).

Enfim, o uso do paradigma de tarefas duplas é uma importante ferramenta para a compreensão do funcionamento dos componentes na memória de trabalho. Neste trabalho pretendemos determinar se o efeito de uma tarefa secundária, a contagem regressiva, realizada simultaneamente a uma tarefa de reconhecimento verbal, visual e da conjunção, provocaria um prejuízo maior no desempenho da recordação da conjunção, por exigir mais recursos da atenção, sugerindo uma dependência do *buffer* com o executivo central, como proposto por Baddeley (2000).

A conjunção da informação na memória de trabalho

O modelo de múltiplos componentes de Baddeley e Hitch (1974) foi estruturado em função de diferentes componentes específicos quanto à característica do estímulo a ser memorizado, ou seja, um componente para informação verbal e outro para a informação visuoespacial, como visto anteriormente. Estudos como de Logie, Zucco e Baddeley (1990) que combinaram tarefas de *span* (capacidade) visual e verbal com as tarefas secundárias desenvolvidas por Brooks (1967) e tem sugerido a separação entre os componentes visuais e verbais. Smith, Jonides e Koeppel (1996) também evidenciaram esta dissociação mostrando que tarefas de memória verbal ativam principalmente o hemisfério esquerdo (área de Broca e área pré-motora) e as tarefas de memória espacial ativam o hemisfério direito (córtex frontal ventro lateral, e o córtex occipital e parietal). Logie, Zucco e Baddeley (1990) mostraram que o *span* visual é mais afetado pela tarefa espacial de Brooks e o *span* de letras é mais afetado pela tarefa dupla verbal, sugerindo que há dois mecanismos especializados na memória de trabalho, um para o visuoespacial e outro para o verbal.

No entanto, estudos posteriores sugerem que mesmo com esta dissociação entre os componentes visuais e verbais, em algum momento a informação processada no esboço visuoespacial e a informação verbal processada no laço fonológico poderiam ser combinadas e armazenadas em um lugar comum dentro da memória de trabalho (Chincotta, Underwood, Ghani, Papadopoulou, & Wresinski, 1999). Por exemplo, quando conhecemos uma pessoa, informações verbais (como o nome da pessoa) e visuais (como a face) devem ser armazenadas de forma integrada para que quando encontrar com a pessoa novamente possa recuperar seu nome de forma correta.

Evidências da integração da informação visual e verbal foram apresentadas entre outras, por Logie, Della Sala, Wynn e Baddeley (2000) em um estudo no qual manipularam o grau de similaridade, a consistência visual (letras maiúsculas e minúsculas) e a supressão articulatória de letras e palavras. Os participantes realizaram tarefas com palavras visual e fonologicamente semelhantes e em condições em que as palavras eram visualmente distintas, mas fonologicamente semelhantes. O desempenho foi melhor na segunda condição e este efeito foi encontrado mesmo sem a supressão articulatória. Os autores propõem que as sequências verbais apresentadas na modalidade visual são armazenadas em códigos visuais e fonológicos, que estão integrados em "episódios", ou seja, os participantes podem ter utilizado

os códigos fonológico e visual combinados para retenção de sequências randômicas (ver também Galera & Fuhs, 2003).

Luck e Vogel (1997) estudaram a memória para características visuais e suas conjunções em vários experimentos usando o paradigma de detecção da mudança. Neste paradigma experimental uma tela com um número variável de estímulos foi apresentada para memorização e, depois de um intervalo de retenção, uma tela com todos os estímulos iguais aos da tela inicial ou com um estímulo diferente, foi apresentada para julgamento. Os resultados mostraram 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 quatro objetos definidos pela conjunção de quatro características podem ser armazenados tão bem quanto quatro objetos definidos apenas por uma característica. Estes resultados são consistentes com aqueles encontrados por Gajewski e Brockmole (2006), que usaram dicas espaciais exógenas entre apresentação visual e recordação verbal de forma, cor e a conjunção e sugerem que objetos são processados como unidades únicas.

O envolvimento da atenção na conjunção

Desde a década de 1980 há um consenso sobre a necessidade da atenção na conjunção da informação percebida (Treisman & Gelade, 1980). No entanto, uma questão muito investigada na literatura e que ainda não está esclarecida é sobre o envolvimento da atenção no armazenamento da conjunção voluntária da informação na memória de trabalho.

Dentro do cenário atual da memória de trabalho, o envolvimento da atenção no armazenamento da informação de diferentes sistemas ou modalidades, o tema central deste estudo, tem sido intensamente investigado. Alguns estudos têm sugerido que o envolvimento da atenção depende do tipo de conjunção que é exigida (Stefurak & Boynton, 1986), enquanto outros tipos de conjunções como cor e forma sugerem ser um processo automático, sem a necessidade de mais atenção para seu armazenamento. Por exemplo, Allen et al. (2006) investigaram o papel da atenção na integração de cor e forma e mostraram que uma tarefa secundária de contagem regressiva (exp. 4) afeta a precisão das respostas tanto quando o participante deve memorizar apenas a forma ou a cor, como na situação em que ambas as informações devem ser memorizadas de forma integrada. Ou seja, o efeito da contagem regressiva, que teoricamente demanda recursos atentos, é semelhante tanto em tarefas de

reconhecimento com a conjunção como para características isoladas, sugerindo que as informações visuais integradas foram mantidas na memória sem a necessidade de mais envolvimento do executivo central, isto é, sem a necessidade de recursos adicionais da atenção.

Karlsen, Allen, Baddeley e Hitch (2010) também estudaram a demanda de atenção em tarefas de memória de trabalho para a conjunção intencional de cor e forma apresentadas em objetos separados espacialmente ou temporalmente. Os autores utilizaram uma tarefa de reconhecimento de item para avaliar a memória e a contagem regressiva como tarefa secundária atencional durante a codificação e o intervalo de retenção da tarefa principal. Os resultados mostraram que a contagem regressiva prejudica o desempenho da tarefa de memória em todas as condições (cor e forma armazenados separados ou conjugados) de maneira semelhante, sugerindo também que estas características visuais são integradas na memória de trabalho sem a necessidade de recursos extras do executivo central.

Evidências de processos de integração sem a exigência extra de recursos da atenção foram obtidas também por Baddeley, Hitch e Allen (2009). Estes autores investigaram através do paradigma de tarefas duplas a integração da informação verbal na memória de trabalho com diferentes tarefas concorrentes (contagem regressiva, supressão articulatória). Os resultados mostraram que a conjunção verbal parece refletir em um processo automático, em que os processos executivos não são essenciais para a conjunção das sentenças, mas em que há o envolvimento claro da memória de longo prazo.

Delvenne, Cleeremans e Laloyaux (2010) investigaram se a sustentação do foco da atenção é exigida para manter as características isoladas e a conjunção na memória de trabalho visual. Estes autores utilizaram o paradigma da detecção da mudança para forma e cor e a atenção foi manipulada através de uma dica retroativa durante o intervalo de retenção. Os resultados mostraram que ambos os armazenamentos, da conjunção e das características isoladas, foram igualmente beneficiados pela dica, sugerindo que a conjunção foi armazenada na memória de trabalho sem requerer qualquer recurso da atenção além do necessário para manter a informação isolada.

Resultados obtidos em um estudo utilizando o imageamento cerebral também apontam que a conjunção de faces e cenas é armazenada automaticamente. Hayes, Baena, Truong e Cabeza (2009) utilizando tarefas de reconhecimento solicitaram aos participantes a realização de duas condições experimentais, uma em que era memorizada apenas faces, e outra em que eram memorizadas faces com uma cena ao fundo. Mesmo os participantes tendo sido instruídos a memorizar apenas as faces, na condição onde a cena foi apresentada, o

desempenho foi pior do que na condição com a apresentação apenas de faces. Além disso, os resultados mostraram que a conjunção foi mediada pela ativação do hipocampo, sugerindo que esta região integra automaticamente itens que são apresentados juntos, mesmo que a tarefa não exija a conjunção.

Com base nesses estudos, Baddeley, Allen e Hitch (2010) sugerem que a integração de características visuais de um objeto parece operar fora da memória de trabalho, ou seja, ser independente de recursos deste sistema. Além disso, sugerem que o *buffer* parece ser um local passivo que armazena informações multimodais criadas em outro local do sistema cognitivo e não um componente ativo e dependente de recursos do executivo central como proposto inicialmente.

Devido às dúvidas geradas com os novos estudos Baddeley, Allen e Hitch (2011) fizeram uma revisão de seus trabalhos sobre o papel da tarefa secundária atencional na codificação e manutenção de cor e forma isoladas e integradas na memória de trabalho e em todos os estudos não encontraram efeito maior da tarefa secundária atencional para a conjunção. Os autores sugerem uma modificação no modelo de memória de trabalho, onde apontam que o coração do modelo seja o *buffer* episódico, sendo o mesmo a via de acesso consciente para o laço fonológico e o esboço visuoespacial, um sistema puramente passivo, mas com o papel crucial para a integração, sendo capaz de conjugar informações de dimensões diferentes dentro de episódico únicos, de forma automática.

Embora um grande número de estudos tenha apontado que a atenção não é necessária para a conjunção da informação na memória de curto prazo, alguns estudos mostram que há uma necessidade maior de recursos da atenção para o armazenamento da informação na memória de trabalho. Por exemplo, Stefurak e Boynton (1986) investigaram a integração da informação visual na memória de trabalho utilizando silhuetas de animais coloridas em 3 condições, só cor, só forma e a conjunção forma-cor. Os participantes realizavam tarefas de aritmética complexas durante todo o processo de memorização. Os resultados mostraram que a tarefa aritmética teve um efeito mais prejudicial sobre a memória para a conjunção do que para formas ou cores tomadas isoladamente, sugerindo o envolvimento de recursos atentos na memória para conjunção de silhuetas coloridas.

Evidências neste sentido também foram obtidas por Wheeler e Treisman (2002). Estes autores utilizaram o paradigma de detecção de mudança, adaptado de Luck e Vogel (1997) para estudar a conjunção de características visuais na memória de curto prazo. Os resultados mostram que o desempenho é mais prejudicado nas situações em que o teste apresenta diferenças na conjunção de características, sugerindo que os objetos são

armazenados em termos de conjunções visuais. Mas, revela também que estas conjunções são temporárias, que se desintegram se não houver recursos atentos suficientes para mantê-las ativas em um “arquivo de objeto” (*object file*).

Brown e Brockmole (2010) também encontraram resultados que sugerem que a atenção é necessária para a codificação e armazenamento de cor e forma. Estes autores investigaram a memória para cores, forma e a conjunção cor e forma em jovens e adultos em tarefas de reconhecimento para verificar o custo da carga atencional. No primeiro experimento os autores se basearam no estudo de Allen et al. (2006), mas utilizaram a contagem regressiva de 3 em 3 durante a codificação, manutenção e recuperação da tarefa de memória principal. Os resultados mostraram que a contagem regressiva afeta a memória para conjunção de forma e cor mais acentuadamente do que a memória para características isoladas, e que não há diferença nas taxas de respostas para jovens e idosos, sugerindo que ao contrário do que foi encontrado por Allen et al. (2006), esta conjunção de cor e forma com uma tarefa atencional durante todo o processo de armazenamento requer mais recursos do executivo central do que a informação isolada, não sendo armazenados automaticamente como proposto anteriormente.

Allen, Hitch, Mate e Baddeley (2012) investigaram as contradições encontradas em seus estudos e o de Brown e Brockmole (2010) em relação à necessidade ou não de recursos extras da atenção para o armazenamento da informação integrada de cor e forma. Utilizando tarefas de reconhecimento de item como tarefa de memória e a contagem regressiva durante a codificação, manutenção e na recuperação como tarefa secundária que recruta atenção. Estes autores encontraram que a tarefa secundária interfere de forma semelhante para a informação isolada e a integrada, descartando a dependência do *buffer* em relação ao executivo central, citada por Baddeley (2000). Além disso, os autores propõem que as diferenças nos resultados com o experimento de Brown e Brockmole (2010) podem estar nas diferenças no delineamento experimental, e sugerem que em experimentos posteriores fatores como a quantidade e o tempo de exposição dos estímulos para a memorização, tarefa secundária e o tipo de análise estatística devem ser tomadas com cuidado para garantir robustez e replicabilidade nos estudos.

De maneira geral, os estudos que investigaram a relação entre atenção e memória visual sugerem que as informações de um mesmo sistema, como por exemplo, cor e forma, podem ser integradas na memória de trabalho de forma automática (Allen et al., 2006, 2009). Da mesma forma, outros estudos mostraram que as informações de sistemas diferentes como visuais e verbais ou verbais e espaciais também podem ser armazenadas de maneira integrada

(Godoy & Galera, 2011; Elsley & Parmentier, 2009). É possível que, por se tratar de dois componentes diferentes da memória de trabalho, esta conjunção exija mais recursos da atenção vindos do executivo central?

Com este propósito Allen, Hitch e Baddeley (2009) investigaram o envolvimento da atenção no armazenamento das informações (cores e formas) utilizando duas modalidades de apresentação, a visual e a verbal. Foram realizadas tarefas de reconhecimento nas quais os participantes eram testados em 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 reter na memória de forma integrada as características através das duas modalidades de apresentação (visual e auditiva) e que o armazenamento da conjunção não requer maior demanda de atenção do executivo central do que a informação isolada, mesmo que para a realização da tarefa sejam utilizados dois componentes distintos.

Johnson, Hollingworth e Luck (2008) também investigaram a atenção na manutenção de informações integradas na memória de trabalho visual e espacial utilizando também o paradigma de detecção da mudança. Os participantes deveriam armazenar cores e orientações espaciais de objetos apresentados isoladamente e em conjunção em tarefas de reconhecimento e realizar tarefas de busca visual no intervalo de retenção. 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 busca, indicando que a conjunção visual e espacial não requer recursos extras da atenção.

Os diferentes aspectos da atenção engajados na apresentação de estímulos em blocos de provas ou em uma apresentação mista de estímulos foi investigado por Jaswal e Logie (2012). Os autores utilizaram o paradigma da detecção da mudança para a conjunção visual e espacial (localização, forma e cor) na memória de trabalho. Os resultados mostraram que a apresentação mista teve o desempenho melhor quando a conjunção envolvia a localização. No entanto, a apresentação em blocos teve um desempenho melhor quando a conjunção não envolvia a localização, ou seja, apresentação era formada por cor e forma e a localização era irrelevante para a tarefa. Os autores sugerem que alguns tipos de conjunção requerem atenção, ou seja, que a conjunção que envolve localização espacial se beneficiaria de recursos adicionais da atenção, mas que a conjunção de outros objetos específicos, podem não se beneficiar da mesma maneira.

Neste mesmo sentido, a conjunção de informação verbal e espacial parece exigir o envolvimento de regiões corticais frontais, normalmente associadas com o controle atencivo. Por exemplo, Prabhakaran, Narayanan, Zao e Gabrieli (2000) identificaram o envolvimento de regiões frontais na manutenção da informação verbal e espacial integrada, o que sugere o envolvimento do executivo central no armazenamento destas informações. Estes autores examinaram a ativação cerebral (fMRI) durante a realização de tarefas de memória para letras, para localização espacial e para a conjunção de letras e localizações. Seus resultados mostram que na manutenção da conjunção há uma grande ativação do córtex frontal direito, enquanto que no armazenamento das letras e localizações isoladas há ativação de múltiplas áreas cerebrais. Zhang et al. (2004), também investigaram as funções envolvidas na memória de trabalho para ordem temporal com modalidade de apresentação cruzada (dígitos auditivos e localização visual). Os participantes deveriam recordar dígitos auditivamente e suas localizações apresentadas visualmente em ordem mista ou não. Através da ressonância magnética os autores perceberam que o córtex pré-frontal direito pode ter um papel importante para a integração destas informações, sugerindo um possível correlato com a necessidade da atenção para a integração da informação no *buffer* episódico.

Em um estudo comportamental Elsley e Parmentier (2009) mostraram que a conjunção de informações verbais (letras) e espaciais (localização) envolve recursos gerais da atenção, ou seja, que esta conjunção pode ser prejudicada pelo deslocamento da atenção para outra tarefa concorrente. Estes autores investigaram o desempenho numa tarefa principal de reconhecimento de letras, de suas localizações espaciais ou da conjunção letra-localização, realizada com ou sem uma tarefa secundária atenciva (discriminação de tons puros em uma sequência apresentada antes dos estímulos a serem memorizados e, depois da prova principal, a apresentação de um tom para o julgamento). Seus resultados mostraram que esta tarefa secundária teve um efeito prejudicial sobre a tarefa principal, afetando principalmente a memória para a conjunção verbal-espacial, sugerindo o envolvimento do executivo central no armazenamento desse tipo de conjunção na memória de trabalho.

Santana e Galera (2012) investigaram o envolvimento de recursos da atenção na codificação e manutenção da informação visual (matriz) e espacial (posição na tela) isolada e integrada na memória de trabalho, utilizando o paradigma de tarefas duplas. Os participantes deveriam realizar tarefas de localização espacial realizada simultaneamente a uma tarefa atenciva secundária de discriminação de tons. Os resultados mostraram que o executivo central está envolvido com a manutenção da informação espacial e com a conjunção visuoespacial, uma vez que recursos do executivo central interagiram com os recursos do

esboço visuoespacial para manter a informação ativa até o momento em que o participante deveria responder à tarefa de memória.

Quando se trata da informação verbal e visual, existem evidências de que a integração e o armazenamento podem acontecer com a necessidade da atenção, como no estudo em que Caprio, Godoy e Galera (2010) investigaram a integração da informação visual (esquemas de faces) e verbal (nomes) em uma tarefa de localização espacial na memória de trabalho. Os autores mostraram que a conjunção visual-verbal não acontece automaticamente e que não existe cooperação entre as informações em uma tarefa em que a recordação de uma localização deve ser realizada com base na informação verbal ou visual, tendo um prejuízo no desempenho. Nesse caso, os autores sugeriram que se pode atribuir a queda no desempenho a uma limitação atencional, supondo a necessidade da atenção para o armazenamento da informação integrada de faces e nomes.

Godoy e Galera (2011) investigaram o envolvimento da atenção no armazenamento isolado e integrado de informações visuais (faces) e verbais (nomes) utilizando o paradigma de tarefas duplas. Os participantes deveriam realizar uma tarefa de reconhecimento de item e uma tarefa de contagem regressiva de 3 em 3 realizada no intervalo de retenção da tarefa de reconhecimento. Os resultados mostraram uma queda maior no desempenho da conjunção quando os participantes deveriam realizar a contagem regressiva do que no desempenho das informações armazenadas isoladamente, sugerindo que a informação integrada na memória de trabalho requer mais recursos do executivo central do que a informação verbal e visual isoladas.

Com base nesses estudos, podemos perceber que o conceito do *buffer* e sua relação com o executivo central ainda estão em um estágio prematuro de desenvolvimento. Além de verificar se há ou não efeito da atenção na integração da conjunção é importante revelar quais fatores influenciam sobre este efeito, possibilitando uma compreensão mais adequada sobre o funcionamento do modelo na memória de trabalho. Desta forma, o objetivo deste estudo foi investigar o envolvimento de recursos da atenção na codificação e no armazenamento da informação integrada de diferentes subsistemas na memória de trabalho como o visual e verbal, manipulando a quantidade de estímulos apresentados para a memorização (dois, três e quatro estímulos) e a complexidade do objeto - cor e sílaba (experimento 1) e face e nome (experimento 2).

Por complexidade visual nos referimos a quantidade de detalhes visuais armazenada na memória de trabalho para cada objeto. Luria e Vogel (2011) também utilizaram esta definição em seu estudo sobre a integração do objeto utilizando estímulos complexos

(polígonos) e simples (cor e forma). Alvarez e Cavanagh (2004) mediram a capacidades de armazenamento da memória de trabalho visual para estímulos complexos e também encontraram uma diminuição na capacidade da detecção da mudança com o aumento da complexidade dos estímulos. Neste sentido a complexidade também foi definida pela quantidade de detalhes do objeto. Por exemplo, enquanto a memória foi capaz de armazenar quatro cores, esta capacidade foi reduzida para dois quando o estímulo eram polígonos gerados aleatoriamente.

A utilização de faces como estímulos complexos para o armazenamento visual foi sugerido por Smyth, Hay, Hitch e Horton (2005) que relataram serem estímulos que proporcionam uma infinidade de exemplares, além de serem difíceis de ser verbalizadas e sendo facilmente identificadas em curtos intervalos de tempo, demonstram ser importantes estímulos para se estudar a memória de trabalho. Já a utilização de estímulos verbais complexos, nomes dissílabos, pode ser sugerida pelo efeito do comprimento da palavra em relação a uma sílaba apenas (Baddeley et al., 1975). Santos e Bueno (2003) mostram que no teste brasileiro de pseudo palavras com crianças houve uma diferença significativa em relação ao comprimento das pseudo palavras, onde a acurácia declinou em relação a quantidade de sílabas.

Assim, consideramos que os mecanismos da conjunção são operações básicas do sistema cognitivo, desempenhando diferentes funções para vários níveis de processamento, podendo ser um fator limitante para uma série de processos mentais. Fatores que melhoram ou afetam a conjunção podem explicar grande parte da variação de desempenho entre diferentes situações. Portanto, o envolvimento da atenção no processo de conjunção da informação e suas características podem ajudar a explicar como os componetes interagem e como afetam o funcionamento da memória de trabalho, sendo um tema ainda a ser esclarecido.

2- Objetivos

2.1 Geral

Investigar se a conjunção voluntária da informação verbal e visual na memória de trabalho requer recursos adicionais da atenção.

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 verbal (supressão articulatória) na memória para conjunção visual-verbal e na memória das informações isoladas;
- Comparar o reconhecimento da conjunção visual-verbal nas condições em que os estímulos eram simples e complexos;
- Comparar o reconhecimento da conjunção visual-verbal nas condições em que a quantidade de estímulos para a memorização era diferente.

3.1 Experimento 1 A:

Em um estudo anterior (Godoy e Galera, 2011) investigamos o papel da atenção na integração da informação verbal e visual na memória de trabalho. Uma tarefa de reconhecimento baseado na informação visual, verbal, ou na conjunção das duas modalidades foi realizada com uma tarefa de contagem regressiva de três em três no intervalo de retenção da tarefa primária. Fotografias de faces foram utilizadas como estímulos visuais e nomes foram utilizados como estímulos verbais. A contagem regressiva prejudicou o desempenho geral na tarefa de reconhecimento, mas seu efeito foi maior na memória para conjunção do que para as informações isoladas, sugerindo que o armazenamento integrado da informação visual e verbal exige mais recursos atencivos do que o armazenamento das informações tomadas isoladamente. Dada a contradição entre nossos resultados e de outros estudos apresentados na literatura (Allen, et al., 2006, 2009, 2012), consideramos que deveríamos explorar essa contradição em novos estudos. Investigamos duas características da situação experimental que poderiam ter provocado a demanda por mais recursos atencionais no armazenamento da informação visual e verbal, o número de estímulos memorizados e a complexidade dos estímulos. Dessa forma, optamos no presente estudo utilizar estímulos mais simples, cores e sílabas, e uma carga de memória dentro da capacidade de armazenamento.

Em um estudo preparatório investigamos a capacidade da memória de trabalho para estímulos visuais, verbais e para a conjunção visual-verbal utilizando uma tarefa de reconhecimento de itens (Godoy e Galera, s/n). Nesse estudo os participantes ($n=23$) deveriam memorizar uma sequência de tamanho variável de estímulos (2, 3, 4, 5, 6 ou 7 estímulos) e, depois de um intervalo, julgar se um estímulo teste pertencia ou não à sequência memorizada. Foram memorizados três tipos de estímulos (cores, sílabas sem sentido apresentadas auditivamente ou a conjunção cor-sílaba) apresentados em blocos experimentais separados. A capacidade foi estimada pela fórmula $k = N * (hit - fa)$ (Cowan, 2001). O desempenho geral mostrou que a capacidade de reconhecimento para a conjunção foi inferior a das outras modalidades isoladamente. A análise que levou em consideração o tipo de bloco e a quantidade de itens memorizados revelou que na memória verbal o maior desempenho foi de 3.69 itens, na memória visual de 3.78 itens, e na memória para conjunção foi observado desempenho de 1.49 itens. Em termos de capacidade de reconhecimento, podemos observar que guardar a informação integrada envolve um custo a mais do que guardar a informação isolada, apontando que uma sequência para a memorização de 2 estímulos para a condição de

conjunção é o número ideal sem sobrecarregar o sistema. Dessa forma, no primeiro experimento apresentado a seguir utilizamos uma carga de memória de dois estímulos,

As tarefas secundárias, de contagem regressiva de 3 em 3 e de supressão articulatória foram realizadas durante a apresentação dos estímulos e no intervalo de retenção da tarefa principal. Poderemos inferir que a conjunção verbal-visual demanda mais atenção do executivo central se a memória para conjunção for mais afetada pela contagem regressiva, do que a memória para as informações verbal e visual armazenadas isoladamente.

Método

Participantes:

Os 18 participantes deste estudo eram universitários, na faixa etária entre 18 e 30 anos ($M= 25,9$; $DP=2,8$), de ambos os sexos (9 homens), com visão e audição normal ou corrigida. Foram excluídos os participantes com desempenho inferior a 9 respostas corretas no teste de Ishihara (2008).

Material e Estímulos:

Os estímulos visuais baseados em Allen, Baddeley e Hitch (2006) eram quadrados de 3 x 3 cm, preenchidos com oito diferentes cores [vermelho (RGB= 255/0/0), amarelo (RGB= 255/255/0), azul (RGB= 0/0/255), preto (RGB= 0/0/0), cinza (RGB= 190/190/190), verde (RGB= 0/255/0), violeta (RGB= 238/130/238), turquesa (RGB= 0/229/238)] apresentadas sobre o fundo branco no centro do monitor. Os estímulos sonoros foram oito sílabas sem sentido [fi, fo, zi, zó (fricativas) e ga, güe, bô, bé (plosivas)] formadas por consoante seguida de vogal e que não remetessem as cores, apresentadas auditivamente através de fone de ouvido. O experimento foi conduzido com o auxílio do utilitário E Prime 2.0 (Schneider, Eschman, & Zuccoloto, 2002). 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 498/2010-08/07/2010, estando, portanto, de acordo com a Resolução CNS 196/96 (anexo 2).

Procedimento

Neste experimento utilizamos a tarefa de reconhecimento de item (Sternberg, 1966), segundo a qual o participante deve memorizar uma sequência de dois estímulos e, depois de

um intervalo de retenção, julgar se um estímulo teste pertence ou não à sequência recém-memorizada. Os participantes realizaram a tarefa de reconhecimento em três condições experimentais (visual, verbal e conjunção visual-verbal), pelas quais passaram em ordem contrabalanceada. Na condição de memória visual os estímulos armazenados foram cores diferentes apresentadas no centro da tela do monitor. Na condição verbal os estímulos foram sílabas sem sentido apresentadas auditivamente através de fone de ouvido. Finalmente, na condição de conjunção os estímulos memorizados foram pares de cor-sílaba, apresentados simultaneamente.

Além da tarefa de memória, os participantes deveriam realizar duas tarefas secundárias, a contagem regressiva de três em três ou a supressão articulatória, durante a codificação e o armazenamento dos estímulos. Na contagem regressiva um número de três dígitos (por exemplo, 639) foi apresentado no centro da tela do computador por 2 segundos e o participante, em voz alta, deveria contar regressivamente de maneira contínua e recitando cada dígito separado ('seis três nove, seis três seis ...'), sob a supervisão do experimentador, até o aparecimento do sinal (círculo no centro da tela) ao final do intervalo de retenção. Na supressão articulatória, um número era apresentado e o participante deveria ler e repetir os dígitos na mesma ordem de apresentação, também recitando de forma separada ("seis três nove, seis três nove...") até aparecer o sinal de aviso do teste (círculo). A experimentadora registrou em uma planilha todos os números recitados pelos participantes.

Cada prova tinha início com a apresentação de três números para a supressão articulatória ou para a contagem regressiva (separadas por bloco) por 2 segundos, seguida pela apresentação dos estímulos a serem memorizados. Os estímulos visuais foram apresentados um a um no centro da tela, cada estímulo sendo apresentado por 1 segundo e com um intervalo preenchido com uma máscara visual (tela com pontos pretos e brancos) de 250 ms entre um estímulo e outro. Para a condição verbal, os estímulos sonoros, cada um com duração aproximada de 250 ms, tiveram um intervalo de 1 segundo entre um estímulo e outro (Figura 2).

Figura 2. Representação esquemática das condições experimentais do Experimento 1 com dois estímulos para memorização, onde está representado em A: tarefa de memória para a conjunção visual-verbal; B: tarefa de memória visual; C: tarefa de memória verbal.

Para a condição de conjunção cor-sílaba foi realizada a apresentação da informação visual e verbal concomitantemente seguindo o mesmo delineamento da condição visual. Após a apresentação dos estímulos a serem memorizados, havia um intervalo de retenção de 800 ms, depois aparecia um aviso para interromper a recitação verbal (um círculo no centro da tela) por 100 ms e então era apresentado um estímulo teste, que permanecia na tela até que o participante emitisse sua resposta. Esta foi dada com os dedos indicador e médio da mão direita no teclado do computador. No caso do estímulo teste ser considerado igual a um dos apresentados na sequência inicial, a resposta deveria ser a de pressionar a tecla 1, caso contrário, o participante deveria pressionar a tecla de número 2. Em metade das provas o estímulo teste pertencia à sequência memorizada. Na condição de conjunção o estímulo teste das provas negativas foi definido pela recombinação das dimensões ‘cor’ e ‘sílaba’ sem a apresentação de uma dimensão nova, ou seja, o estímulo teste foi definido pela conjunção de uma cor e uma sílaba que haviam sido apresentados na sequência inicial, mas combinadas de forma diferente.

Em cada condição experimental (visual, verbal ou conjunção) foram realizados dois blocos de provas, um bloco com supressão articulatória (SA) com 30 provas de reconhecimento e um bloco com contagem regressiva (CR3) com 30 provas de

reconhecimento, totalizando 180 provas com duração média de 35 minutos. Antes de cada bloco foram realizadas 4 provas treino.

Resultados

Foram realizados três tipos de análises, uma que levou em conta a acurácia (A') (Wickens, 2002), outra o tempo de reação das respostas corretas e uma na qual se levou em conta a taxa de acertos em função da posição serial do estímulo teste. Para todas, utilizamos a análise de variância (ANOVA). As duas primeiras análises levaram em conta medidas repetidas em dois fatores: tarefa secundária (contagem regressiva e supressão articulatória) e tipos de tarefas (apenas cor, apenas sílabas e a conjunção cor-sílaba) e na terceira análise, levou-se em conta também a posição serial do estímulo teste. O teste *post hoc* de Bonferroni ($p < 0,05$) foi para identificar diferenças mais específicas.

Na análise da acurácia podemos observar que a tarefa principal de reconhecimento varia em função do tipo de informação a ser memorizada [$F(2,34) = 20,88$; $p < 0,001$; $\eta^2_p = 0,55$]. O desempenho do participante foi pior nas provas com a conjunção ($M = 81\%$, $epm = 4\%$) e melhor nas provas com sílabas ($M = 95\%$, $epm = 2\%$) e cores ($M = 91\%$, $epm = 3\%$). Estes resultados indicam que a informação verbal teve o mesmo desempenho que a informação visual ($p = 0,15$) e ambas com um predomínio sobre a situação na qual a conjunção foi exigida ($p < 0,001$).

O tipo de tarefa secundária (supressão articulatória ou contagem regressiva) teve efeito significativo sobre o desempenho da tarefa principal [$F(1,17) = 47,01$; $p < 0,001$; $\eta^2_p = 0,73$]. O desempenho foi melhor nas situações com a supressão com média de acertos de 95% ($epm = 2\%$) e pior com a contagem regressiva, com média de acertos de 83% ($epm = 4\%$), confirmando o efeito atencional da contagem regressiva sobre a tarefa de memória.

Finalmente, houve uma interação significativa entre o tipo de tarefa principal e as tarefas secundárias [$F(2,34) = 5,05$; $p = 0,01$; $\eta^2_p = 0,22$]. Para a condição de conjunção a diferença no desempenho quando realizada a contagem regressiva e a supressão articulatória foi de 19% [contagem ($M = 72\%$; $epm = 4\%$), supressão articulatória ($M = 90\%$, $epm = 2\%$) ($p < 0,001$)] nas provas em que os estímulos foram apenas cores a diferença foi de 13 % [contagem ($M = 84\%$; $epm = 3\%$), supressão articulatória ($M = 97\%$, $epm = 1\%$) ($p < 0,001$)]. No entanto, estas diferenças não foram estatisticamente significativas ($p = 0,17$), apontando a mesma necessidade de atenção nas duas condições. Já na tarefa apenas com sílabas não obtivemos diferenças nos desempenhos quando realizada a contagem ou a supressão [com

contagem ($M = 92\%$; $epm = 2\%$), supressão articulatória ($M = 98\%$, $epm = 1\%$) ($p = 0,51$)]. Estes dados sugerem que o armazenamento da conjunção visual-verbal e a realização da tarefa de contagem regressiva utilizaram recursos atencionais comuns, em uma proporção igual à exigida no armazenamento da informação visual tomada isoladamente.

Figura 3. Média da acurácia em função dos diferentes tipos de estímulos (cor, sílaba e a conjunção cor-sílaba) e das tarefas secundárias (contagem regressiva ou supressão articulatória). O “*” indica diferenças significativas com $p < 0,05$.

A mesma ANOVA aplicada aos tempos de reação das respostas corretas revela que o tempo da tarefa principal de reconhecimento varia em função do tipo de estímulo apresentado [$F(2,34) = 33,63$; $p < 0,001$; $\eta^2_p = 0,66$]. O participante foi mais lento nas provas com a conjunção ($M = 1315$ ms; $epm = 58$ ms), do que sílaba ($M = 1186$ ms; $epm = 64$ ms) e mais rápido para estímulos visuais (cor) ($M = 1303$ ms; $epm = 70$ ms).

Os dados mostram ainda que o tipo de tarefa interveniente (com contagem regressiva ou supressão articulatória) teve efeito significativo sobre o desempenho da tarefa principal (cor, sílaba e conjunção) [$F(1,17) = 37,63$; $p < 0,001$; $\eta^2_p = 0,68$]. Os participantes foram mais rápidos nas provas com a supressão articulatória ($M = 1053$ ms; $epm = 73$ ms) do que com a contagem regressiva ($M = 1283$ ms; $epm = 57$ ms). Não houve uma interação significativa entre o tipo de estímulo da tarefa principal e as tarefas secundárias (contagem regressiva ou supressão articulatória) [$F(2,34) = 2,34$; $p = 0,11$; $\eta^2_p = 0,12$].

Figura 4. Tempo de reação das respostas corretas em função dos diferentes tipos de estímulos (cor, sílaba e a conjunção cor-sílaba) e das tarefas secundárias (contagem regressiva ou supressão articulatória). O “*” indica diferenças significativas com $p < 0,05$.

Outra análise foi realizada em termos da taxa de respostas corretas em função da posição serial do estímulo teste na sequência memorizada. Utilizamos a análise de variância (ANOVA), considerando medidas repetidas em três fatores: tarefa secundária (contagem regressiva e supressão articulatória) e tipos de tarefas (apenas cor, apenas sílabas e a conjunção cor-sílaba) e a posição serial do estímulo teste (primeira ou segunda posição).

Os resultados desta análise confirmam os obtidos pela análise da acurácia que demonstraram que o desempenho do participante variou em função do tipo de estímulo memorizado [$F(2,34) = 10,59$; $p < 0,001$; $\eta^2_P = 0,38$] e variou em função da tarefa secundária [$F(1,17) = 37,96$; $p < 0,001$; $\eta^2_P = 0,69$]. Para a posição serial, de maneira geral, podemos perceber uma diferença significativa entre o primeiro ($M = 81\%$, $e_{pm} = 5\%$) e o segundo ($M = 88\%$, $e_{pm} = 3\%$) estímulo da sequência memorizada [$F(1,17) = 7,12$; $p < 0,001$; $\eta^2_P = 0,016$], apontando um marcado efeito de recência. Podemos observar também uma interação entre as tarefas secundárias e a posição serial [$F(1,17) = 16,58$; $p < 0,001$; $\eta^2_P = 0,49$], indicando que na tarefa secundária de contagem regressiva temos uma diferença significativa entre a primeira e segunda posição, sugerindo um efeito de recência e na tarefa secundária de supressão articulatória não temos diferença no desempenho em relação às posições seriais.

Figura 5. Proporção de respostas positivas corretas em função da posição serial do estímulo teste na sequência memorizada e das tarefas secundárias (Contagem regressiva, Supressão articulatória). As barras verticais representam o erro padrão da média.

Contagem regressiva e supressão articulatória

As tarefas secundárias de contagem regressiva e de supressão articulatória foram analisadas segundo Baddeley et al. (2009). Nas duas tarefas, em cada recitação de três dígitos foi atribuído 1 ponto, e para cada dígito isolado foi somado 0,3 pontos. Por exemplo, na condição com a contagem regressiva, quando o número 369 apareceu para a contagem e o participante verbalizou: “três seis seis; três seis três; três”, sua pontuação total foi de 2,3.

Para análise destes dados foi realizada uma ANOVA levando em consideração as duas tarefas secundárias e as três condições de estímulos para memorização (visual, verbal, conjunção). De maneira geral, podemos observar que a supressão articulatória ($M = 4,45$) teve mais números recitados pelos participantes do que a contagem regressiva ($M = 2,04$) [$F(1,17) = 549,14$; $p < 0,001$; $\eta^2_p = 0,96$]. Além disso, a tarefa secundária variou em função do tipo de estímulo memorizado, sendo que na condição verbal os participantes recitaram menos do que nas duas outras condições (visual e conjunção) [$F(2,34) = 9,58$; $p < 0,001$; $\eta^2_p = 0,36$].

Os dados mostram ainda que houve uma interação significativa entre a quantidade de recitação das tarefas secundárias e o tipo de estímulo memorizado [$F(2,34) = 9,26$; $p < 0,001$; $\eta^2_p = 0,35$], apontando que não houve diferença entre o tipo de estímulo memorizado quando a secundária era a contagem, ou seja, o número de contagem regressiva foi o mesmo para os estímulos isolados e a conjunção, eliminando assim a possibilidade de *trade off* entre as tarefas, pois mesmo com uma acurácia menor na conjunção em comparação a tarefa isolada, a contagem regressiva foi a mesma para as três condições, não indicando que o

participante deixou de fazer a tarefa de memória para realizar melhor a tarefa secundária de contagem em nenhuma condição. Na supressão articulatória a condição verbal obteve menor quantidade de recitação do que as outras duas.

3.2 Experimento 1B:

No experimento anterior podemos observar que quando armazenamos 2 conjunções de cores e sílabas, capacidade dentro do limite baseado em Godoy e Galera (s/d), não foi necessário mais recursos da atenção para seu armazenamento do que a informação isolada, sugerindo um processo automático. Neste experimento investigamos se ao sobrecarregar a capacidade de armazenamento, apresentando 3 pares de cores e sílabas na condição de conjunção, haveria necessidade de mais recursos do executivo central para manter a informação integrada do que a informação isolada?

O procedimento deste experimento foi o mesmo que o anterior, com a exceção de que em todas as condições a sequência para a memorização foi de 3 de itens. Nossa hipótese foi que se a conjunção com 3 itens exigisse mais atenção do que a informação isolada, ao contrário da conjunção com 2 itens vista anteriormente, a necessidade de atenção e consequentemente a relação *buffer* e executivo central estaria diretamente relacionada com a capacidade de armazenamento do sistema.

Método

Participantes:

Os 18 participantes deste estudo eram universitários, na faixa etária entre 18 e 30 anos ($M = 25,5$; $DP = 2,32$), de ambos os sexos (10 homens), com visão e audição normal ou corrigidas. Foram critérios de exclusão os mesmos do experimento 1. Um dos participantes foi eliminado por conter cinestesia para cor e sílaba.

Material e Estímulos:

Os estímulos foram os mesmos do experimento anterior.

Procedimento:

O procedimento foi o mesmo do experimento 1 A com exceção de que os participantes deveriam memorizar 3 estímulos apresentados sequencialmente.

Resultados

Foram realizados três tipos de análises, uma que levou em conta a acurácia (A') (Wickens, 2002), outra o tempo de reação das respostas corretas e uma na qual se levou em conta a taxa de acertos em função da posição serial do estímulo teste. Para todas, utilizamos a análise de variância (ANOVA). As duas primeiras análises levaram em conta medidas repetidas em dois fatores: tarefa secundária (contagem regressiva e supressão articulatória) e tipos de tarefas (apenas cor, apenas sílabas e a conjunção cor-sílaba) e na terceira análise, levou-se em conta também a posição serial do estímulo teste. O teste *post hoc* de Bonferroni ($p < 0,05$) foi para identificar diferenças mais específicas.

Na análise da acurácia podemos observar que o desempenho na tarefa principal de reconhecimento varia em função do tipo de estímulo a ser memorizado [$F(2,32) = 42,17$; $p < 0,001$; $\eta^2_p = 0,72$]. O desempenho do participante foi pior nas provas com a conjunção ($M = 64\%$, $epm = 5\%$) e melhor nas provas com sílabas ($M = 89\%$, $epm = 2\%$) e cores ($M = 85\%$, $epm = 3\%$). Estes resultados indicam que a informação verbal teve o mesmo desempenho que a informação visual ($p = 0,47$) e ambas com um predomínio sobre a situação na qual a conjunção foi exigida ($p < 0,001$).

O tipo de tarefa secundária (supressão articulatória ou contagem regressiva) teve efeito significativo sobre o desempenho da tarefa principal [$F(1,16) = 33,88$; $p < 0,001$; $\eta^2_p = 0,67$]. O desempenho foi melhor nas situações com a supressão com média de acertos de 85% ($epm = 4\%$) e pior com a contagem regressiva, com média de acertos de 74% ($epm = 5\%$).

Finalmente, não houve uma interação significativa entre o tipo de tarefa principal e as tarefas secundárias [$F(2,32) = 1,13$; $p = 0,33$; $\eta^2_p = 0,06$]. Como se pode observar na figura 6, a realização da contagem regressiva provoca um prejuízo de 12% na tarefa de reconhecimento quando os estímulos foram definidos pela conjunção [contagem ($M = 59\%$; $epm = 3\%$), supressão articulatória ($M = 71\%$, $epm = 4\%$)] enquanto que nas provas em que os estímulos foram apenas as cores [contagem ($M = 77\%$; $epm = 3\%$), supressão articulatória ($M = 93\%$, $epm = 2\%$)] ou apenas sílabas [contagem ($M = 85\%$; $epm = 2\%$), supressão articulatória ($M = 94\%$, $epm = 1\%$)] esse prejuízo foi de, respectivamente, 16% e 9%. As diferenças no desempenho com contagem e com supressão nas três condições não foram significativamente diferentes ($p = 0,33$). Estes dados sugerem que mesmo com uma carga maior para a memorização (três estímulos), o armazenamento da conjunção e a realização da tarefa de contagem regressiva utilizaram recursos atencionais comuns, em uma proporção igual à

exigida no armazenamento da informação visual e verbal, tomadas isoladamente, como apresentado no experimento anterior.

Figura 6. Média da acurácia em função dos diferentes tipos de estímulos (cor, sílaba e a conjunção cor-sílaba) e das tarefas secundárias (contagem regressiva ou supressão articulatória). O “*” indica diferenças significativas com $p < 0,05$.

A mesma ANOVA aplicada aos tempos de reação das respostas corretas revela que o tempo da tarefa principal de reconhecimento varia em função do tipo de estímulo apresentado [$F(2,32) = 10,65$; $p < 0,001$; $\eta^2_p = 0,40$]. O participante foi mais lento nas provas com a conjunção ($M = 1406$ ms; $epm = 45$ ms), do que sílaba ($M = 1326$ ms; $epm = 60$ ms) e mais rápido para cor ($M = 1193$ ms; $epm = 67$ ms).

Os dados mostram ainda que o tipo de tarefa interveniente (contagem regressiva ou supressão articulatória) teve efeito significativo sobre o desempenho da tarefa principal (cor, sílaba e conjunção) [$F(1,16) = 28,25$; $p < 0,001$; $\eta^2_p = 0,63$]. Os participantes foram mais rápidos nas provas com a supressão articulatória ($M = 1245$ ms; $epm = 62$ ms) do que com a contagem regressiva ($M = 1372$ ms; $epm = 57$ ms).

Houve uma interação entre o tipo de tarefa principal e as tarefas secundárias [$F(2,32) = 7,34$; $p < 0,001$; $\eta^2_p = 0,31$]. Esta interação indica que quando as informações foram armazenadas isoladamente, os participantes foram mais rápidos quando a tarefa secundária foi a de supressão articulatória. Quando os participantes deveriam memorizar a conjunção visual-verbal, os tempos de resposta não diferiram em relação à tarefa secundária.

Figura 7. Tempo de reação das respostas corretas em função dos diferentes tipos de estímulos (cor, sílaba e a conjunção cor-sílaba) e das tarefas secundárias (contagem regressiva ou supressão articulatória). O “*” indica diferenças significativas com $p < 0,05$.

Outra análise foi realizada em termos da taxa de respostas corretas em função da posição serial do estímulo teste na sequência memorizada. Utilizamos a análise de variância (ANOVA), considerando medidas repetidas em três fatores: tarefa secundária (contagem regressiva e supressão articulatória) e tipos de tarefas (apenas cor, apenas sílabas e a conjunção cor-sílaba) e a posição serial do estímulo teste (primeira, segunda ou terceira posição).

Os resultados desta análise confirmam que o desempenho do participante variou em função do tipo de estímulo memorizado [$F(2,34) = 21,99$; $p < 0,001$; $\eta^2_p = 0,56$] e em função da tarefa secundária [$F(1,17) = 39,30$; $p < 0,001$; $\eta^2_p = 0,69$]. Para a posição serial, de maneira geral, podemos perceber uma diferença significativa entre o primeiro ($M = 66\%$, $epm = 5\%$), o segundo ($M = 68\%$, $epm = 5\%$) e o terceiro estímulo ($M = 83\%$, $epm = 5\%$) [$F(2,34) = 17,15$; $p < 0,001$; $\eta^2_p = 0,50$], apontando um marcado efeito de recência. Podemos observar também uma interação entre o tipo de tarefa de memória (cor, sílaba e conjunção) e a posição serial [$F(1,17) = 16,58$; $p < 0,001$; $\eta^2_p = 0,49$], segundo a qual podemos observar que apenas nas condições de cor e de conjunção a terceira posição foi significativamente diferente das outras posições.

Figura 8. Proporção de respostas corretas em função da posição serial do estímulo teste na sequência memorizada e os tipos de estímulos memorizados (Cor, Sílabas e Conjunção). As barras verticais representam o erro padrão da média.

Contagem regressiva e supressão articulatória

O critério de pontuação para as duas condições seguiu o experimento anterior. Para análise destes dados foi realizada uma ANOVA levando em consideração as duas tarefas secundárias e as três condições de estímulos para memorização (visual, verbal, conjunção).

De maneira geral, podemos observar que a supressão articulatória ($M = 4,72$) teve mais números recitados pelos participantes do que a contagem regressiva ($M = 1,93$) [$F(1,10) = 2432,9$; $p < 0,001$; $\eta^2_p = 0,99$]. Além disso, a tarefa secundária variou em função do tipo de estímulo memorizado, sendo que na condição verbal os participantes recitaram menos do que nas duas outras condições (visual e conjunção) [$F(2,20) = 5,41$; $p < 0,001$; $\eta^2_p = 0,35$].

Os dados mostram ainda que houve uma interação significativa entre a quantidade de recitação das tarefas secundárias e o tipo de estímulo memorizado [$F(2,20) = 3,97$; $p < 0,001$; $\eta^2_p = 0,28$], apontando que não houve diferença entre o tipo de estímulo memorizado quando a tarefa secundária era a contagem regressiva, ou seja, o número de contagem regressiva foi o mesmo para os estímulos isolados e a conjunção, eliminando, como no experimento anterior, a possibilidade de *trade off* entre as tarefas. Na supressão articulatória a condição visual obteve maior quantidade de recitação do que as outras duas condições.

Discussão Experimento 1 A e 1 B

Nestes dois experimentos o objetivo principal foi verificar se na conjunção verbal e visual na memória de trabalho há o envolvimento maior da atenção em relação a informação isolada como proposto por Baddeley (2000) ou não (Allen et al., 2006, 2009). Além disso,

manipulamos a quantidade de estímulos apresentados para a memorização para verificar se a capacidade de armazenamento pode interferir nestes resultados. Para isso, utilizamos o paradigma de tarefas duplas, em que a tarefa de contagem regressiva de 3 em 3 foi realizada na codificação e manutenção da tarefa de reconhecimento de item visual, verbal e para a conjunção.

Nos resultados dos experimentos 1 A e 1 B obtivemos o mesmo padrão de dados descritos a seguir, tanto em termos de características isoladas como da conjunção, nos sugerindo que a quantidade de estímulos para a memorização não interfere na relação entre *buffer* e o executivo central como nos estudos de Allen et al. (2012) que variaram o número de estímulos para memorização em 3 e 4 itens e obtiveram o mesmo padrão de resultados em relação a não necessidade de mais atenção para armazenar a conjunção de cor e forma.

Podemos supor que os participantes foram capazes de realizar a integração da informação nos dois experimentos em função do obtido na acurácia. Na literatura é bem estabelecido que diferentes características de um objeto podem ser conjugado temporariamente na memória de trabalho para que o participante seja capaz de responder adequadamente a uma tarefa que exija esta integração de informações (Allen et al. 2006; Brown & Brockmole, 2010; Wheller & Treisman, 2002; Luck & Vogel, 1997). Por exemplo, 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 autores observaram que seus participantes foram capazes de integrar as informações em objetos conjugados.

De maneira geral, encontramos um grande efeito da contagem regressiva sobre o desempenho da tarefa de memória em comparação a supressão articulatória, indicando ser ela robusta para os estudos envolvendo o executivo central como proposto por Allen et al. (2006). Outros estudos buscando compreender o papel da atenção na conjunção de informações verbais e visuais na memória de trabalho também utilizaram a contagem regressiva e obtiveram efeitos no desempenho das tarefas de memória (Allen et al., 2009; Godoy & Galera, 2011).

Outro dado encontrado nos dois experimentos foi a igualdade no desempenho da tarefa visual em relação à tarefa verbal, sugerindo que o grau de dificuldade das duas estava equivalente, eliminando a possibilidade de se justificar os resultados pela facilidade em uma das tarefas. No entanto, o desempenho da conjunção era inferior em relação à informação isolada, sugerindo a existência de um *buffer* episódico para este armazenamento integrados (Baddeley, 2012), dado encontrado em estudos com tarefas duplas como o de Allen et al.

2006 , Godoy e Galera (2011), Ueno et al. (2011), indicando uma possível fragilidade para este componente. Alguns estudos utilizando o paradigma de detecção da mudança também encontraram que a memória para conjunção é pior/mais pobre do que para características isoladas, sugerindo que a conjunção traz um custo ao sistema cognitivo (Stefurak & Boynton, 1986). Parra, Della Sala, Logie e Abrahms (2009) sugerem que o armazenamento de características isoladas e da conjunção na memória de trabalho conta com processos diferentes dentro do sistema. Eles estudaram uma paciente (ES) que depois de ter uma lesão cerebral passou a ter prejuízo seletivo para o armazenamento da conjunção visual, mantendo a memória para itens visuais isolados intactos e a memória verbal intacta, corroborando com a dissociação visual e verbal e com a diferença de mecanismos para a informação isolada e integrada.

Nossos resultados mostraram também que a memória para a conjunção da informação visual e verbal foi afetada pela realização simultânea de uma tarefa de contagem regressiva da mesma forma que a informação isolada, sugerindo que não são necessários mais recursos atentos quando a informação foi armazenada de forma integrada, sendo um processo automático. Estes dados colocam em dúvida o modelo de Baddeley (2000) que considera uma relação de dependência entre o *buffer* e o executivo central, com ambos contando com uma capacidade atencional limitada, em que a conjunção seria dependente desta capacidade. Desta forma, 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 estudos de Allen et al., (2006, 2009, 2012) que também encontraram o mesmo efeito da contagem regressiva para a conjunção e a informação de cor e forma isoladas. Delvenne, Cleeremans e Laloyaux (2010) também sugerem que ambos os armazenamentos, da conjunção e da característica isolada, foram igualmente beneficiados por uma dica, indicando que a conjunção foi armazenada na memória de trabalho sem requerer qualquer recurso da atenção além do necessário para manter a informação isolada.

Em nossos resultados, podemos observar que os participantes na condição de conjunção foram mais lentos e menos preciso em relação a informação isolada como nos estudos de Ueno et al. (2011) e Godoy e Galera (2011). A análise dos tempos de resposta não indicam nenhuma interação correspondente na velocidade de responder e o desempenho do participante, sugerindo que o efeito da interferência não foi devido ao *trade off* entre a velocidade e a precisão. Além disso, a análise das tarefas secundárias também mostraram que na tarefa de contagem regressiva os participantes tiveram o mesmo desempenho nas três condições (visual, verbal e conjunção) afastando a hipótese de *trade off* entre as tarefas, ou

seja, empregar mais recursos naquela tarefa que julga ser de maior demanda, pois mesmo que os participantes obtiveram uma acurácia menor na conjunção, este efeito não foi por ter realizado melhor a contagem regressiva nesta condição.

Em relação à análise da posição serial, podemos observar um acentuado efeito de recência nos dois experimentos, sugerindo que em todas as condições (cor, sílaba e conjunção) a última posição do estímulo teste foi melhor recordada do que as primeiras. Estes dados indicam que na apresentação sequencial da tarefa de reconhecimento o armazenamento de um item interfere no próximo item, produzido a partir do desempenho em função da posição serial.

Enfim, estes experimentos mostram que, em geral, no período de codificação recursos do executivo central são necessários, como indicado pelo impacto significativo da contagem regressiva nas condições de memória para cor, forma e conjunção. Mas esta necessidade não é maior quando a conjunção é exigida, sugerindo que é um processo automático, realizado pelo *buffer* episódico como sugerido em diversos estudos (Baddeley, Allen, & Hitch, 2011; Allen et al., 2006, 2009, 2012). Allen, Baddeley e Hitch (2006) investigaram se recursos atentos (processo ativo) na integração e armazenamento das informações visuais são necessários ou não. A tarefa principal utilizada por estes autores consistia na apresentação de quatro figuras geométricas com cores diferentes, com uma tarefa secundária no intervalo de retenção, a contagem regressiva. Os resultados mostraram que a tarefa secundária afeta a precisão das respostas, mas que o efeito da contagem regressiva foi semelhante tanto nas tarefas com informação integrada, como nas características isoladas, sugerindo que forma e cor foram mantidas na memória sem a necessidade do envolvimento extra do executivo central.

No entanto, estes resultados entram em conflito com o estudo de Godoy e Galera (2011) e Elsley e Parmentier (2009), que sugerem que o armazenamento para a conjunção depende de recursos da atenção. Godoy e Galera (2011) investigaram o papel da atenção na conjunção de faces e nomes por meio do paradigma de tarefas duplas, com a contagem regressiva realizada no intervalo de retenção da tarefa de reconhecimento de item. Os resultados destes estudos mostram um forte efeito da contagem regressiva para a conjunção de face e nome em comparação a informação isolada, sugerindo a necessidade de recursos extras da atenção para o armazenamento integrado na memória de trabalho.

Devido a estas diferenças o experimento 2 foi proposto para verificar se a complexidade do objeto ou a quantidade de estímulos para a memorização poderiam ser uma forma de explicar as contradições encontradas e auxiliar no esclarecimento do funcionamento

do *buffer*. Enfim, o grau em que a conjunção é retida automaticamente ou dependente de recursos do executivo central pode ser resultados de uma combinação de fatores, incluindo a complexidade do objeto e sua configuração, duração de exposição dos estímulos e o tamanho do intervalo de retenção (Karlsen, Allen, Baddeley, & Hitch, 2010), indicando a necessidade de mais estudos neste âmbito.

3.3 Experimento 2 A:

Nos dois experimentos anteriores investigamos se a conjunção voluntária da informação visual e verbal requer recursos da atenção vindos do executivo central, variando a quantidade de estímulos apresentados para a memorização, dois ou três itens, para verificar a influência da capacidade de armazenamento nesta relação, *buffer* e executivo central. Nos resultados podemos perceber que nas duas situações experimentais, o armazenamento dentro da capacidade sugerida por Godoy e Galera (s/d) e quando sobrecarregada com mais um estímulo, a conjunção não exigiu mais recursos do executivo central do que a informação isolada, sugerindo que mesmo sendo um armazenamento multimodal ele é um processo automático e independente da capacidade de armazenamento.

Estes dados entraram em conflito com o estudo de Godoy e Galera (2011) que mostraram que no armazenamento de faces e nomes foi necessário mais recursos da atenção do que a informação isolada. Então, neste experimento utilizamos o mesmo delineamento do experimento 1A, com a apresentação de 2 itens para a memorização, capacidade sugerida no estudo de Godoy e Galera (s/d) para armazenar a conjunção, mas com estímulos mais complexos, faces e nomes, para verificar se esta variável influenciaria na relação do *buffer* com a atenção.

Método

Participantes:

Os 14 participantes deste estudo eram universitários, na faixa etária entre 18 e 30 anos ($M= 27,4$; $DP=4,7$), de ambos os sexos (7 homens), com visão e audição normal ou corrigidas.

Material e Estímulos:

Os estímulos visuais foram fotos de faces humanas em preto e branco, sem expressões que denotassem sentimentos, com 274 x 350 pixels, apresentadas sobre fundo preto no centro da tela do monitor. Os estímulos sonoros foram nomes próprios brasileiros dissílabos com no máximo 6 letras, apresentados auditivamente através de fones de ouvido. Os dois tipos de estímulos foram os mesmos utilizados no estudo de Godoy & Galera (2011). O experimento foi conduzido com o auxílio do utilitário E Prime 2.0 (Schneider, Eschman, & Zuccoloto, 2002).

A)

B)

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

Figura 9. Exemplos de faces (A) e nomes (B) utilizados nos experimentos.

Procedimento:

O procedimento foi o mesmo do experimento 1A, com a apresentação de dois estímulos para memorização. A exceção neste experimento foi nos tempos de apresentação dos estímulos verbais (nomes), que passou a ser 1 segundo e com 250 ms entre um estímulo e outro.

Resultados

Foram realizados três tipos de análises, uma que levou em conta a acurácia (A') (Wickens, 2002), outra o tempo de reação das respostas corretas e uma na qual se levou em

conta a taxa de acertos em função da posição serial do estímulo teste. Para todas, utilizamos a análise de variância (ANOVA). As duas primeiras análises levaram em conta medidas repetidas em dois fatores: tarefa secundária (contagem regressiva e supressão articulatória) e tipos de tarefas (apenas face, apenas nome e a conjunção face-nome) e na terceira análise, levou-se em conta também a posição serial do estímulo teste. O teste *post hoc* de Bonferroni ($p < 0,05$) foi para identificar diferenças mais específicas.

Na análise da acurácia podemos observar que o desempenho na tarefa principal de reconhecimento varia em função do tipo de estímulo a ser memorizado [$F(2,26) = 37,54$; $p < 0,001$; $\eta^2_P = 0,74$]. O desempenho do participante foi pior nas provas com a conjunção ($M = 87\%$, $epm = 2\%$) e melhor nas provas com nomes ($M = 97\%$, $epm = 1\%$) e faces ($M = 95\%$, $epm = 1\%$). Estes resultados indicam que a informação verbal teve o mesmo desempenho que a informação visual ($p = 0,10$) e ambas com um predomínio sobre a situação na qual a conjunção foi exigida ($p < 0,001$).

O tipo de tarefa secundária (supressão articulatória ou contagem regressiva) teve efeito significativo sobre o desempenho da tarefa principal [$F(1,13) = 102,32$; $p < 0,001$; $\eta^2_P = 0,88$]. O desempenho foi melhor nas situações com a supressão com média de acertos de 96% ($epm = 1\%$) e pior com a contagem regressiva, com média de acertos de 90% ($epm = 2\%$).

Finalmente, houve uma interação significativa entre o tipo de tarefa principal e as tarefas secundárias [$F(2,26) = 17,78$; $p < 0,001$; $\eta^2_P = 0,57$]. Como se pode observar, a realização da contagem regressiva provocou um prejuízo de 15% na tarefa de reconhecimento quando os estímulos foram definidos pela conjunção (contagem $M = 80\%$; $epm = 2\%$; supressão articulatória $M = 95\%$, $epm = 1\%$). Nas provas em que os estímulos foram apenas faces (contagem $M = 94\%$; $epm = 1\%$; supressão articulatória $M = 96\%$, $epm = 1\%$) ou apenas nomes (contagem $M = 96\%$; $epm = 1\%$; supressão articulatória $M = 99\%$, $epm = 0\%$) esse prejuízo foi de 3% para ambos, não sendo significativamente diferentes ($p > 0,05$). Estes dados sugerem que a conjunção da informação face-nome requer mais recursos do executivo central do que a informação isolada.

Figura 10. Média da acurácia em função dos diferentes tipos de estímulos (face, nome e a conjunção) e das tarefas secundárias (contagem regressiva ou supressão articulatória). O “*” indica diferenças significativas com $p < 0,05$.

A mesma ANOVA aplicada aos tempos de reação das respostas corretas revela que o tempo da tarefa principal de reconhecimento varia em função do tipo de estímulo apresentado [$F(2,26) = 9,39$; $p < 0,001$; $\eta^2_p = 0,41$]. O participante foi mais lento nas provas com a conjunção ($M = 1429$ ms; $epm = 58$ ms) e mais rápido para nome ($M = 1260$ ms; $epm = 66$ ms) e face ($M = 1235$ ms; $epm = 73$ ms).

Os dados mostram ainda que o tipo de tarefa interveniente (com contagem regressiva ou supressão articulatória) teve efeito significativo sobre o desempenho da tarefa principal (face, nome e conjunção) [$F(1,13) = 28,49$; $p < 0,001$; $\eta^2_p = 0,68$]. Os participantes foram mais rápidos nas provas com a supressão articulatória ($M = 1237$ ms; $epm = 67$ ms) do que com a contagem regressiva ($M = 1379$ ms; $epm = 67$ ms). Não houve uma interação entre o tipo de tarefa principal e as tarefas secundárias [$F(2,26) = 1,58$; $p = 0,22$; $\eta^2_p = 0,10$].

Figura 11. Tempo de reação das respostas corretas em função dos diferentes tipos de estímulos (face, nome e a conjunção) e das tarefas secundárias (contagem regressiva ou supressão articulatória). O “*” indica diferenças significativas com $p < 0,05$.

Outra análise foi realizada em termos da taxa de respostas corretas em função da posição serial do estímulo teste na sequência memorizada. Utilizamos a análise de variância (ANOVA), considerando medidas repetidas em três fatores: tarefa secundária (contagem regressiva e supressão articulatória) e tipos de tarefas (face, nome e a conjunção face-nome) e a posição serial do estímulo teste (primeira ou segunda posição).

Os resultados desta análise confirmam os obtidos pela análise da acurácia quando demonstraram que o desempenho do participante variou em função do tipo de estímulo memorizado [$F(2,26) = 6,71$; $p < 0,001$; $\eta^2_P = 0,34$] e variou em função da tarefa secundária [$F(1,13) = 12,48$; $p < 0,001$; $\eta^2_P = 0,48$]. Para a posição serial, de maneira geral, podemos perceber que não houve diferença significativa entre o primeiro e o segundo estímulo [$F(1,13) = 0,017$; $p = 0,89$; $\eta^2_P = 0,001$]. Podemos observar também uma interação entre o tipo de tarefa de memória (face, nome e a conjunção) e a posição serial [$F(2,26) = 4,87$; $p < 0,001$; $\eta^2_P = 0,27$], onde percebemos que nas condições nome ($M = 96\%$, $epm = 2\%$) e a conjunção ($M = 84\%$, $epm = 5\%$) o desempenho da segunda posição foi diferente.

Figura 12. Proporção de respostas corretas positivas em função da posição serial do estímulo teste na sequência memorizada e os tipos de estímulos memorizados (Face, Nome e Conjunção). As barras verticais representam o erro padrão da média.

Contagem regressiva e supressão articulatória

O critério de pontuação para as duas tarefas secundárias seguiu o experimento anterior. Para análise destes dados foi realizada uma ANOVA levando em consideração as duas tarefas secundárias e as três condições de estímulos para memorização (visual, verbal, conjunção).

De maneira geral, podemos observar que a supressão articulatória ($M = 3,97$) teve mais números recitados pelos participantes do que a contagem regressiva ($M = 1,97$) [$F(1,13) = 205,7$; $p < 0,001$; $\eta^2_p = 0,94$]. Além disso, a tarefa secundária não variou em função do tipo de estímulo memorizado [$F(2,26) = 0,97$; $p = 0,38$; $\eta^2_p = 0,06$] e não houve uma interação significativa entre a quantidade de recitação das tarefas secundárias e o tipo de estímulo memorizado [$F(2,26) = 1,88$; $p = 0,17$; $\eta^2_p = 0,12$]. Estes dados apontam que na condição de supressão e também de contagem a quantidade de recitação foi a mesma para as três condições (visual, verbal e conjunção), eliminando a possibilidade de *trade off* entre as tarefas, pois a tarefa secundária não foi mais bem realizada em uma condição específica, fato que poderia ter justificado as diferenças na acurácia da tarefa principal por empregar mais recursos em uma tarefa apenas.

3.4 Experimento 2 B:

Nos experimentos anteriores podemos observar que a complexidade do estímulo armazenado interferiu na necessidade de mais recursos da atenção para o armazenamento da

conjunção em relação a informação isolada, pois a conjunção de faces e nomes exigiu mais recursos do executivo central do que a conjunção de cor e sílaba em comparação a informação isolada. Neste experimento utilizamos 4 estímulos para a memorização, baseado em Godoy e Galera (2011), para verificar se mesmo com a sobrecarga na capacidade a conjunção de face e nome continua exigindo mais recursos da atenção do que a informação isolada, como mostrou o experimento anterior, confirmando a influência da complexidade do estímulo memorizado na relação de dependência do *buffer* ao executivo central.

Método

Participantes:

Os 14 participantes deste estudo eram universitários, na faixa etária entre 18 e 30 anos ($M = 27,4$; $DP = 3,6$), de ambos os sexos (7 homens), com visão e audição normal ou corrigidas.

Material e Estímulos:

Os estímulos foram os mesmos do experimento anterior.

Procedimento:

O procedimento foi o mesmo do experimento anterior, com exceção da quantidade de estímulos para a memorização, 4 itens.

Resultados

Foram realizados três tipos de análises, uma que levou em conta a acurácia (A') (Wickens, 2002), o tempo de reação das respostas corretas e a posição serial do estímulo teste. Para todas, utilizamos a análise de variância (ANOVA). Esta análise considerou medidas repetidas em dois fatores: tarefa secundária (contagem regressiva e supressão articulatória) e tipos de tarefas (apenas face, apenas nome e a conjunção face-nome). O teste *post hoc* de Bonferroni ($p < 0,05$) foi para identificar diferenças mais específicas.

Na análise da acurácia podemos observar que o desempenho na tarefa principal de reconhecimento varia em função do tipo de estímulo a ser memorizado [$F(2,26) = 74,28$; $p < 0,001$; $\eta^2_p = 0,85$]. O desempenho do participante foi pior nas provas com a conjunção ($M = 66\%$, $epm = 4\%$), faces ($M = 83\%$, $epm = 2\%$) e melhor nas provas com nomes ($M = 95\%$, $epm =$

1%). Estes resultados indicam que a informação verbal teve um desempenho melhor que a informação visual e sobre a situação na qual a conjunção foi exigida.

O tipo de tarefa secundária (supressão articulatória ou contagem regressiva) teve efeito significativo sobre o desempenho da tarefa principal [$F(1,13) = 40,76$; $p < 0,001$; $\eta^2_p = 0,76$]. O desempenho foi melhor nas situações com a supressão com média de acertos de 86% (epm= 3%) e pior com a contagem regressiva, com média de acertos de 77% (epm= 4%).

Finalmente, houve uma interação significativa entre o tipo de tarefa principal e as tarefas secundárias [$F(2,26) = 3,89$; $p < 0,001$; $\eta^2_p = 0,23$]. Como se pode observar, a realização da contagem regressiva provocou um prejuízo de 15% na tarefa de reconhecimento quando os estímulos foram definidos pela conjunção [com contagem (M= 59%; epm= 3%), supressão articulatória (M= 74%, epm= 3%)]. Nas provas em que os estímulos foram apenas faces [com contagem (M= 79%; epm= 3%), supressão articulatória (M= 88%, epm= 3%)] ou apenas nomes [com contagem (M= 93%; epm= 1%), supressão articulatória (M= 96%, epm= 1%)] esse prejuízo foi de, respectivamente, 9% e 3%, não sendo significativamente diferentes ($p > 0,05$). Estes dados sugerem que mesmo com 4 itens para a memorização, a conjunção de face e nome requer mais recursos do executivo central do que a informação isolada.

Figura 13. Média da acurácia em função dos diferentes tipos de estímulos (face, nome e a conjunção) e das tarefas secundárias (contagem regressiva ou supressão articulatória). O “*” indica diferenças significativas com $p < 0,05$.

A mesma ANOVA aplicada aos tempos de reação das respostas corretas revela que o tempo da tarefa principal de reconhecimento varia em função do tipo de estímulo apresentado [$F(2,26) = 6,41$; $p < 0,001$; $\eta^2_p = 0,33$]. O participante foi mais rápido nas provas com face

($M = 1236$ ms; $epm = 70$ ms) e mais lento para nome ($M = 1340$ ms; $epm = 79$ ms) e conjunção ($M = 1382$ ms; $epm = 50$ ms).

Os dados mostram ainda que o tipo de tarefa interveniente (com contagem regressiva ou supressão articulatória) teve efeito significativo sobre o desempenho da tarefa principal (face, nome e a conjunção) [$F(1,13) = 7,51$; $p < 0,001$; $\eta^2_p = 0,36$]. Os participantes foram mais rápidos nas provas com a supressão articulatória ($M = 1283$ ms; $epm = 250$ ms) do que com a contagem regressiva ($M = 1356$ ms; $epm = 262$ ms). Não houve uma interação entre o tipo de tarefa principal e as tarefas secundárias [$F(2,26) = 2,06$; $p = 0,14$; $\eta^2_p = 0,13$].

Figura 14. Tempo de reação das respostas corretas em função dos diferentes tipos de estímulos (cor, sílaba e a conjunção cor-sílaba) e das tarefas secundárias (contagem regressiva ou supressão articulatória). O “*” indica diferenças significativas com $p < 0,05$.

Outra análise foi realizada em termos da taxa de respostas corretas em função da posição serial do estímulo teste na sequência memorizada. Utilizamos a análise de variância (ANOVA), considerando medidas repetidas em três fatores: tarefa secundária (contagem regressiva e supressão articulatória) e tipos de tarefas (apenas face, apenas nome e a conjunção face-nome) e a posição serial do estímulo teste (primeira, segunda, terceira e quarta posição).

Os resultados desta análise confirmam os dados obtidos pela análise da acurácia quando demonstraram que o desempenho do participante variou em função do tipo de estímulo memorizado [$F(2,26) = 34,81$; $p < 0,001$; $\eta^2_p = 0,72$] e variou em função da tarefa secundária [$F(1,13) = 19,39$; $p < 0,001$; $\eta^2_p = 0,59$]. Para a posição serial, de maneira geral, podemos perceber que houve diferença significativa entre o primeiro ($M = 67\%$, $epm = 7\%$), o segundo ($M = 71\%$, $epm = 7\%$), o terceiro ($M = 75\%$, $epm = 7\%$) e quarto estímulo ($M = 95\%$,

epm = 4%) [$F(3,39) = 30,49$; $p < 0,001$; $\eta^2_p = 0,70$], demonstrando um marcado efeito de recência.

Podemos observar também uma interação entre o tipo de tarefa de memória (face, nome e a conjunção) e a posição serial [$F(6,78) = 3,43$; $p < 0,001$; $\eta^2_p = 0,20$], onde percebemos que nas condições face e a conjunção o desempenho da quarta posição foi significativamente melhor do que as demais.

Figura 15. Proporção de respostas corretas positivas em função da posição serial do estímulo teste na sequência memorizada e os tipos de estímulos memorizados (Face, Nome e Conjunção). As barras verticais representam o erro padrão da média.

Contagem regressiva e supressão articulatória

O critério de pontuação para as duas condições seguiu o experimento anterior. Para análise destes dados foi realizada uma ANOVA levando em consideração as duas tarefas secundárias e as três condições de estímulos para memorização (visual, verbal, conjunção).

De maneira geral, podemos observar que a supressão articulatória ($M = 4,72$) teve mais números recitados pelos participantes do que a contagem regressiva ($M = 1,93$) [$F(1,13) = 188,7$; $p < 0,001$; $\eta^2_p = 0,93$]. Além disso, a tarefa secundária não variou em função do tipo de estímulo memorizado [$F(2,26) = 2,75$; $p = 0,08$; $\eta^2_p = 0,17$] e não houve uma interação significativa entre a quantidade de recitação das tarefas secundárias e o tipo de estímulo memorizado [$F(2,26) = 0,69$; $p = 0,50$; $\eta^2_p = 0,05$]. Apontando que na condição de supressão e também de contagem a quantidade de recitação foi a mesma para as três condições (visual, verbal e conjunção), não tendo *trade off* entre as tarefas, como nos experimentos anteriores.

Discussão experimentos 2 A e 2 B

Estes dois experimentos tiveram o objetivo de verificar se mesmo com estímulos mais complexos, a conjunção visual e verbal na memória de trabalho continuaria não exigindo mais recursos da atenção como proposto no experimento 1 e em alguns estudos com forma e cor (Allen et al., 2006, 2012). Desta forma, o delineamento experimental continuou o mesmo do experimento anterior, mas agora utilizando nomes e faces como estímulos e variando entre 2 e 4 estímulos para serem memorizados.

De maneira geral, os resultados destes experimentos foram semelhantes aos dois primeiros, apontando que a conjunção teve o desempenho inferior e tempos de reação maiores em relação à informação isolada, sugerindo que a conjunção é armazenada de forma diferente da informação isolada, corroborando com a existência do *buffer*, como um componente mais frágil (Parra, Della Sala, Logie, & Abrahms, 2009; Stefurak & Boynton, 1986; Godoy & Galera, 2011; Ueno et al., 2011). Delvenne, Cleeremans e Laloyaux (2010) também encontraram uma capacidade menor para a conjunção em relação à informação cor e forma isolada. Os autores sugeriram que é razoável esperar que o desempenho da conjunção seja menor do que o da informação isolada, porque ambos os tipos de informação estão contidos na conjunção, tornando-a mais difícil. Além disso, podemos verificar novamente que a contagem regressiva prejudicou a tarefa de reconhecimento em relação a supressão articulatória, demonstrando ser uma excelente tarefa secundária para o estudo da memória de trabalho (Allen et al., 2006, 2009).

Outro dado importante foi que a análise das tarefas secundárias mostraram que na contagem regressiva e na supressão articulatória não houve diferenças entre as condições de armazenamento (face, nome, conjunção), afastando a hipótese de *trade off* entre as tarefas, ou seja, o participante não realizou mais uma das tarefas em uma determinada condição. Além disso, a análise dos tempos de resposta não indicam nenhuma interação correspondente na velocidade de responder e a acurácia, não indicando que o efeito da interferência foi devido ao *trade off* entre velocidade e precisão.

Em relação à posição serial do estímulo memorizado, podemos perceber um marcado efeito de recência apenas no experimento II B, onde os participantes acertaram mais quando o teste era o estímulo da quarta posição. No entanto, no experimento II A, com apenas 2 item para memorização não obtivemos este efeito, podendo ser sugerido que quanto mais itens para a memorização, no primeiro caso 4 itens, mais interferência entre eles, sendo o último favorecido para a evocação.

Como resultado principal destes dois experimentos podemos perceber que a contagem regressiva afetou de forma significativa apenas a condição de conjunção em comparação as informações isoladas, sugerindo um maior envolvimento da atenção para o armazenamento de face e nome. Estes dados corroboram com o encontrado por Godoy e Galera (2011) no estudo com estes mesmos estímulos, sugerindo que a complexidade do estímulo conjugado é um fator importante para a necessidade ou não de atenção.

Então, podemos sugerir que a quantidade de estímulo para o armazenamento não é um fator limitante para a participação de recursos da atenção no *buffer*, mas a complexidade do estímulo sim, pois quando este componente deve integrar informações com mais detalhes visuais ou com mais sílabas verbais, é necessário mais recursos da atenção para que esta informação seja mantida de forma integrada. Neste cenário alguns estudos propõem que é possível que a conjunção de características como cor e forma seja tão básica, rápida e automática que fica imune a imposição de uma carga cognitiva (Baddeley, Allen, & Hitch, 2011; Karlsen, Allen, Baddeley, & Hitch, 2010), podendo ser o mesmo caso da conjunção de cor e sílaba, mesmo sendo de duas modalidades diferentes continua sendo automática.

O estudo atual sugere que há diferentes formas de conjunção e que há diferenças nas funções exigidas pelo sistema dependendo do tipo de integração envolvida, mas que todos os tipos podem resultar de representações acessadas pelo *buffer* episódico como citado por Baddeley (2012). Uma forma mais complexa de conjunção, ou seja, com estímulos complexos, pode requerer mais recursos do executivo central para se manter acessível na memória de trabalho. No entanto, há também a conjunção de informações como a cor e a forma ou cor e sílaba que são inconsistentes com a hipótese inicial de que o *buffer* é um sistema que armazena a informação integrada dependente de recursos do executivo central (Baddeley, Allen, & Hitch, 2011), podendo ser um processo automático. Enfim, algumas respostas ainda deverão ser pesquisadas para que a relação do *buffer* com os outros componentes possa ser compreendida.

Capítulo 2

---

*Conjunção incidental da informação visual e
verbal na memória de trabalho*

I- RESUMO

Neste estudo investigamos se as informações verbais e visuais são codificadas de forma integrada na memória de trabalho quando disponíveis simultaneamente, independentemente de qual das duas informações é exigida na tarefa. Nós utilizamos o paradigma da mudança da dimensão irrelevante, no qual os participantes (N=18) foram instruídos a realizar uma tarefa de reconhecimento de item baseada em uma dimensão relevante, e ignorar quaisquer outras mudanças que ocorressem em uma dimensão considerada irrelevante para a realização da tarefa. Os estímulos visuais e verbais foram apresentados aos pares, mas em um bloco de provas os participantes deveriam memorizar os estímulos visuais (cores) e ignorar os verbais (sílabas sem sentido) e, em outro bloco, o contrário. Os resultados mostraram que, de maneira geral, não houve diferença no desempenho dos participantes na memória visual e verbal. A mudança na dimensão irrelevante verbal afetou o desempenho da memória visual, mas a mudança irrelevante da informação visual não afetou o desempenho da memória verbal. Os resultados mostraram que a conjunção incidental ocorreu somente quando a informação relevante para a tarefa era a visual. Quando a dimensão verbal era relevante, a informação visual não foi codificada de forma integrada. Este efeito propõe uma assimetria na conjunção destas informações na memória de trabalho, que não é justificada pelas diferenças nas dificuldades das tarefas, pois se observou o mesmo desempenho geral nas condições visuais e verbais. Estes dados sugerem que a conjunção incidental de informações visuais e verbais depende do tipo de informação exigida na tarefa, podendo ser automática.

Palavras-chave: memória de trabalho, conjunção incidental, atenção.

1 - Introdução

Estudos sobre a conjunção na memória de trabalho mostram que as informações disponíveis no ambiente podem ser armazenadas de forma integrada não apenas de maneira voluntária, quando a tarefa exige a conjunção, mas também de forma incidental, onde as informações se integram mesmo que a instrução da tarefa indique que uma das características é irrelevante para a resposta (Parmentier, Maybery, & Elsley, 2010; Ueno et al., 2011). Estes resultados podem sugerir que a conjunção ocorreu por um processo automático, sem a necessidade de atenção, sendo na literatura outro paradigma de se estudar a relação do executivo central e do *buffer* na memória de trabalho. Desta forma, este experimento buscou verificar se cor e sílaba podem ser conjugados de maneira incidental na memória de trabalho, indicando a necessidade ou não de recursos extras da atenção.

Olson e Marshuetz (2005) investigaram a conjunção visual-espacial na memória de trabalho e 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 autores concluem que os subsistemas visuais e espaciais não são totalmente independentes, mas que a memória de trabalho visual carrega em seu processamento informações relacionadas à localização dos seus objetos e que a conjunção neste estudo ocorreu incidentalmente.

Treisman e Zhang (2006) procuraram 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. Os resultados indicaram que há uma contribuição da posição espacial para a conjunção de forma e cor em uma tarefa de reconhecimento de objetos na memória de trabalho, mesmo que esta informação devesse ser ignorada, sugerindo que esta conjunção foi incidental.

Campo et al. (2010) em um estudo investigou a conjunção verbal e espacial na memória de trabalho. Os participantes deveriam reter a informação verbal e espacial de forma integrada e isolada sendo monitorados por ressonância magnética. Os resultados mostraram evidências de que há conjunção incidental da informação verbal e espacial, mas apenas quando a informação espacial foi a irrelevante, não ocorrendo quando a informação verbal era irrelevante, sugerindo uma assimetria no armazenamento. Além disso, os autores verificaram que existem diferentes padrões de atividades neurais para as tarefas com a conjunção e com a informação isolada.

Parmentier, Maybery e Elsley (2010) obtiveram evidências da integração incidental da informação verbal e espacial na memória de trabalho. Neste estudo os participantes realizavam tarefas espaciais e deveriam ignorar o som que era apresentado concomitante em seus ouvidos. Os resultados mostraram que quando o som no teste era diferente do

apresentado na sequência inicial o desempenho do participante era prejudicado para a memória espacial, sugerindo que o som foi integrado à informação espacial sem a intenção do participante, como uma conjunção incidental.

Morey (2011) estudou a memória para letras e localização espacial em três tarefas de memória de trabalho: uma em que a conjunção não foi exigida, outra com a conjunção incidental e outra com a conjunção voluntária (explícita). A autora neste estudo buscou investigar como a instrução explícita para armazenar a conjunção pode afetar a memória em relação à implícita. Nos resultados observamos um benefício substancial para o armazenamento da conjunção voluntária em relação à involuntária, sugerindo que a conjunção pode ocorrer em múltiplos níveis e que a conjunção incidental pode refletir diferentes processos da conjunção intencional.

A conjunção incidental de cor e forma foi verificada também no estudo de Ueno et al. (2011) utilizando estímulos sufixos. Nos resultados podemos observar que a presença de estímulos apresentados após a codificação dos itens da tarefa principal, os sufixos, mesmo que irrelevantes para tarefa, interferiram no desempenho da tarefa com a conjunção de cor e forma de forma mais acentuada do que para a característica isolada, sugerindo assim a integração da informação com o sufixo foi de maneira incidental.

Santana e Galera (s/d) investigaram a conjunção incidental da informação visual-espacial e espacial-verbal em tarefas de reconhecimento na memória de trabalho. O paradigma utilizado foi da dimensão irrelevante e os resultados mostraram que a conjunção incidental ocorreu entre as dimensões visuais e espaciais, exceto quando a dimensão verbal foi a relevante, sugerindo que a conjunção incidental entre as informações pode ser assimétrica.

Maybery et al. (2009) estudaram a conjunção de estímulos verbais (conteúdo) e suas localizações espaciais na memória de trabalho em tarefas de reconhecimento. Nas tarefas os estímulos verbais e espaciais eram apresentados sempre aos pares, mas os participantes deveriam armazenar uma dimensão e ignorar outra dependendo da instrução da prova (exp. 3). Os resultados mostraram que o reconhecimento de uma localização espacial é prejudicado por uma mudança no estímulo teste verbal, mesmo este tendo que ser ignorado pelo participante. No entanto, quando a tarefa exigia a memorização de informações verbais, a localização espacial do estímulo teste não teve efeito sobre a resposta. Estes resultados mostram que as informações espaciais e verbais foram conjugadas incidentalmente, independentes da instrução da tarefa. Além disso, sugerem uma representação assimétrica em

que a memória espacial se integra as informações verbais disponíveis, mas, a memória para informação verbal não se integra à informação espacial disponível.

Em suma, é possível verificar que a memória de trabalho é capaz de reter temporariamente diversas informações de forma integrada incidentalmente. Porém, ainda há dúvidas na literatura se a conjunção de informações de sistemas como o visual e verbal são armazenados de forma incidentalmente, mesmo que a tarefa não exija. Assim sendo, o objetivo deste estudo foi investigar se a informação verbal (sílabas) e visual (cor) quando disponíveis no ambiente são armazenadas juntas na memória de trabalho mesmo que a instrução oriente para que seja ignorada uma destas dimensões. Com esse objetivo utilizamos uma tarefa de memória de reconhecimento com o paradigma da mudança da dimensão irrelevante, no qual eram apresentados os estímulos aos pares para a memorização, mas orientado ao participante ignorar uma dimensão para a resposta e depois foi avaliado o efeito da mudança na dimensão irrelevante para a tarefa.

2- Objetivos

2.1 Geral

Investigar a conjunção incidental da informação verbal e visual na memória de trabalho.

2.2 Específicos

- Comparar se quando apresentarmos uma informação verbal associada a uma tarefa de memória visual, elas serão codificadas de forma integrada independente da informação exigida pela tarefa;

- Comparar se quando apresentarmos uma informação visual associada a uma tarefa de memória verbal, elas serão codificadas de forma integrada independente da informação exigida pela tarefa;

3- Experimento

3.1 Experimento:

O objetivo deste experimento foi determinar se a informação verbal e visual, quando disponíveis simultaneamente, são codificadas de forma integrada independente da informação exigida pela tarefa, tomando como base o estudo de Maybery et al. (2009). Utilizamos um paradigma que temos chamado de mudança na dimensão irrelevante. Neste paradigma o participante é instruído a realizar uma tarefa de reconhecimento baseada numa dimensão relevante, e ignorar quaisquer outras mudanças que ocorram em uma dimensão considerada irrelevante para a realização da tarefa. Em nossa situação experimental apresentamos estímulos visuais e verbais pareados. Em um bloco de provas os participantes eram instruídos a memorizar os estímulos visuais e ignorar os verbais e, em outro bloco, eram instruídos a memorizar os estímulos verbais e ignorar os estímulos visuais. O estímulo teste da tarefa de reconhecimento poderia apresentar a dimensão irrelevante igual ou diferente daquela pareada ao estímulo da sequência. De acordo com nossa hipótese, uma mudança na dimensão irrelevante deve afetar o desempenho baseado na dimensão relevante apenas se ambas as dimensões tiverem sido codificadas de forma integrada involuntariamente (conforme Treisman & Zhang, 2006).

Método

Participantes:

Os 18 participantes deste estudo eram universitários, na faixa etária entre 18 e 30 anos ($M = 27,8$; $DP = 4,2$), de ambos os sexos (9 homens), com visão e audição normal ou corrigida. Foram critérios de exclusão os participante com desempenho inferior a 9 respostas corretas no teste de Ishihara (2008).

Material e Estímulos:

Os estímulos visuais e verbais foram os mesmos que aqueles utilizados no experimento 1 do primeiro capítulo.

Procedimento

O procedimento deste experimento foi baseado no experimento 3 de Maybery et al. (2009). Neste experimento os estímulos verbais e visuais foram sempre apresentados

sequencialmente em pares em dois blocos de provas. Em um bloco os participantes foram instruídos a memorizar os estímulos visuais e ignorar os verbais e, no outro bloco, foram instruídos a memorizar os estímulos verbais e ignorar os estímulos visuais. O estímulo teste também era constituído por um par visual-verbal, mas o participante deveria fazer seu julgamento levando em conta apenas a dimensão relevante para aquele bloco de provas. Em metade das provas o estímulo teste, sendo a dimensão relevante a informação visual ou verbal, pertenceu à sequência memorizada, exigindo uma resposta positiva. Na outra metade, o estímulo teste da dimensão relevante não foi apresentado na sequência inicial.

A ordem de apresentação dos blocos de provas (visual, verbal) foi contrabalanceada entre participantes. Em cada bloco tivemos cinco tipos de provas apresentadas aleatoriamente. Provas positivas: **intacta**, na qual o estímulo teste era o mesmo para a dimensão relevante e irrelevante; **recombinada**, na qual a dimensão relevante era a mesma, mas a dimensão irrelevante mudava de forma recombinação, onde o estímulo teste já apresentado na sequência inicial aparecia em outra combinação; **positiva com estímulo novo**, na qual a dimensão relevante era a mesma, mas a irrelevante mudava com a introdução de um estímulo que não havia aparecido na sequência inicial. Provas negativas: **negativa simples**, na qual a dimensão relevante mudava, mas a irrelevante era a mesma da apresentação inicial; **negativa dupla**, na qual mudava a dimensão relevante e irrelevante (tabela 1).

<i>Tipo de prova</i>	<i>Dimensão relevante</i>	<i>Dimensão irrelevante</i>	<i>Quantidade de provas</i>
Intacta	Igual	Igual	12
Recombinada	Igual	Diferente - recombinação	12
Positiva com estímulo novo	Igual	Diferente – estímulo novo	12
Negativa simples	Diferente	Igual	18
Negativa dupla	Diferente	Diferente	18

Tabela 1: Tipos de provas em função da dimensão relevante e irrelevante

Cada prova tinha início com a apresentação de três números para a supressão articulatória (para inibir a recitação verbal) por 2 segundos, seguida pela apresentação de três pares de estímulos a serem memorizados. Os estímulos visuais foram apresentados no centro da tela, concomitantemente ao estímulo verbal apresentado por fone de ouvido. Cada par de estímulos sendo apresentado por 1 segundo e com um intervalo preenchido com uma máscara visual (tela com pontos pretos e brancos) de 250 ms entre um estímulo e outro. Após a

apresentação da sequência de estímulos a ser memorizada, havia um intervalo de retenção de 800 ms, depois aparecia um aviso para interromper a recitação verbal (uma “bolinha” no centro da tela) por 100 ms e então era apresentado o par de estímulos teste, que permanecia na tela até que o participante emitisse sua resposta (figura 16). Esta foi dada com os dedos indicador e médio da mão direita no teclado do computador. No caso do estímulo teste ser considerado igual a um dos apresentados na sequência inicial, levando em consideração apenas a dimensão relevante para o bloco, a resposta deveria ser a de pressionar a tecla 1, caso contrário, o participante deveria pressionar a tecla de número 2.

Figura 16. Representação esquemática da prova com a dimensão relevante para a informação visual e os tipos de provas: A) intacta; B) positiva com estímulo novo; C) recombinação; D) negativa simples; E) negativa dupla.

Resultados

Análise Geral

Para análise dos dados foi realizada uma ANOVA de duas vias das respostas corretas dos participantes levando em consideração o tipo de estímulo a ser memorizado (visual e verbal). A mesma ANOVA foi realizada para o tempo de reação das respostas corretas. O teste post hoc de Bonferroni ($p < 0,05$) foi para identificar diferenças mais específicas.

De maneira geral, podemos observar que quando o participante deveria armazenar a informação visual como dimensão relevante ($M=88\%$, $epm=2\%$) seu desempenho foi semelhante às provas com a informação verbal ($M=87\%$, $epm=1\%$) [$F(1,17)=0,32$; $p=0,57$, $\eta^2_p=0,018$].

Para o tempo de resposta podemos observar que houve uma diferença significativa entre a informação verbal ($M=1090$ ms, $epm = 52$ ms) e visual ($M= 958$ ms, $epm = 40$ ms) [$F(1,17)=17,23$; $p<0,001$, $\eta^2_P =0,50$], onde os participantes foram mais rápidos nas provas visuais.

Comparação: provas intactas e recombinadas

Para análise dos dados foi realizada uma ANOVA de duas vias das respostas corretas dos participantes levando em consideração o tipo de prova (intacta e recombinada) e a dimensão relevante verbal e visual separadamente. A mesma ANOVA foi realizada para o tempo de resposta das provas corretas.

Na condição em que o participante deveria armazenar a informação visual podemos observar que houve uma diferença significativa entre as provas intactas ($M= 81\%$, $epm= 3\%$) e recombinadas ($M=88\%$, $epm= 2\%$) [$F(1,17)=6,23$; $p<0,001$, $\eta^2_P =0,27$], nos sugerindo que ao armazenar a informação visual, o participante codificou também a informação verbal irrelevante para a tarefa. Para o tempo de resposta da condição visual podemos observar que não houve diferença significativa entre as provas intactas ($M=938$ ms, $epm = 51$ ms) e recombinadas ($M= 954$ ms, $epm = 50$ ms) [$F(1,17)=0,43$; $p=0,51$, $\eta^2_P =0,02$].

Na condição em que o participante deveria armazenar a informação verbal podemos observar que não houve diferença significativa entre as provas intactas ($M= 89\%$, $epm=3\%$) e recombinadas ($M=89\%$, $epm=2\%$) [$F(1,17)=0,001$; $p=0,98$, $\eta^2_P =0,001$], nos apontando que a informação visual irrelevante não foi codificada incidentalmente a dimensão relevante verbal.

Para o tempo de resposta da condição verbal podemos observar que houve diferença significativa entre as provas intactas ($M=1046$ ms, $epm = 46$ ms) e recombinadas ($M= 1125$ ms, $epm = 41$ ms) [$F(1,17)=7,63$; $p<0,001$, $\eta^2_P =0,30$], mostrando que os participantes foram mais rápidos nas provas intactas.

Figura 17. Porcentagem de respostas corretas nos diferentes tipos de estímulos (cor e sílaba) em função dos tipos de provas: intacta (visual igual/verbal igual) e recombina (visual igual/verbal diferente-Rec). O “*” indica diferenças significativas com $p < 0,05$.

Para análise dos dados também foi realizada uma ANOVA de duas vias das respostas corretas dos participantes levando em consideração o tipo de prova para as condições visuais e verbais separadamente. A mesma ANOVA foi realizada para o tempo de resposta das provas corretas.

Na condição visual, na comparação entre as provas intactas ($M=81\%$, $epm=3\%$) e positiva com estímulo novo ($M=77\%$, $epm=4\%$), os desempenhos foram semelhantes [$F(1,17)=0,66$; $p=0,42$; $\eta^2_p = 0,037$]. Da mesma forma quando as provas foram negativas simples ($M=96\%$, $epm=2\%$) com negativa dupla ($M=93\%$, $epm=2\%$) o desempenho dos participantes foi o mesmo [$F(1,17)=2,36$; $p=0,14$; $\eta^2_p = 0,12$]. Os tempos de respostas nas duas comparações foram semelhantes.

Na condição verbal, na comparação entre as provas intactas ($M=89\%$, $epm=3\%$) e positiva com estímulo novo ($M=90\%$, $epm=2\%$), os desempenhos foram semelhantes [$F(1,17)=0,21$; $p=0,64$; $\eta^2_p = 0,012$]. Da mesma forma quando as provas foram negativas simples ($M=84\%$, $epm=2\%$) com negativa dupla ($M=87\%$, $epm=2\%$) o desempenho dos participantes foi o mesmo [$F(1,17)=1,91$; $p=0,18$; $\eta^2_p = 0,10$]. Os tempos de respostas nas duas comparações foram semelhantes.

Discussão

Este experimento teve o objetivo de verificar se a informação verbal e a visual concomitante disponíveis no mesmo ambiente são armazenadas na memória de trabalho de forma incidental, ou seja, sem que a tarefa exija a integração da informação. Este fato pode indicar uma possível correlação com a necessidade ou não de atenção no processo de integração realizado pelo *buffer*. Para isto utilizamos o paradigma da mudança na dimensão

irrelevante como proposto por Maybery et al. (2009), onde as informações são apresentadas aos pares ao participante, mas ele deve ignorar uma dimensão e armazenar outra. Se a mudança na dimensão irrelevante afetar a resposta em relação à relevante, pode-se sugerir que as informações foram armazenadas de forma integrada incidentalmente.

Os resultados mostraram que a conjunção incidental ocorreu quando a informação relevante para a tarefa era a visual, ou seja, quando o participante deveria responder sobre a tarefa visual e a mudança na dimensão da tarefa verbal interferiu no desempenho. Estes resultados corroboram com a conjunção incidental encontrada nos estudos de Maybery et al. (2009) que investigaram a conjunção de estímulos verbais (conteúdo) e suas localizações espaciais na memória de trabalho em tarefas de reconhecimento. Nos resultados os autores mostraram que o reconhecimento de uma localização espacial é prejudicado por uma mudança no estímulo teste verbal, mesmo este tendo que ser ignorado pelo participante, sugerindo que as informações espaciais e verbais foram conjugadas incidentalmente. Olson e Marshuetz (2005) também investigaram a conjunção visual-espacial na memória de trabalho e mostraram que o reconhecimento de faces é afetado pela posição em que a face ocorreu, sugerindo que o funcionamento dos componentes visuais e espaciais podem ser independentes da arquitetura da memória de trabalho, mas que a memória visual carrega em seu processamento informações relacionadas à localização dos seus objetos.

Outro dado encontrado neste estudo foi que para a dimensão verbal relevante, a informação visual não foi codificada de forma integrada incidentalmente, ou seja, quando a tarefa exigia o armazenamento da informação verbal, uma mudança na dimensão visual não prejudicou o desempenho da tarefa de memória. Este efeito propõe uma assimetria na conjunção incidental destas informações na memória de trabalho, efeito encontrado no estudo de Santana e Galera (s/d) que também investigaram a conjunção incidental da informação espacial-verbal em tarefas de reconhecimento e mostraram que a conjunção incidental ocorreu quando a dimensão espacial foi a relevante, mas não quando a dimensão verbal foi a relevante, sugerindo que a conjunção incidental entre as informações pode ser assimétrica. No estudo de Maybery et al. (2009) os autores também observaram que quando a tarefa exigia a memorização de informações verbais, a localização espacial do estímulo teste não teve efeito sobre a resposta, os autores sugerem uma representação assimétrica em que a memória espacial se integra às informações verbais disponíveis, mas, a memória para informação verbal não se integra à informação espacial disponível.

Esta assimetria na conjunção incidental não pode ser justificada pelas diferenças nas dificuldades das tarefas visuais e verbais, pois em nossos resultados se observou o mesmo

desempenho geral nas condições visuais e verbais. Estes dados sugerem que a conjunção incidental de informações visuais e verbais depende do tipo de informação exigida na tarefa.

Como forma de explicar esta assimetria podemos sugerir um processamento das informações verbais e visuais ocorrerem de forma hierárquica, ou seja, a memória verbal, sendo armazenada pelo laço fonológico, seria independente da memória visual. No entanto, a memória visual necessita das informações verbais para a codificação. Essa informação precisaria ser melhor avaliada, levando-se em conta a escassez de estudos sobre o processamento hierárquico.

Enfim, os dados deste estudo mostram ainda que a interferência observada de uma dimensão sobre a outra, sugerem que as informações de cor e sílaba são processadas de forma automática, sem a necessidade de recursos extras da atenção, e em uma representação unitária, como indicou os resultados do experimento 1 do capítulo anterior. Estes dados corroboram com os trabalhos de Allen et al. (2006, 2009, 2012) que sugerem um armazenamento automático para a conjunção de cor e forma na memória de trabalho.

4- Conclusão

Neste estudo buscamos compreender se há o envolvimento da atenção na integração da informação visual e verbal na memória de trabalho e quais características estão relacionadas a este processo, como por exemplo, a complexidade do objeto e a capacidade de armazenamento dos estímulos. Além disso, buscamos verificar se há conjunção incidental entre a informação visual e verbal utilizando outro paradigma experimental, o da dimensão irrelevante.

Nos experimentos do capítulo 1 pudemos perceber que a quantidade de item para a memorização não interferiu na relação do *buffer* com o executivo central, mas a complexidade do objeto foi determinante para a necessidade de atenção da conjunção, onde estímulo mais complexos como face e nome envolveram mais recursos do executivo central do que cor e sílaba. Estes resultados foram reafirmados com a conjunção incidental de cor e sílaba no capítulo 2, sugerindo ser um processo automático, sem a necessidade de mais recursos da atenção.

Assim, consideramos que os mecanismos de conjunção são operações básicas do sistema cognitivo, que exercem funções diferentes em diversos níveis de processamento na memória de trabalho, onde sua compreensão é um fator limitante para a compreensão de uma série de processos mentais (Zimmer et al., 2006). Então, compreender as características do envolvimento da atenção na conjunção pode explicar o funcionamento do *buffer* dentro do sistema e sua relação com os componentes da memória de trabalho.

Este conhecimento poderá ser usado em futuras pesquisas da neuropsicologia como, por exemplo, o estudo de Parra et al. (2010) com a conjunção de informação na memória de trabalho que sugeriu que o déficit na conjunção de cor e forma pode ser um marcador pré clínico para a doença de Alzheimer, interligando a pesquisa básica a aplicada. Além disso, auxiliar nos trabalhos voltados para o desenvolvimento de estratégias de memória para o registro integrado das informações verbais e visuais, por exemplo, na aprendizagem de novos idiomas.

Referências¹

- Allen, R., Baddeley, A. D., & 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. D. (2009). Cross-modal binding and working memory. *Visual Cognition*, 17 (1/2), 83-102.
- Allen, R., Hitch, G., Mate, J., & Baddeley, A. D. (2012). Feature binding and attention in working memory: A resolution of previous contradictory findings. *The Quarterly Journal of Experimental Psychology*, 1, 1-15.
- Alvarez, G. A., & Cavanagh, P. (2004). The capacity of visual short-term memory is set both by visual information load and by number of objects. *Psychological Science*, 15, 106–111.
- Baddeley, A. D. (1986). *Working memory*. Oxford: Clarendon.
- Baddeley, A. D. (1996). Exploring the Central Executive. *Proc. Natl. Acad. Sci. USA*, 93, 13468-13472.
- Baddeley, A. D. (2000). The episodic buffer: a new component of working memory? *Trends in cognitive sciences*, 4, 417-423.
- Baddeley, A. D. (2007). *Working memory, thought, and action*. Oxford: Clarendon.
- Baddeley, A. D. (2012). Working Memory: Theories, Models, and Controversies. *The Annual Review of Psychology*, 63, 1–29.
- Baddeley, A. D., & 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. D., Thomson, N., & Buchanan, M. (1975). Word Length and the Structure of Short-Term Memory. *Journal of Verbal Learning and Verbal Behavior*, 14, 575-589.
- Baddeley, A. D., Hitch, G. J., & Allen R. (2009). Working memory and binding in sentence recall. *Journal of Memory and Language*, 61, 438–456.
- Baddeley, A. D., Allen, R. J., & Hitch, G. J. (2010). Investigating the episodic buffer. *Psychologica Belgica*, 50(3-4), 223-243.
- Baddeley, A. D., Allen, R. J., & Hitch, G. J. (2011). Binding in visual working memory: The role of the episodic buffer. *Neuropsychologia*, 49(6), 1393-1400.
- Baddeley, A. D., Eysenck, M. W., & Anderson, M. C. (2011). *Memória*. Porto Alegre: Artmed.
- Brooks, L. R. (1967). The suppression of visualisation by reading. *The Quarterly Journal of Experimental Psychology*, 19(4), 289-299.
- Brown, L. A., & Brockmole, J. L. (2010). The role of attention in binding visual features in working memory: Evidence from cognitive ageing. *The Quarterly Journal of Experimental Psychology*, 1, 1-13.

---

¹ De acordo com o estilo APA – American Psychological Association

- Caprio, M., Godoy, J. P. M. C., & Galera, C. A. (2010). Binding of visual and verbal information: memory for faces and names. *Psychology and Neuroscience*, 3 (1), 125-132.
- Campo, P., Poch, C., Parmentier, F. B., Moratti, S., Elsley, J. V., Castellanos, N. P., et al. (2010). Oscillatory activity in prefrontal and posterior regions during implicit letter-location binding. *NeuroImage*, 49(3), 2807-2815.
- 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.
- Coolidge, F. L., & Wynn, T. (2004). Working memory, its executive functions and the emergence of modern thinking. *Cambridge Archaeological Journal*, 15, 5-16.
- Cowan, N. (2001). The magical number 4 in short-term memory: A reconsideration of mental storage capacity. *Behavioral and Brain Sciences*, 24, 87-185.
- Darling, S., Della Sala, S., & Logie, R. H. (2007). Behavioural evidence for separating components within visuo-spatial working memory. *Cognitive Process*, 8, 175-181.
- 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.
- Delvenne, J., Cleeremans, A., & Laloyaux, C. (2010). Feature Binding Are Maintained in Visual Short-Term Memory Without Sustained Focused Attention. *Experimental Psychology*, 57 (2), 108-116.
- 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.
- 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.
- Godoy, J.P.M.C., & Galera, C. (2011). Binding faces and names in working memory requires additional attentional resources. *Psychology & Neuroscience*, 4, 341-346.
- Godoy, J. P. M. C., & Galera, C. (s/d). Capacidade de reconhecimento menor para e informação integrada do que para a isolada na memória de trabalho.
- Hayes, S. M., Baena, E., Truong, T., & Cabeza, R. (2009). Neural Mechanisms of Context Effects on Face Recognition: Automatic Binding and Context Shift Decrements. *Journal of Cognitive Neuroscience*, 22 (11), 2541-2554.
- Hecker, R., & Mapperson, B. (1997). Dissociation of visual and spatial processing in working memory. *Neuropsychologia*, 35, 599-603.
- Ishihara, S. (2008). *The series of plates designed as a test for color-deficiency*, 24 plates. Tokyo: Kanehara.

- 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.
- Jaswal, S., & Logie, R. H. (2012). The contextual interference effect in visual feature binding: What does it say about the role of attention in binding? *The Quarterly Journal of Experimental Psychology*, 1, 1-18.
- Karlsen, P. J., Allen, R. J., Baddeley, A. D., & Hitch, G. J. (2010). Binding across space and time in visual working memory. *Memory & Cognition*, 38(3), 292-303.
- Klauer, K. C., & Zhao, Z. (2004). Double dissociations in visual and spatial short-term memory. *Journal of Experimental Psychology: General*, 133 (3), 355-381.
- 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., Zucco, G.M., & Baddeley, A. (1990). Interference with visual short-term memory. *Acta Psychologica*, 75, 55-74.
- 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.
- Luck, S.J., & Vogel, E.K. (1997). The capacity of visual working memory for features and conjunctions. *Nature*, 390, 279–281.
- Luria, R., & Vogel, E. K. (2011). Shape and color conjunction stimuli are represented as bound objects in visual working memory. *Neuropsychologia*, 49, 1632–1639.
- 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.
- 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. (2011). Maintaining binding in working memory: Comparing the effects of intentional goals and incidental affordances. *Consciousness and Cognition*, 20, 920-927.
- Norman D.A., & Shallice T. (1980). *Attention to action: willed and automatic control of behavior*. SanDiego: University of California.
- Olson, I. R., & Marshuetz, C. (2005). Remembering “what” brings along “where” in visual working memory. *Perception & Psychophysics*, 67 (2), 185-194.
- Parmentier, F. B. R, Maybery, M. T., & Elsley, J. (2010). The involuntary capture of attention by novel feature pairings: A study of voice–location integration in auditory sensory memory. *Attention, Perception, & Psychophysics*, 72 (2), 279-284.

- Parra, M. A., Della Sala, S., Logie, R. H., & Abrahams, S., (2009). Selective impairment in visual short-term memory binding. *Cognitive Neuropsychology*, 26 (7), 583-605.
- Parra, M. A., Abrahams, S., Logie, R. H., Méndez, L. G., Lopera, F., & Della Sala, S. (2010). Visual short-term memory binding deficits in familial Alzheimer's disease. *Brain a Journal of Neurology*, 133, 2702–2713.
- Peterson, L., & Peterson, M. J. (1959). Short-Term retention of Individual Verbal Items. *Journal of Experimental Psychology*, 58 (3), 193-198.
- 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.
- Repovs, G., & Baddeley, A. (2006). The multi-component model of working memory: Explorations in experimental cognitive psychology. *Neuroscience*, 139, 5-21.
- Santana, J. J. R. A., & Galera, C. (2012). O Envolvimento da Atenção na Codificação da Informação Visuoespacial Integrada. *Psicologia: Teoria e Pesquisa*, 28 (2), 141-148.
- Santana, J. J. R. A., & Galera, C. (s/d). Visual-spatial and verbal-spatial incidental binding in working memory Incidental binding in the working.
- Santana, J. J. R. A., Godoy, J. P. M. C., Ferreira, H. C. P., Farias, K. M., & Galera, C. Interference of Dynamic Visual Noise on encoding visual information in working memory. *Psicologia, Reflexão e Crítica*, s/d.
- Santos, F. H., & Bueno, O. F. A. (2003). Validation of the Brazilian Children's Test of Pseudoword Repetition in Portuguese speakers aged 4-10 years. *Brazilian Journal of Medical and Biological Research*, 36, 1533-1547.
- Schneider, W., Eschman, A., & Zuccolotto, A. (2002). *E-Prime reference Guide*. Pittsburgh: Psychology Software Tools Inc.
- Smith, E. E., & Jonides, J. (1997). Working Memory: A View from Neuroimaging. *Cognitive Psychology*, 33, 5-42.
- Smith, E. E., Jonides, J., & Koeppe, R. A. (1996). Dissociating verbal and spatial working memory using PET. *Cerebral Cortex*, 6, 11-20.
- 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.
- Stefurak, D. L., & Boynton, R. M. (1986). Independence of memory for categorically different colors and shapes. *Perception & Psychophysics*, 39 (3), 164-174.
- Sternberg, S. (1966). High-speed scanning in human memory. *Science*, 153, 652 – 654.
- Treisman, A., & Gelade, G. (1980). A Feature-Integration Theory of Attention. *Cognitive Psychology*, 12, 97-136.
- Treisman, A., & Zhang, W. (2006). Location and binding in visual working memory. *Memory & Cognition*. 34, 1704–1719.

- Ueno, T., Allen, R. J., Baddeley, A. D., Hitch, G. J., & Saito, S. (2011). Disruption of visual features binding in working memory. *Memory and Cognition*, 39, 12-23.
- 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.
- 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.
- Zimmer, H. D., Mecklinger, A., & Lindenberger, U. (2006). Levels of binding: types, mechanisms, and functions of binding in remembering. In H. D. Zimmer, A. Mecklinger, & U. Lindenberger (Eds.). *Handbook of Binding and Memory: Perspectives From Cognitive Neuroscience* (pp 3-22). Oxford: Oxford University Press.
- Wheeler, M.E., & Treisman, A.M. (2002). Binding in short-term visual memory. *Journal of Experimental Psychology: General*, 131, 48-64.
- Wickens, T. D. (2002). *Elementary signal detection theory*. New York; Oxford University Press.

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: “Características da integração da informação visual e verbal na memória de trabalho”

Pesquisadora: Juliana Pardo Moura Campos Godoy. E-mail: jpmcgodoy@pg.ffclrp.usp.br.

Orientador: César Aléxis Galera, E-mail : algaler@usp.br.

Instituição: Faculdade de Filosofia Ciências e Letras de Ribeirão Preto – SP. Avenida Bandeirantes, 3900, CEP 14040-901 - Bairro Monte Alegre, bloco 6, Telefone: (16)3602-4393.

- 1) Eu, pesquisadora, estou lhe convidando a participar deste estudo sobre memória, cujo objetivo é investigar a integração da informação visual e verbal na memória de trabalho. Este estudo se justifica pela necessidade em investigar a memória de trabalho, ainda não completamente esclarecida pela literatura.
- 2) O estudo não lhe fornecerá benefícios diretos, sejam eles atuais ou potenciais. Por outro lado, este estudo também não oferece quaisquer riscos a sua saúde física ou mental, nem causará qualquer desconforto físico ou psicológico, não cabendo, portanto, indenização.
- 3) Apesar de não lhe fornecer benefícios diretos, os dados obtidos podem ser relevantes para a ciência em geral, pois vão contribuir com a compreensão dos mecanismos da memória de curto prazo.
- 4) O procedimento será sentar-se em frente à tela de um monitor por aproximadamente 40 minutos e realizar uma tarefa de memória. Caso você concorde em participar, sua tarefa será memorizar estímulos visuais, verbais ou sua conjunção apresentada visualmente na tela do computador ou auditivamente por fone de ouvido e depois julgar se um estímulo teste apareceu na sequência inicial ou não. Sua resposta será no teclado do computador. As respostas corretas, bem como o tempo gasto em cada prova, serão registrados para análise.
- 5) O experimento será realizado em uma sala experimental do laboratório de Psicologia Cognitiva da FFCLRP, departamento Psicologia e Educação, bloco 6, com iluminação artificial e sem som.
- 6) 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.
- 7) Você também pode se recusar a participar do estudo, ou retirar seu consentimento a qualquer momento, sem precisar justificar e não sofrerá qualquer penalidade.
- 8) Você poderá ser esclarecido sobre a pesquisa em qualquer aspecto e momento que desejar.
- 9) Caso você concorde em participar deste estudo, manifeste seu livre consentimento assinando este termo que foi elaborado em duas vias, sendo uma desta oferecida a você (participante) e outra arquivada pela pesquisadora.

Nome do participante: _____

Assinatura do participante: _____ Data: ____/____/____

Endereço do participante: _____

Eu, pesquisadora, confirmo ter explicado a natureza e objetivos desse estudo ao voluntário acima.

Nome da Pesquisadora: _____

Assinatura da pesquisadora: _____

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

Of.CEIP/FFCLRP-USP.043/2010-08/07/2010

Senhor(a) Pesquisador(a):

Comunicamos a V. Sa. que o trabalho intitulado **"Características da integração da informação visual e verbal na memória de trabalho"**, foi reanalisado pelo Comitê de Ética em Pesquisa da FFCLRP-USP, e, enquadrado na categoria: **APROVADO**, de acordo com o Processo CEP-FFCLRP nº 498/2010 – 2010.1.860.59.1

Atenciosamente,

Profa. Dra. ANA RAQUEL LUCATO CIANFLONE
Coordenadora do Comitê de Ética em Pesquisa – FFCLRP-USP

Ilustríssima Senhora
Juliana Pardo Moura Campos Godoy
Aluna do Programa de PG em Psicobiologia

c.c.: Prof. Dr. César Alêxis Galera
Docente do Departamento de Psicologia e Educação
Desta Faculdade