MARIANA SANT'ANNA PEREIRA

A integração da informação visual e espacial na memória de trabalho: evidências baseadas no efeito do ruído visual dinâmico

Versão corrigida

Dissertação apresentada ao Programa de pós-graduação em Psicobiologia, do Departamento de Psicologia da Faculdade de Filosofia, Ciências e Letras de Ribeirão Preto-SP como parte dos requisitos para obtenção do título de Mestre em Ciências.

Área de Concentração: Psicobiologia

Orientador: Prof. Dr. César Galera

Ribeirão Preto-SP

2012

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

Pereira, Mariana Sant'Anna

A integração da informação visual e espacial na memória de
trabalho: evidências baseadas no efeito do ruído visual dinâmico
Ribeirão Preto, 2012.

43 p.: il.; 30cm

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

Orientador: Galera, César Alexis.

1. memória visual. 2. memória espacial.
3. memória visuo-espacial. 4. ruído visual dinâmico.

FOLHA DE APROVAÇÃO

A integração da informação visual e espacial na memória de trabalho: evidências baseadas no efeito do ruído visual dinâmico

Dissertação apresentada à Faculdade de Filosofia,
Ciências e Letras de Ribeirão Preto/SP –
Universidade de São Paulo para obtenção do título
de Mestre.

Área de concentração: Psicobiologia

Aprovada em:

Banca Examinadora

Prof. Dr. _____

Instituição: _____ Assinatura: _____

Prof. Dr. _____

Instituição: _____ Assinatura: _____

Prof. Dr. _____

Instituição: _____ Assinatura: _____

À Deus, pela oportunidade de viver e aprender.

Ao meu marido, Nilson, que sempre me deu força, incentivo e amor,
estando sempre ao meu lado nos bons e maus momentos.

Aos meus pais, José Aparecido Pereira e Darcy Alves Sant'Anna Pereira,
por tudo o que me ensinaram e me deram muito amor e coragem para superar as
adversidades da vida.

Aos meus irmãos, Bada, Cláudia e Fernando pela paciência, apoio, amor
e confiança que sempre serão fundamentais na minha vida.

Aos meus queridos sobrinhos Camila, Lucas e Júlia pelos bons momentos
de aprendizagem e alegria.

A todos aqueles que de uma forma ou de outra contribuíram no meu
projeto de Mestrado e na minha vida pessoal.

AGRADECIMENTOS

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

Ao meu marido **Nilson Nicolau Junior**, por fazer parte do meu dia a dia e por ser uma pessoa especial.

Aos meus pais, **José Aparecido Pereira** e **Darcy Alves Sant’Anna Pereira** pelo amor incondicional, dedicação, educação e por estar sempre ao meu lado.

As minhas irmãs, **Bada** e **Cláudia**, pela presença constante desde o meu nascimento, me dando muito carinho e amor, e me ajudando em todos os momentos que preciso.

Aos meus sogros **Nilson** e **Marlene** que sempre incentivaram os estudos e sempre estiveram presentes.

Ao **Marcelo, Fernando, Camila, Lucas, Júlia, André, Andréa, Wilson, Bianca** e **Rafael** pelo carinho em família.

A **Jeanny** e **Juliana**, por toda ajuda no decorrer do projeto e pela amizade.

Aos amigos e companheiros de laboratório: **Karla, Mikael, Ricardo, Danila, Paola, Hugo, Ana Paula, Eduardo, Natália, Rafael** e **Melina** pelo apoio, pelas discussões dos estudos.

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

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

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

A **CAPES** e à **FAPESP** pelo apoio financeiro durante desenvolvimento do projeto.

RESUMO

Pereira, M. S. (2012) A integração da informação visual e espacial na memória de trabalho: evidências baseadas no efeito do ruído visual dinâmico. Dissertação de Mestrado, Faculdade de Filosofia, Ciências e Letras de Ribeirão Preto, Universidade de São Paulo.

Neste projeto investigamos a memória para as informações visual e espacial armazenadas separadamente e de forma conjugada, utilizando o ruído visual dinâmico (RVD) como interferência seletiva. No experimento 1 foi estudado o efeito do (RVD) sobre o desempenho de uma tarefa de memória visual e de memória espacial em situações nas quais essas informações foram apresentadas separadamente. Os resultados mostraram efeito generalizado do RVD em ambas as tarefas de memória, o que levou-nos a questionar a validade da tarefa espacial. No segundo experimento foi realizada uma padronização dos estímulos e parâmetros experimentais desta “tarefa”. Como esperado, o ruído afetou somente a condição visual. Para verificar o efeito do RVD em uma tarefa de memória para a conjunção visuoespacial foi delineado um terceiro experimento no qual a memória para as características isoladas foi comparada com a memória para a conjunção, sob efeito do ruído. A hipótese era de que se o RVD afetasse a memória espacial em uma tarefa de conjunção visuoespacial, isto seria uma evidência de que aparência visual e posição espacial são armazenados de forma integrada, em uma representação única. Esta hipótese foi confirmada pelos resultados: o ruído afetou a conjunção de informações, independentemente de qual característica (se visual ou espacial) indicava a resposta de rejeição correta na tarefa de reconhecimento da conjunção. Este estudo mostrou evidências de que a memória para a informação isolada é diferente da memória para as informações integradas. Além disto, foi possível demonstrar que uma interferência específica ao armazenador visual (ruído visual dinâmico) afetou a memória para a conjunção visuoespacial. Este resultado é uma evidência de que é formada uma imagem visual da integração visual-espacial. Esta imagem é mantida na consciência, em um sistema que é vulnerável às interferências da percepção, como as ocasionadas pelo ruído visual dinâmico.

Palavras-chave: memória visual, memória espacial, memória visuo-espacial, ruído visual dinâmico

ABSTRACT

Pereira, M. S. (2012) The integration of visual and spatial information in working memory: evidence based on the effect of dynamic visual noise. Dissertação de Mestrado, Faculdade de Filosofia, Ciências e Letras de Ribeirão Preto, Universidade de São Paulo.

In this work we investigate visual and spatial memory information stored separately and combined, using the dynamic visual noise (DVN) as a selective interference. In the experiment 1 we studied the effect of (DVN) on the performance of a visual and spatial memory tasks in situations where these information was presented separately. The results showed an overall DVN effect in both memory tasks, which led us to question the validity of the spatial task. In the second experiment it was performed a standardization of stimuli and experimental parameters of this "task". As expected, noise affected only the visual condition. To investigate the DVN effect on a memory task with a visuo-spatial binding it was designed a third experiment in which memory for isolated features was compared with memory binding, under the effect of noise. The hypothesis was that if the DVN affects spatial memory in a visuo-spatial task combination, it would be evidence that the visual appearance and spatial position are stored in an integrated manner in a single representation. This hypothesis was confirmed by the results: the noise affected the binding of information, regardless of what feature (visual or spatial) indicated the rejection response in the task of correct recognition of binding. This study showed that memory for isolated information is different from memory for the integrated information. Moreover, it was demonstrated that a specific interference to the visual cache (dynamic visual noise) affect the memory for the visuo-spatial binding. This result is an evidence that it is formed a visual image of the visuo-spatial binding. This image is maintained in consciousness, in a system that is vulnerable to interference of perception, such as those caused by dynamic visual noise.

Keywords: visual memory, spatial memory, visuo-spatial memory, dynamic visual noise

LISTA DE FIGURAS

Figura 1. Representação esquemática dos modelos de memória de trabalho: A = Modelo dos multicomponentes de Baddeley (adaptado de Baddeley et al. 2011); B = Modelo da memória visual segundo Logie (adaptado de Logie, 2011); C = Modelo da memória visual segundo Quinn (adaptado de Quinn, 2012).	14
Figura 2. Representação do Ruído visual dinâmico	19
Figura 3. Exemplo da sequência de eventos em uma prova experimental visual (A) e em uma prova experimental espacial (B) do experimento 1.	20
Figura 4. Porcentagem de respostas corretas nas tarefas de memória (visual e espacial) realizadas sem o ruído (controle) ou com o ruído visual dinâmico (ruído).....	21
Figura 5. Interações na tarefa de memória visual e espacial e o tipo de julgamento provas positivas e provas negativas.	22
Figura 6. Porcentagem de respostas corretas nas tarefas principais visuais e espaciais em função do tipo de prova experimental realizada (positiva e negativa) e das tarefas secundárias: sem ruído (controle) e com ruído visual dinâmico.	23
Figura 7. Porcentagem de Reconhecimento corrigido nas tarefas de memória (visual e espacial) realizadas sem o ruído (controle) ou com o ruído visual dinâmico (rvd).....	27
Figura 8. Tempo de reação em (ms) nas tarefas de memória (visual e espacial) realizadas sem o ruído (controle) ou com o ruído visual dinâmico (rvd).	28
Figura 9. Exemplo de tarefa visual (A), tarefa espacial (B) e tarefa visuo-espacial, onde poderia mudar a cor ou a posição (C), foram utilizados no experimento 3.....	32
Figura 10. Reconhecimento corrigido nas tarefas principais visuais, espaciais e visuo-espacial.	33

LISTA DE TABELAS

Tabela 1. Resumo das equações do conjunto de estímulos de cores	18
---	----

SUMÁRIO

1. Introdução.....	11
2. Objetivos.....	17
3. Experimento 1.....	17
3.1 Participantes.....	17
3.2 Material e Método	17
3.2.1 Estímulos Visuais	17
3.2.2 Estímulos Espaciais.....	18
3.2.3 Ruído Visual Dinâmico.....	18
3.2.4 Procedimento	19
4. Resultados.....	20
4.1 Respostas corretas	20
4.2 Tempo de reação.....	23
5. Discussão.....	23
6. Experimento 2.....	24
6.1 Participantes.....	24
6.2 Material e método.....	24
6.2.1 Estímulos visuais.....	25
6.2.2 Estímulos espaciais.....	25
6.2.3 Ruído visual dinâmico.....	25
6.2.4 Procedimento	25
7. Resultados.....	26
7.1 Reconhecimento corrigido.....	26
7.2 Tempo de reação	27
8. Discussão.....	28
9. Experimento 3.....	29
9.1 Participantes.....	29

<i>9.2 Material e método</i>	29
9.2.1 Estímulos visuais.....	30
9.2.2 Estímulos espaciais.....	30
9.2.3 Estímulos visuoespaciais	30
9.2.4 Procedimento	30
10. Resultados	32
<i>10.1 Reconhecimento corrigido</i>	32
<i>10.2 Tempo de reação</i>	33
11. Discussão	33
12. Discussão Geral	35
13. Referências	38

1. Introdução

A memória de trabalho é o sistema de processamento e armazenamento de curto prazo envolvido em praticamente todas as atividades cognitivas complexas que realizamos. O modelo de memória de trabalho que mais extensamente estudado é o modelo de Baddeley (2007). Neste modelo, a memória de trabalho é formada por três subsistemas de armazenamento e por um subsistema atencivo. O armazenamento dos sons da fala e a articulação fonológica são realizados através do laço fonológico, a informação referente aos objetos e às relações espaciais entre eles são armazenada pelo rascunho visuoespacial. A informação das diferentes modalidades integradas com o conteúdo da memória de longo prazo é registrada no *buffer* episódico. O sistema atencivo, o executivo central, tem a função de controlar e coordenar a interação entre os subsistemas e entre estes e a memória de longo prazo (Baddeley, Hitch, & Allen 2009; Baddeley, 2010; Baddeley, Allen & Hitch, 2011).

Logie (2011) concorda com a divisão da memória de trabalho em componentes, e, adicionalmente, sugere que o componente visuoespacial é subdividido em um sistema de armazenamento visual (*visual cache*) que armazena informação visual incluindo forma e cor, e um sistema de armazenamento espacial (*inner scribe*) que armazena a informação espacial e aquela relacionada ao movimento. O *inner scribe*, além de manter e armazenar sequências espaciais, também, é responsável pela recitação das informações visuais, permitindo que o código visual seja mantido por mais tempo na memória de trabalho.

O presente estudo trata do armazenamento da informação visuoespacial, mais precisamente dos processos de dissociação e integração das informações visuais e espaciais. Existe na literatura um consenso de que estas informações são armazenadas por sistemas dissociados na memória (Logie & Marchetti, 1991), e também existem vários questionamentos sobre os mecanismos responsáveis pela integração das informações na memória (Treisman & Zhang, 2006). As controvérsias de pesquisa serão relatadas a seguir.

Logie e Marchetti (1991) estudaram a dissociação visuoespacial por meio de um paradigma de tarefas duplas em que as tarefas principais exigiam a memorização de tons de cores ou posições espaciais apresentadas de forma sequencial. As tarefas secundárias, realizadas durante o intervalo de retenção, exigiam que os participantes observassem a apresentação de figuras em preto e branco, irrelevantes para a tarefa de reconhecimento, ou realizassem movimentos sequenciais com uma das mãos. Os resultados mostram que a tarefa de reconhecimento de cores é afetada pela apresentação das figuras, mas não pelos

movimentos das mãos, por outro lado o reconhecimento das posições espaciais foi prejudicado pelos movimentos da mão, mas não pela observação das figuras.

Resultados semelhantes aos de Logie e Marchetti (1991) também foram obtidos por Della Sala, Gray, Baddeley, Allamano e Wilson, (1999) em um estudo no qual os participantes deveriam memorizar padrões visuais estáticos ou sequências de posições espaciais (blocos de Corsi), e mais recentemente por Darling, Della Sala e Logie (2009) em que as tarefas principais também exigiam o reconhecimento da aparência visual e de posições espaciais apresentadas de forma sequencial. De maneira geral, estes estudos sugerem que um sistema dedicado ao armazenamento da aparência visual dos estímulos seria responsável pelo armazenamento de características tais como cor, forma, orientação, brilho, enquanto o sistema espacial seria responsável pelo armazenamento das posições e das relações espaciais e de movimentos entre os objetos (Logie & Della Sala, 2003).

Assim como existem evidências de que objeto e posição espacial são processados por sistemas separados (Logie & Marchetti, 1991; Della Sala, Gray, Baddeley, Allamano & Wilson, 1999; Darling, Della Sala & Logie, 2009), também existem evidências consistentes de que objeto e posição espacial são armazenados de maneira integrada na memória de curto prazo (Finke, Bublak, Neugebauer & Zihl, 2005). Em um estudo no qual a memória para as informações isoladas (visuais e espaciais) foi comparada com a memória para a conjunção das características visuoespaciais, observou-se que o desempenho na tarefa de memória para a característica visual isolada foi semelhante ao da conjunção, mas o desempenho para a característica espacial isolada foi superior ao desempenho da memória para a conjunção (Finke, Bublak, Neugebauer & Zihl, 2005). Este dado sugere que a conjunção teve um efeito negativo (no sentido de gerar um desempenho inferior) em relação ao registro da informação isolada espacial, mas não em relação à informação isolada visual. Esta contribuição assimétrica dos componentes visuais e espaciais para o registro integrado da informação ainda não foi completamente esclarecida.

Outro indício de que as informações de diferentes modalidades são integradas advém dos estudos realizados por Treisman e Zhang (2006). Estes autores utilizaram o paradigma da detecção da mudança, em que se procura determinar a interferência de uma mudança numa característica ou dimensão irrelevante de um objeto apresentado para memorização, para determinar a contribuição que a posição espacial pode dar à combinação de forma e cor em uma tarefa de reconhecimento. A tarefa envolvia a memorização de três formas coloridas e os participantes deveriam informar se as características do teste eram iguais às características apresentadas inicialmente. O teste podia conter as três formas ou as três cores nas mesmas

posições apresentadas anteriormente ou em posições novas. Os resultados mostram uma interação significativa entre posição e combinação. Esta interação sugere que a distribuição da atenção no espaço faz com que as características do objeto (neste caso, cor e forma) sejam automaticamente integradas. De relevância para o presente estudo é o resultado no qual a informação espacial tem papel importante na integração de características visuais.

Os resultados sobre a integração de informações são interpretados segundo o modelo dos multicomponentes da memória como evidências de que existe um sistema separado, com a função de armazenar a informação multimodal. Para Baddeley, Allen e Hitch (2011), o *buffer* episódico seria responsável pela integração de informações dos objetos. O *buffer* episódico é um sistema passivo, mas é capaz de armazenar de forma integrada informações de diferentes dimensões em episódicos unificados (*chunks*). Acredita-se que o acesso consciente ao laço fonológico ou ao rascunho visuoespacial seja feito através do *buffer* episódico (Figura 1A).

Por outro lado, para Logie (2011) a integração tem um aspecto funcional no qual ocorre a ativação conjunta de sistemas de domínio específicos. Em uma integração multimodal, os recursos específicos de cada modalidade mantêm as características isoladas, e recursos gerais do executivo central mantêm a combinação entre modalidades. Por exemplo, na integração de um estímulo auditivo com o visual, detalhes de estímulos visuais são armazenados no *visual cache* e mantidos pelo mecanismo de recitação baseado no movimento, realizado pelo inner scribe. Os estímulos auditivos são baseados em códigos no componente fonológico, e recitados pelo processo de articulação fonológica (fala subvocal). O executivo central fornece recursos para que os mecanismos específicos de recitação tenham curso (Figura 1B).

Outra interpretação para os resultados sobre a memória visuoespacial é dada por Quinn (2012). Ele sugere que a divisão que Logie (2011) faz do sistema visuoespacial é questionável, porque não existe um mecanismo de recitação visual que seja compatível com a articulação fonológica. Além disto, Quinn também questiona o fato de que, no modelo de Logie (2011), a informação perceptual sempre ativa um conteúdo de longo prazo, ou seja, não existe acesso direto da percepção ao conteúdo da memória de trabalho. Para Quinn (2012) a memória visual é dividida entre dois componentes: o *buffer* visual e o *visual cache*. Nesta abordagem, o *buffer* visual é o componente que mantém a imagem visual na consciência por curto período, e, por isto, a informação nele contida pode ser perdida. Este componente é acessado por fontes externas (percepção) e, também, por estruturas internas, como por exemplo, pelo *visual cache*. O *visual cache*, por sua vez, é um componente que contém

informações codificadas semanticamente, ou seja, ele está relacionado aos conteúdos de longo prazo. Este componente pode acessar e ser acessado pelo buffer visual (Figura 1C).

Figura 1. Representação esquemática dos modelos de memória de trabalho: A = Modelo dos multicomponentes de Baddeley (adaptado de Baddeley et al. 2011); B = Modelo da memória visual segundo Logie (adaptado de Logie, 2011); C = Modelo da memória visual segundo Quinn (adaptado de Quinn, 2012).

Quinn (2012) se baseou em evidências de estudos comportamentais para fundamentar sua hipótese sobre o registro na memória visual. Ele desenvolveu uma técnica com o objetivo de testar o acesso direto da informação perceptual ao sistema de memória de trabalho. Esta técnica é conhecida como o ruído visual dinâmico (RVD), que consiste de uma matriz de pontos que alternam de branco para preto de forma contínua, numa taxa determinada, criando um efeito semelhante ao de uma TV fora de sintonia (Quinn & McConnell, 1996). Embora alguns estudos questionem a eficácia do RVD como interferência na memória (Andrade et al., 2002), alguns estudos identificaram efeitos de interferência no armazenamento de detalhes na memória visual (Dent, 2010; Quinn, 2012).

Dent (2010) demonstrou o efeito do ruído visual dinâmico na memória de curto prazo para informação visual, mas não para a localização espacial. Em seu estudo foi realizada uma tarefa de reconhecimento na qual os participantes deveriam memorizar uma única cor ou um conjunto de quatro pontos que indicavam as localizações espaciais que deveriam ser armazenadas. No estímulo-teste visual a tonalidade de cor poderia ser igual ou diferente da apresentada para memorização. No estímulo-teste espacial quatro pontos eram apresentados, sendo que nas provas em que havia uma mudança, ela ocorria para apenas um dos pontos. A tarefa do participante era julgar se o estímulo teste era igual ou diferente em relação à cor memorizada ou aos quatro pontos que eram apresentados inicialmente na tela de um computador. As tarefas visuais e espaciais foram realizadas em blocos de provas separados.

Os resultados revelaram que a presença do RVD ocasionou um prejuízo na memória para cor mas não na memória para a posição espacial. Dent (2010) interpretou o resultado como uma evidência de que a memória de curto prazo é acessada pela percepção, e que existe uma distinção entre a memória para a informação visual e para a informação espacial. Além disto, ele sugere que os efeitos do RVD são específicos para propriedades visuais, mesmo quando a informação espacial deve ser mantida de uma maneira muito precisa e detalhada.

Darling, Della Sala e Logie (2009) demonstraram a dissociação entre a aparência e a localização na memória de trabalho visuoespacial em um estudo no qual os estímulos visuais foram apresentados em localizações espaciais dispersas na tela do computador. Nas provas em que a informação visual era relevante, os participantes eram instruídos a memorizar apenas a forma das letras e ignorar a localização espacial. Nas provas em que a informação espacial era relevante, os participantes deveriam memorizar a localização espacial e ignorar as formas das letras. Após o intervalo de retenção um estímulo-teste era apresentado. Este estímulo-teste era composto por todas as posições previamente apresentadas, mas apenas uma delas continha um estímulo visual. A resposta do participante dependia da dimensão relevante, instruída no começo do bloco. O intervalo de retenção poderia ser preenchido pelo RVD, ou por uma tarefa de supressão espacial (movimentos repetitivos da mão: *tapping*), ou não estaria preenchido por nenhuma tarefa. O ruído visual dinâmico afetou a memória visual, mas não afetou a memória espacial. O *tapping*, por sua vez, afetou a memória espacial, mas não a visual. Conclui-se que há uma dissociação entre a aparência e a localização, e que existem subsistemas separados dentro da memória de trabalho visuoespacial para suportar a retenção de localização espacial e de aparência visual.

Os trabalhos citados acima estudaram a dissociação e a integração visuoespacial, dando suporte às hipóteses sobre o funcionamento da memória de trabalho. Entretanto, ainda há muito que ser investigado, como, por exemplo, estabelecer mais claramente em que condições experimentais o ruído visual dinâmico afeta a informação visual, sem prejudicar o registro espacial. Além disto, é preciso identificar o envolvimento de recursos específicos na manutenção do objeto integrado, através da utilização de uma interferência visual (RVD) na conjunção visual-espacial. Por isto, o presente estudo teve como objetivo comparar o desempenho da memória para as informações visuais e espaciais armazenadas isoladamente com a memória para a conjunção visuoespacial, e identificar os efeitos de uma interferência visual (RVD) na memória para as características isoladas e integradas.

Para alcançar os objetivos, o delineamento experimental utilizou uma tarefa de reconhecimento juntamente com uma tarefa secundária de interferência seletiva, com

utilização do ruído visual dinâmico. No experimento 1 foi explorado o efeito do (RVD) sobre o desempenho em uma tarefa de reconhecimento de características isoladas visuais e espaciais, realizadas em blocos de provas separados. O segundo experimento contemplou este mesmo objetivo, entretanto, com manipulação de parâmetros específicos das tarefas de memória. No terceiro experimento a memória para as informações visuais e espaciais foram estudadas comparando tarefas de memória para as características isoladas e integradas, sob interferência do ruído visual dinâmico.

Este delineamento é baseado no estudo de Morey (2009), no qual foi adotado um paradigma de interferência juntamente com um paradigma de detecção da mudança. Neste estudo, a memória para as informações verbais e espaciais foram estudadas isoladamente e em conjunção. Na condição em que a conjunção era explicitamente testada (experimento 2) o participante observava um conjunto de estímulos definidos pela conjunção verbal-espacial (letras dispersas em localizações espaciais da tela). No teste o objeto verbal-espacial apresentado poderia ser idêntico a um dos apresentados anteriormente, ou conter uma letra diferente (a letra não havia sido apresentada, mas a posição espacial fora ocupada por um estímulo verbal), ou uma nova localização (a localização espacial do teste não fora apresentada, mas a letra fazia parte do conteúdo memorizado), ou então, uma recombinação das letras e localizações previamente apresentadas (tanto letra quanto posição foram apresentados, mas em combinações diferentes do conjunto memorizado). A supressão articulatória foi realizada em metade das provas. A tarefa do participante era dizer se o objeto foi apresentado anteriormente. A hipótese era de que a supressão articulatória afetaria as respostas apenas na condição de nova letra. Caso a supressão afetasse, também, as respostas de rejeição correta para novas localizações, esta seria uma evidência de que as características foram armazenadas como um objeto integrado, que é vulnerável à interferências gerais. Esta suposição foi confirmada no estudo de Morey (2009).

No presente estudo, nossas hipóteses também são baseadas do desempenho da memória sob interferência seletiva. Neste caso, os efeitos de interferência ocasionados pela presença do ruído visual dinâmico na tarefa de memória para informações visuoespaciais. Quando as informações visuais e espaciais são memorizadas isoladamente, o ruído visual dinâmico deve afetar somente as provas em que a informação visual é apresentada para memorização, concordando assim, com as evidências de interferência específica à modalidade visual (Dent, 2010). Quando a conjunção visuoespacial é explicitamente solicitada, espera-se que o RVD afete as respostas de rejeição correta apenas quando a dimensão visual estiver diferente no estímulo teste, pois, supõe-se que somente esta informação é vulnerável à

interferência ocasionada pelo RVD. Caso o ruído também afete a rejeição correta quando a dimensão espacial for diferente no estímulo teste, esta seria uma evidência de que no processo de conjunção foi gerada uma representação integrada, na forma de imagem visual, sendo, por isto, suscetível à interferência do ruído. Estas predições são baseadas nas hipóteses citadas por Morey (2009) em seu estudo sobre a conjunção de informações verbais e espaciais.

2. Objetivos

Comparar o desempenho da memória de trabalho para as informações visuais e espaciais armazenadas isoladamente com a conjunção visuoespacial, e identificar os efeitos de uma interferência visual (RVD) para estas características isoladas e integradas.

3. Experimento 1

3.1 Participantes

Participaram do primeiro experimento 27 estudantes universitários de ambos os sexos. Sendo 12 do sexo masculino, 15 do sexo feminino, com idade entre 20 a 34 anos, ($M = 25,2$ anos e $DP = 4$ anos), com visão normal ou corrigida. Antes de começar o experimento, todos os participantes assinaram duas vias de um termo de consentimento livre e esclarecido aprovado pelo Comitê de Ética em Pesquisa da Faculdade de Filosofia, Ciência e Letras de Ribeirão Preto (anexos 1 e 2). Todos os participantes passaram pelo teste de Ishihara.

3.2 Material e Método

O utilitário E-Prime, versão 1.2 (Schneider, Eschman & Zuccolotto, 2002), foi utilizado para apresentar os estímulos em um monitor com 1024 x 768 pixels e registrar as respostas dos participantes. Na tarefa de reconhecimento visual utilizamos como estímulos uma cor apresentada no centro da tela. O estímulo utilizado na tarefa de reconhecimento espacial foram pontos pretos sobre fundo branco. Na tarefa de reconhecimento visual utilizamos como estímulos tons de cores, e na tarefa espacial foram apresentados pontos espacialmente distribuídos na tela do computador. Os padrões de cores e coordenadas espaciais utilizadas foram baseadas segundo estudo realizado por Dent (2010).

3.2.1 Estímulos Visuais

Estímulos consistiram de um círculo com 40 pixels (1,6 cm) de diâmetro, que foram apresentados no centro da tela do monitor. As cores utilizadas foram selecionadas de um conjunto de 54 possibilidades de variação contínua. As cores foram definidas no espaço de

cores RGB, tais que o valor mínimo de cada canal foi de 30 e o máximo de 255, com uma diferença entre duas tonalidades de cores de 25 pontos em um único canal. As cores eram formadas, alterando o valor em um dos canais, enquanto o valor sobre os canais restantes foi mantido constante, segundo o conjunto de equações baseadas no trabalho de Dent (2010) (Tabela 1). Para este experimento, quando os estímulos memorizados eram diferentes do estímulo teste, as diferenças entre os tons foram representadas por 50 pontos entre as cores em um dos canais RGB, isto significou dois passos entre um n e outro nas equações representadas na Tabela 1. Esta abordagem apresentou um nível de dificuldade média entre os dois tons de cores como proposto por Dent (2010).

Tabela 1. Resumo das equações do conjunto de estímulos de cores

$[255, 30 + 25n, 30]$ para $0 \leq n \leq 9$
$[255-25(n-9), 255, 30]$ para $10 \leq n \leq 18$
$[30, 255, 30 + 25(n-18)]$ para $19 \leq n \leq 27$
$[30, 255-25(n-27), 255]$ para $28 \leq n \leq 36$
$[30 + 25(n-36), 30, 255]$ para $37 \leq n \leq 45$
$[255, 30, 255-25(n-45)]$ para $46 \leq n \leq 53$

Fonte: Dent, 2010 (adaptada)

3.2.2 Estímulos Espaciais

A localização espacial no primeiro experimento foi definida por um conjunto de quatro locais escolhidos aleatoriamente, a partir da tela central 220 x 200 pixels (8,4 x 7,6 cm) com a restrição de que todos os locais foram separados por pelo menos 60 pixels (2,3 cm). Um único ponto branco 10 pixels (3,8 mm) de diâmetro, ocupou cada local.

3.2.3 Ruído Visual Dinâmico

Esta técnica consiste em solicitar ao participante que observe uma tela preta com pequenos quadrados que alternam aleatoriamente de preto para branco (50% dos pontos são pretos e 50% brancos), criando um efeito característico do chuveirar da televisão (Quinn & McConnell, 1996). As configurações do ruído foram adaptadas de Dent (2010). O RVD (Figura 2) consistiu de uma tela de 625 x 630 pixels (16,53 x 16,67cm) composta por quadrados de 5 x 5 pixels (0,13 x 0,13 cm). Os quadrados eram brancos e pretos e alternavam de cor a uma taxa de aproximadamente 2%, ou seja, 315,8 quadrados por segundo.

Figura 2. Representação do Ruído visual dinâmico

3.2.4 Procedimento

No experimento 1 exploramos o efeito do (RVD) sobre o desempenho em uma tarefa de reconhecimento visual e espacial realizadas separadamente. Neste experimento a tarefa do participante era reconhecer um item registrado na memória. Em algumas provas o conteúdo a ser memorizado poderia ser visual (tons de cores) ou espacial (localização espacial de quatro pontos na tela). Esta tarefa principal poderia ser realizada sem interferência (condição controle) ou mediante interferência de uma tarefa secundária, que consistia em observar um ruído (ruído visual dinâmico) durante o intervalo de retenção. As tarefas serão descritas a seguir.

Foi utilizada como tarefa principal uma tarefa de reconhecimento na qual um estímulo era apresentado para memorização, e, depois de um intervalo de retenção, era apresentado um estímulo teste, no qual o participante deveria identificar como igual (respostas positivas) ou diferente (respostas negativas) ao estímulo previamente memorizado.

Na condição visual o estímulo memorizado e o estímulo teste eram representados por tonalidades de cores, dentro de um círculo, apresentadas no centro da tela. Na condição espacial o estímulo a ser memorizado e o estímulo teste consistiam em quatro pontos distribuídos na área central da tela. Em ambas as condições o estímulo a ser memorizado era apresentado por 2s seguido depois de um intervalo de retenção de 5s pelo estímulo teste. A tarefa do participante era dizer se o estímulo teste era igual ao memorizado, pressionando com o dedo indicador da mão direita, tecla 1 do teclado numérico, e a tecla 2 se eram diferentes (Figura 3).

As provas eram divididas conforme a presença ou ausência do RVD apresentado no intervalo de retenção. Para as duas condições experimentais (controle, RVD), foram realizadas 80 provas, metade dos quais positivas (estímulo teste igual ao memorizado) e

metade das provas negativas (estímulo teste diferente do memorizado). A ordem pela qual os participantes passaram pelas duas tarefas principais foi contrabalanceada entre participantes e a ordem de realização das provas segundo a condição experimental foi aleatorizada.

Hipótese: No experimento 1 exploramos o efeito do ruído visual dinâmico (RVD) sobre o desempenho em tarefas de reconhecimento visual e espacial realizadas separadamente. Esperávamos que o RVD interferisse somente na tarefa visual e não na espacial. Este resultado poderia indicar uma dissociação na memória visuoespacial, e, também, sustentar o uso da técnica do RVD em um paradigma experimental no qual a conjunção visuoespacial pudesse ser testada em estudo posterior.

Figura 3. Exemplo da sequência de eventos em uma prova experimental visual (A) e em uma prova experimental espacial (B) do experimento 1.

4. Resultados

4.1 Respostas corretas

Os dados foram analisados usando porcentagem de respostas corretas de cada participante em uma análise de variância (ANOVA) com medidas repetidas em três fatores: tarefas principais (visual ou espacial), tarefa secundária (com ou sem ruído visual dinâmico no intervalo de retenção) e o tipo de julgamento (prova positiva – o teste pertencia ao conteúdo memorizado; prova negativa – o teste não pertencia ao conteúdo memorizado).

Os resultados mostraram que, de maneira geral, a tarefa espacial ($M = 79\%$, $EPM = 2,7\%$) teve o desempenho melhor que a tarefa visual ($M=71\%$, $EPM = 3,5\%$) [$F(1,26)=39,59$; $p<0,001$; $\eta^2_{p=} 0,60$]. Além disso, os dados mostraram que na condição sem ruído ($M=77\%$, $EPM=3\%$) o desempenho da tarefa de memória foi melhor que o da condição com o ruído ($M=74\%$, $EPM=3,3\%$), ou seja, o ruído prejudicou o desempenho da tarefa principal em 3% em comparação à condição controle [$F(1,26)=10,14$; $p=0,003$; $\eta^2_{p=} 0,28$].

Em relação ao tipo de julgamento do participante para provas positivas e negativas, houve um desempenho melhor nas provas positivas ($M=82\%$, $EPM=2,5\%$) em comparação com as provas negativas ($M=68\%$, $EPM=3,3\%$) [$F(1,26)= 18,36$; $p<0,001$; $\eta^2_{p=} 0,41$], sugerindo que os participantes tiveram mais facilidade em reconhecer um estímulo memorizado (provas positivas) do que julgar acerca de um estímulo novo (provas negativas).

Na análise das respostas corretas não houve interação entre a tarefa principal e a secundária ($p=0,47$). Os resultados mostraram que não houve diferença entre as condições Visual e Espacial com RVD ou sem RVD (Figura 4), sugerindo que a tarefa espacial pode ter sido armazenada na memória visual, pois os quatro pontos apresentados simultaneamente permitiu a formação de uma imagem visual.

Figura 4. Porcentagem de respostas corretas nas tarefas de memória (visual e espacial) realizadas sem o ruído (controle) ou com o ruído visual dinâmico (ruído).

Verificou-se uma interação entre a tarefa de memória e o tipo de julgamento da resposta [$F(1,26)= 4,39$; $p=0,04$; $\eta^2_{p=} 0,14$], mostrando que os participantes tiveram mais facilidade em responder as provas positivas, para as duas tarefas. Além disso, identifica-se pior desempenho nas provas negativas da tarefa visual. Nas duas condições, na tarefa principal visual e

espacial, as provas positivas tiveram o desempenho melhor que as provas negativas (Figura 5).

Figura 5. Interações na tarefa de memória visual e espacial e o tipo de julgamento provas positivas e provas negativas.

Os dados mostraram também que houve uma interação tripla entre provas (visuais e espaciais), tarefa secundária (sem ruído e com ruído), e tipo de provas (positivas e negativas) [$F(1,26) = 4,71$; $p = 0,039$; $\eta^2_p = 0,15$] (Figura 6). Esta interação sugere que o desempenho dos participantes foi prejudicado especialmente na condição em que eles deveriam responder que o teste não fazia parte da representação memorizada, quando a prova era realizada sob interferência do ruído visual dinâmico.

Figura 6. Porcentagem de respostas corretas nas tarefas principais visuais e espaciais em função do tipo de prova experimental realizada (positiva e negativa) e das tarefas secundárias: sem ruído (controle) e com ruído visual dinâmico.

4.2 Tempo de reação

A mesma ANOVA aplicada aos tempos de reação revelou que houve um melhor desempenho na tarefa visual ($M=1132$ ms, $EPM=41,80$) em relação ao espacial ($M=1188$ ms, $EPM=36,49$) [$F(1,26)= 6,34$; $p=0,01$; $\eta^2_{p=}$ 0,19], mostrando que os participantes realizavam as provas visuais mais rápido em comparação as provas espaciais. Em relação a tarefa secundária, o tempo de reação do participante era maior nas provas com a presença do RVD ($M=1202$ ms, $EPM =38,82$) do que sem RVD (controle) ($M=1119$ ms, $EPM =38,72$) [$F(1,26)= 71,18$; $p=0,01$; $\eta^2_{p=}$ 0,73].

Não houve interação significativa para o tempo de resposta entre a tarefa principal e a tarefa secundária [$F(1,26)= 0,06$; $p=0,80$; $\eta^2_{p=}$ 0,002].

5. Discussão

Os dados do experimento 1 mostraram que o ruído visual dinâmico afetou tanto a tarefa visual como a espacial, contrariando as expectativas da literatura, de interferência seletiva apenas na tarefa visual (Quinn & McConnell, 1996; Dent, 2010; Quinn, 2012). Não foi possível replicar os dados obtidos no estudo de Dent (2010), que demonstraram que somente o estímulo visual foi vulnerável ao RVD. Uma explicação possível para este

resultado é que na condição espacial a apresentação simultânea dos estímulos pode ter gerado uma imagem visual, armazenada, portanto, em termos visuais ao invés de espaciais.

Para testar esta hipótese, no experimento 2 o estímulo espacial foi alterado de modo a restringir a possibilidade de formar uma imagem visual do percepto espacial. Além disto, o baixo desempenho dos participantes na tarefa visual pode indicar que devido a sua complexidade houve uma sobrecarga ao sistema de armazenamento dos participantes. Por isto, no experimento 2 houve, também, uma alteração na tarefa visual, de modo a torná-la mais fácil quanto à discriminação da aparência dos estímulos apresentados.

Em virtude destas mudanças necessárias nas tarefas de memória para as características isoladas visuais e espaciais, o experimento 2 foi dedicado a refinar estes parâmetros, para que no experimento 3 pudesse ser investigada a diferença entre o armazenamento da informação isolada e a integrada visuoespacial, enfocando os efeitos do RVD.

6. Experimento 2

Neste experimento estudamos o efeito do RVD em tarefas de memória visual e espacial nas quais, diferentemente do primeiro experimento, o estímulo espacial foi apresentado como um único ponto na tela do monitor e, no teste o participante deveria responder se o ponto permanecia no mesmo local ou se havia mudado de posição. O experimento visual permaneceu similar ao experimento 1. Foi utilizado um ponto colorido como estímulo visual, apresentado no centro da tela, eliminando a importância da informação espacial. O grau de dificuldade das tarefas visual e espacial foi equiparado. Fizemos um teste piloto para saber qual era a tonalidade de cores na qual os participantes teriam que atingir aproximadamente 80% de acertos. A hipótese é a de que nesta situação o efeito do RVD ficasse restrito apenas à tarefa de memória visual.

6.1 Participantes

Participaram deste experimento 22 estudantes universitários de ambos os sexos. Sendo 12 do sexo masculino, 10 do sexo feminino, com idade entre 21 a 35 anos ($M = 26,9$ $DP = 3$ anos), com visão normal ou corrigida. Todos os participantes passaram pelo teste de Ishihara.

6.2 Material e método

O equipamento utilizado, bem como o programa para apresentação de estímulos e coleta de dados foram os mesmos empregados no experimento 1. Na tarefa de reconhecimento visual utilizamos como estímulos tons de cores, e na tarefa espacial foi

apresentado um único ponto espacialmente distribuído na tela do computador. Os padrões de cores e coordenadas espaciais serão descritos a seguir.

6.2.1 Estímulos visuais

Os estímulos visuais do experimento 2 foram idênticos ao do experimento 1, exceto que a diferença entre as tonalidades de cores foi de 75 pontos em um único canal, ao invés de 50 pontos. Este padrão foi estabelecido em um estudo piloto, no qual três níveis de tonalidades foram comparados. Nesta comparação foi adotado como escore médio de corte 80 % de acertos nas provas. A análise mostrou que com 75 pontos de diferença entre as cores os participantes obtiveram o ponto de corte, e por isto, ele foi adotado para apresentação dos estímulos.

6.2.2 Estímulos espaciais

Diferentemente do experimento 1, em que quatro pontos foram apresentados, no experimento 2 a localização espacial foi definida por um único ponto de 21 pixels de diâmetro. Localizado em uma posição aleatória em uma área central da tela de 220 x 200 pixels. A distância entre estes pontos não poderia ser inferior a 45 pixels. Esta distância foi definida em um estudo piloto, no qual quatro distâncias foram comparadas: 30, 45, 50 e 70 pixels. Os resultados deste estudo piloto mostraram que o desempenho dos participantes para a distância de 45 pixels entre os pontos foi equivalente ao desempenho obtido na tarefa de reconhecimento visual do estudo-piloto (80% de acertos). Desta maneira, a dificuldade das tarefas foram equiparadas.

6.2.3 Ruído visual dinâmico

Foram adotados os mesmos parâmetros do ruído empregados no Experimento 1.

6.2.4 Procedimento

Foi utilizada como tarefa principal uma tarefa de reconhecimento na qual um estímulo era apresentado para memorização, depois de um intervalo de retenção era apresentado um estímulo teste, no qual o participante deveria identificar como igual (respostas positivas) ou diferente (respostas negativas) ao estímulo previamente memorizado.

Na condição visual o estímulo memorizado e o estímulo teste eram representado por uma tonalidade de cor, dentro de um círculo, apresentado no centro da tela. Na condição espacial o estímulo a ser memorizado e o estímulo teste consistiam em um ponto disperso na tela. Em ambas as condições o estímulo a ser memorizado era apresentado por 2s seguido por

um intervalo de retenção de 5s pelo estímulo teste. A tarefa do participante era dizer se o estímulo teste era igual ao memorizado, pressionando com o dedo indicador da mão direita, tecla 1 do teclado numérico, e a tecla 2, se fossem diferentes.

As 80 provas foram igualmente divididas conforme a presença ou ausência do RVD no intervalo de retenção. Para cada uma das condições experimentais (controle, RVD), metade delas eram positivas (estímulo teste igual ao memorizado) e metade das provas negativas (estímulo teste diferente do memorizado). A ordem pela qual os participantes passaram pelas duas tarefas principais foi contrabalanceada entre sujeitos, e a ordem de realização das condições experimentais (controle, ruído) foi aleatorizada entre provas.

7. Resultados

7.1 Reconhecimento corrigido

As análises levaram em conta o reconhecimento corrigido, a diferença entre a porcentagem de acertos (hits) e o alarme falso (Allen, Baddeley e Hitch, 2006). Com base nesses dados, foi realizada uma análise de variância considerando as tarefas principais (visual ou espacial) com medidas repetidas na tarefa secundária (com ou sem ruído visual dinâmico no intervalo de retenção).

Os resultados mostraram que de maneira geral o RVD ($M=62\%$, $EPM=4\%$) afetou a tarefa principal [$F(1,21)=22,13$; $p<0,001$; $\eta^2_{p=0,51}$] em relação a condição controle ($M=70\%$, $EPM=3\%$). Os resultados mostraram ainda que, na condição espacial a presença do RVD não afetou o desempenho da tarefa principal [$F(1,21)=0,54$; $p=0,47$; $\eta^2_{p=0,02}$], sugerindo que o RVD não interfere com o armazenamento do componente espacial.

Na condição visual podemos observar que o RVD afetou de maneira significativa a tarefa de memória [$F(1,21)=9,13$; $p=0,006$; $\eta^2_{p=0,30}$], demonstrando que esta interferência tem acesso direto ao componente responsável pelo armazenamento da informação visual na memória de trabalho (Figura 7).

Figura 7. Porcentagem de Reconhecimento corrigido nas tarefas de memória (visual e espacial) realizadas sem o ruído (controle) ou com o ruído visual dinâmico (rvd).

7.2 Tempo de reação

A mesma ANOVA aplicada aos tempos de reação revelou que, de maneira geral, na condição com o RVD ($M=1263\text{ms}$, $EPM=68\text{ms}$) os participantes foram mais lentos para responder do que na condição sem o RVD ($M=1180\text{ms}$, $EPM=57\text{ms}$) [$F(1,21)=11,02$; $p=0,003$; $\eta^2_p=0,34$].

Os resultados mostraram ainda que, na condição espacial a presença do RVD não afetou o tempo de resposta dos participantes [$F(1,21)=3,01$; $p=0,10$; $\eta^2_p=0,12$], no entanto, na condição visual podemos observar que o RVD ($M=1276\text{ms}$, $EPM=82\text{ms}$) afetou o tempo de resposta dos participantes em relação a condição controle ($M=1178\text{ms}$, $EPM=54\text{ms}$) [$F(1,21)=4,95$; $p=0,04$; $\eta^2_p=0,19$].

Figura 8. Tempo de reação em (ms) nas tarefas de memória (visual e espacial) realizadas sem o ruído (controle) ou com o ruído visual dinâmico (rvd).

8. Discussão

O objetivo do experimento 2 foi comparar o desempenho de tarefas visuais e espaciais sob interferência do ruído visual dinâmico. Conforme o esperado, o ruído afetou somente a condição visual, corroborando o estudo de Darling, Della Sala e Logie (2009) e Dent (2010). Este resultado sugere que o RVD compete pelos mesmos recursos de armazenamento que a tarefa visual. Estes dados podem ser explicados segundo o modelo de memória de trabalho de Quinn (2012), o qual justifica esta interferência para memória visual e não para a espacial, pois o RVD e a tarefa visual são retidas no componente visual *buffer*.

Entretanto, mesmo com os parâmetros ajustados do experimento 1 para o experimento 2, a tarefa espacial ainda pode ser questionada quanto à eficácia em avaliar a memória espacial. Isto porque uma tarefa é considerada como espacial se na apresentação dos estímulos é estabelecida alguma relação espacial entre os itens (Logie, 2011), e, no caso da presente tarefa, a apresentação de apenas um item não foi suficiente para que fosse estabelecida uma relação espacial que identificasse os estímulos em termos de sua localização. Ao invés disto, o estímulo apresentado pode ter sido ainda representado como uma imagem, ao invés de uma localização. Supõe-se que para ser estabelecida esta relação, um conjunto de estímulos devesse ser apresentado, por exemplo, um conjunto de quatro pontos ou mais. No experimento 3, optou-se por um conjunto de quatro estímulos, porém, diferente do experimento 1, agora o participante deveria armazenar apenas um item em

relação aos demais. Inicialmente foi realizado um estudo piloto para se obter a melhor distância entre as posições, pois o desempenho dos participantes nas duas tarefas (visuais e espaciais) deveria ser equiparado.

Desta forma, o experimento 3 foi delineado para aprimorar os parâmetros das tarefas designadas a avaliar a memória para as características visuais e espaciais isoladas e ter maior precisão dos efeitos específicos do RVD na memória para estas características armazenadas isoladamente e de forma integrada.

9. Experimento 3

No experimento 3 foi estudado o efeito de interferência do ruído visual dinâmico na memória para as características visuais e espaciais isoladas e integradas. Neste experimento estímulos visuais diferentes foram apresentados em posições espaciais diferentes, tornando possível a codificação integrada da aparência visual e da posição espacial. Em algumas provas a dimensão relevante para a resposta era a visual, em outras a espacial e em outro conjunto de provas o participante deveria responder em relação às duas características. A hipótese de estudo foi que o efeito do ruído deveria afetar a memória visual, quando a informação visual for a dimensão relevante, e a memória espacial, apenas, se a informação visual e a posição espacial forem codificadas numa representação unificada.

9.1 Participantes

Participaram do segundo experimento 18 estudantes universitários de ambos os sexos. Sendo 6 do sexo masculino, 12 do sexo feminino, com idade entre 18 a 33 anos idade ($M = 25,06$, $DP = 4$), com visão normal ou corrigida. Todos os participantes passaram pelo teste de Ishihara. Neste experimento os participantes foram ressarcidos com 10 reais.

9.2 Material e método

O equipamento utilizado, bem como o programa para apresentação de estímulos e coleta de dados foram os mesmos empregados no experimento 1. Na tarefa visual um ponto colorido foi apresentado no centro da tela, na tarefa espacial um conjunto de quatro pontos foi apresentado, sendo que três deles eram apresentados em preto e um apresentado em cinza. Na tarefa de conjunção visuoespacial quatro pontos foram apresentados para memorização, sendo que três deles eram apresentados em preto e um apresentado com diferentes tonalidades.

9.2.1 Estímulos visuais

Foram adotados os mesmos parâmetros do experimento 2 para a formatação dos estímulos visuais da tarefa de memória visual (um ponto colorido apresentado no centro da tela).

9.2.2 Estímulos espaciais

Na tarefa espacial, quatro pontos foram simultaneamente apresentados na tela, sendo que três eram pretos e um cinza. A distância entre os pontos não poderia ser inferior a 60 pixels. Esta distância foi definida em um estudo piloto, no qual quatro distâncias foram comparadas: 60, 70, 80 e 90 pixels. Os resultados deste estudo piloto mostraram que o desempenho dos participantes para a distância de 60 pixels entre os pontos foi equivalente ao desempenho na tarefa de reconhecimento visual do estudo-piloto do experimento 2 (80% de acertos). Desta maneira, a dificuldade das tarefas foi equiparada.

9.2.3 Estímulos visuoespaciais

Foram apresentados quatro pontos na tela, sendo três pretos e um colorido, configurados nos mesmos parâmetros de tamanho e distância descritos para os estímulos espaciais.

9.2.4 Procedimento

Foi utilizada como tarefa principal uma tarefa de reconhecimento de item na qual havia um display para memorização (2 s), seguido por um intervalo de retenção (5 s) e, posteriormente, o display teste, no qual o participante deveria julgar a igualdade do estímulo-teste em relação ao display apresentado (que permanecia na tela até a resposta do participante). Se o participante considerasse que eram idênticos, deveria pressionar a tecla 1 do teclado numérico. Se achasse que eram diferentes, a resposta era dada pressionando a tecla 2.

Na tarefa visual o *display* para memorização era composto de um tom de cor apresentado dentro de um círculo no centro da tela. O display teste era um tom de cor, também apresentado no centro da tela. A tarefa do participante era julgar a igualdade da cor memorizada.

Na tarefa espacial tanto o display para memorização quanto o teste consistiam de quatro pontos dispersos na tela do computador, sendo que três pontos pretos não mudavam de posição e um ponto cinza poderia mudar de posição entre os dois displays. O participante era

instruído a prestar atenção no ponto cinza que poderia ou não mudar de posição. A tarefa do participante era julgar a igualdade da posição do estímulo (ponto cinza) memorizado.

Na tarefa visuoespacial os displays para memorização e teste eram semelhantes aos da tarefa espacial, exceto que era apresentado um ponto colorido, ao invés do cinza, e a instrução era para que o participante memorizasse as duas dimensões de maneira integrada (localização espacial e aparência visual).

O delineamento experimental foi estruturado considerando os fatores: tarefa principal (visual, espacial, visuoespacial), tipo de prova (positivas, negativas) e tarefa secundária (controle, ruído visual dinâmico). As provas foram divididas em três blocos, conforme a dimensão relevante para memorização na tarefa principal (visual, espacial, visuoespacial). Em cada bloco, em metade das provas o estímulo teste pertencia ao conteúdo memorizado (provas positivas) e na outra metade não pertencia (provas negativas). Tanto nas provas positivas quanto nas negativas a presença do ruído visual dinâmico se deu em igual proporção (50% do total de provas).

Todos os participantes realizaram todas as condições experimentais, sendo que a ordem de realização das tarefas principais foi contrabalanceada entre sujeitos, e a ordem de realização das tarefas secundárias foi aleatorizada. No total, os participantes fizeram 240 provas, sendo 120 de memória para as características isoladas (igualmente divididas entre tarefa visual e espacial) e 120 de memória para a conjunção de informações. Na tarefa principal de memória para a conjunção visuoespacial, em 60 provas a conjunção era idêntica entre conteúdo memorizado e teste, em 30 provas ocorria uma mudança na dimensão espacial e em 30 provas a mudança ocorria na dimensão visual. Em todas as provas mencionadas, metade delas o ruído visual dinâmico não estava presente, e na outra metade ele foi apresentado no intervalo de retenção.

Figura 9. Exemplo de tarefa visual (A), tarefa espacial (B) e tarefa visuoespacial, onde poderia mudar a cor ou a posição (C), foram utilizados no experimento 3.

10. Resultados

10.1 Reconhecimento corrigido

Nas tarefas isoladas, o reconhecimento corrigido foi calculado através da diferença entre acertos e falso alarmes. Na tarefa de conjunção o reconhecimento corrigido foi calculado através da diferença entre acertos e falso alarme nas provas em que a dimensão visual era diferente (e a espacial igual), ou a dimensão espacial era diferente (e a visual igual), dessa forma a análise de variância realizada levou em conta o tipo de tarefa (isolada, conjunção), tipo de estímulo (visual, espacial) e a presença de RVD (presente, ausente).

Os resultados mostraram, de maneira geral, houve diferença entre a tarefa isoladas ($M=68\%$, $EPM=4\%$) e a tarefa de conjunção ($M=56\%$, $EPM=5\%$) [$F(1,17)=13,78$; $p<0,002$; $\eta^2_p=0,45$]. Além disso, houve um melhor desempenho para a tarefa sem o ruído ($M=65\%$, $EPM=4\%$) do que para a tarefa com o RVD ($M=59\%$, $EPM=5\%$) [$F(1,17)=7,52$; $p<0,014$; $\eta^2_p=0,30$]. Por fim, podemos observar que houve uma interação entre as provas espaciais e visuais com a condição controle e RVD [$F(1,17)=6,62$; $p<0,02$; $\eta^2_p=0,28$], mostrando que nas tarefas visuais, o RVD ($M=54\%$, $EPM=4\%$) afetou o desempenho do participante em relação

as tarefas controle (M=64%, EPM=4%) ($p=0,001$), mas na tarefa espacial não houve diferença entre a condição controle e o RVD ($p=0,53$).

Para as tarefas visuais e espaciais com características isoladas, aonde não havia a conjunção, podemos observar que houve uma interação entre as tarefas espaciais e visuais com a condição controle e RVD [$F(1,17)=6,69$; $p< 0,02$; $\eta^2_p=0,28$]. Podemos observar que apenas para a tarefa isolada visual com o RVD (M=62%, EPM=3%) teve efeito em relação à tarefa sem ruído (M=71%, EPM=3%) ($p=0,03$).

Para a tarefa com a conjunção visuoespacial houve uma diferença entre as condições sem ruído (controle) (M=60%, EPM=4%) e com ruído (RVD) (M=51%, EPM=5%) [$F(1,17)=13,63$; $p= 0,001$; $\eta^2_p=0,45$], mas não houve uma interação entre a prova principal e a secundária [$F(1,17)=0,53$; $p= 0,48$; $\eta^2_p=0,03$].

Figura 10. Reconhecimento corrigido nas tarefas principais visuais, espaciais e visuo-espacial.

10.2 Tempo de reação

A mesma ANOVA aplicada aos tempos de reação revelou que, de maneira geral, na condição com o DVN (M=1139ms, EPM =73ms) os participantes foram mais lentos para responder do que na condição sem o DVN (M=1069ms, EPM =73ms) [$F(1,17)=9,39$; $p=0,007$; $\eta^2_p=0,35$].

11. Discussão

No terceiro experimento a memória para as informações visuais e espaciais foram estudadas comparando tarefas de memória para as características isoladas e integradas, mediante a interferência do ruído visual dinâmico. Nas provas isoladas o RVD afetou somente

as tarefas visuais, confirmando o resultado obtido por Dent (2010). Segundo (Quinn 2012), a imagem visual é armazenada no visual buffer e sofre interferência do RVD. Entretanto, o RVD não interfere na codificação e manutenção da informação espacial porque este conteúdo não é processado pelo mesmo sistema do conteúdo visual. Na tarefa de conjunção visuoespacial houve uma diferença entre as condições sem ruído (controle) e RVD, mas não houve uma interação entre a prova principal e a secundária, ou seja, o efeito do ruído na tarefa de conjunção quando o espacial mudava foi semelhante ao efeito de interferência na conjunção quando o visual mudava entre conteúdo memorizado e teste. Os resultados sobre a integração de informações são interpretados segundo o modelo dos multicomponentes da memória como evidências de que existe um sistema separado, designado a armazenar a informação multimodal. Para Baddeley, Allen e Hitch (2011), o *buffer* episódico seria responsável pela integração de informações dos objetos.

12. Discussão Geral

Neste estudo investigamos o desempenho da memória para as informações visuais e espaciais armazenadas isoladamente e de forma integrada, utilizando o ruído visual dinâmico como interferência no registro destas informações. De modo geral, verificamos que, quando as informações são armazenadas isoladamente, o ruído visual dinâmico afeta a memória visual, e não prejudica a memória espacial. Quando as informações são mantidas de maneira integrada, há um prejuízo geral no desempenho quando o ruído está presente.

Os dados do estudo indicam que as informações visuais e espaciais são armazenadas diferentemente quando estão isoladas ou integradas. Nos experimentos 2 e 3 verificamos que quando as informações são apresentadas isoladamente os armazenadores específicos mantêm as informações, ou seja, um subsistema visual retém a cor e um subsistema espacial registra a localização espacial. Estas evidências advêm da interferência seletiva do RVD na memória visual. Esta é uma conclusão favorável ao modelo dos multicomponentes da memória de trabalho (Baddeley et al., 2011), que supõe a existência de um sistema visual separado do espacial (Logie & Marchetti, 1991; Treisman & Zhang, 2006). Porque são separados, eles são vulneráveis a diferentes interferências.

Supõe-se que a interferência seletiva do ruído na memória visual foi obtida porque o estímulo visual (tons de cor) era de natureza complexa, necessitando, por isto, ser mantido na consciência para ser recuperado. Outros estudos também encontraram resultado semelhante, como mostrado por Dent (2010) na avaliação da memória para tons de cores, por Darling et al. (2009) no estudo sobre a memória para forma de letras e no estudo de McConnell e Quinn (2004), que demonstraram que a memória para um estímulo complexo (tamanho de círculos) também sofreu interferência do ruído visual dinâmico. A natureza do estímulo pode explicar por que o ruído afeta a memória para tons de cores (Dent, 2010), formas de letras (Darling et al., 2009) e tamanhos de círculos (McConnell & Quinn, 2004) e não afetou, padrões de matriz estática, padrões de matriz sequencial e sequência de caracteres chineses (Andrade et al., 2002). Nestes casos, o RVD pode não ter prejudicado a memória porque para ser recuperada, esta informação não necessitou ser mantida na consciência, e por isto, não foi afetada pelo RVD.

A interferência do RVD na memória visual sugere que o sistema encarregado deste tipo de armazenamento seria o visual buffer. Este sistema seria acessado diretamente pela percepção, e sofreria, portanto, interferências como as ocasionadas pelo RVD (Quinn, 2012).

Segundo McConnell e Quinn, (2004) o RVD age diretamente nos mecanismos dos processos sensoriais afetando o visual buffer quando o estímulo visual requer uma recordação precisa.

O efeito seletivo do RVD sobre as informações visuais quando estudadas isoladamente, levou a suposição de que o efeito do ruído seria diferente quando esta informação estivesse integrada à informação espacial. No experimento 3, quando as informações visuais e espaciais deveriam ser integradas, é formado um objeto único que é vulnerável à interferências externas, como as ocasionadas pelo RVD. Esta conclusão advém do resultado de que houve uma diferença entre as condições sem ruído (controle) e RVD, mas não houve uma interação entre a prova principal e a secundária, ou seja, o efeito do ruído na tarefa de conjunção quando o espacial mudava foi semelhante ao efeito de interferência na conjunção quando o visual mudava entre conteúdo memorizado e teste. Morey (2009) também obteve resultados semelhantes, mostrando que a rejeição correta de novas localizações foi afetada por uma interferência de modalidade verbal na conjunção verbal-espacial. Em paralelo com os dados obtidos por Morey (2009), supõe-se que a representação visuoespacial seja armazenada em um componente à parte dos subcomponentes específicos de armazenamento. Desta forma, quando um objeto é armazenado sua localização é mantida como parte da estrutura do objeto e não armazenada de forma separada.

Segundo Treisman e Zhang (2006) a integração entre a característica e sua localização torna-se possível se o foco da atenção é direcionado à localização preenchida pelo estímulo, o que forma objetos que são pelo menos inicialmente integrados à sua localização atual.

Para Baddeley (2007) esta representação integrada seria mantida no buffer episódico, que seria essencialmente passivo, análogo à tela de um computador, capaz de manter um número limitado de blocos, que são disponíveis para a consciência. O buffer episódico pode ser alimentado a partir dos subsistemas de memória de trabalho, a partir de memória de longo prazo ou através da percepção.

No modelo sugerido por Quinn (2012), é possível que esta imagem visual integrada tenha sido armazenada no visual buffer e que, por isto, tenha sofrido interferência do RVD. O visual buffer é um componente de manutenção separado e independente na memória de trabalho. Assim, o visual buffer seria a estrutura que contém a imagem visualmente gerada armazenada na consciência visual, sendo diretamente suscetível às interferências externas, como por exemplo o RVD.

Apesar das evidências dos experimentos sustentarem as conclusões sobre as diferenças entre o armazenamento isolado e integrado na memória, bem como os efeitos de

interferência do ruído, é possível que algumas explicações alternativas sejam consideradas. No experimento 1, diferente do que esperávamos, o ruído afetou da mesma maneira as tarefas visual e espacial. Este resultado pode ser justificado pelo modo como a informação espacial foi codificada e armazenada na memória. Supõe-se que a tarefa espacial pode ter sido armazenada na memória visual, pois os quatro pontos apresentados simultaneamente poderiam induzir a formação de uma representação visual única, assim como sugere Jiang, Olson e Chun (2000). A adequação dos parâmetros da tarefa espacial no experimento 2 foram suficientes para que o resultado da interferência seletiva fosse obtido. O RVD afetou a memória visual e não espacial, corroborando assim as conclusões de Quinn e McConnell, (1996); Logie, (2009); Dent, (2010).

Para verificar a validade dos resultados obtidos no experimento 2, os parâmetros da tarefa espacial foram refinados no experimento 3 para que durante a apresentação dos estímulos fosse estabelecida alguma relação espacial entre eles, garantindo assim, que eles fossem identificados em termos de localizações no espaço (Logie, 2011). Neste experimento o desempenho da memória foi comparado para as informações visuais e espaciais armazenadas isoladamente com a memória para a conjunção visuoespacial. Os resultados do experimento 2 foram replicados, ou seja, quando a informação isolada deveria ser mantida, o RVD afetou apenas o conteúdo visual.

O RVD mostrou ser uma técnica robusta, que interfere na memória visual para tonalidades de cores, porém, não interfere na codificação e manutenção da informação espacial. A informação visuoespacial integrada sofreu interferência do RVD, mostrando que existe uma integração da informação visual e espacial, assim, acredita-se que é formada uma imagem visual do conteúdo integrado da integração visual-espacial, e que esta é mantida na consciência, sofrendo interferência do RVD.

13. Referências¹

- Allen, R., Baddeley, A., & Hitch, G. (2006). Is the binding of visual features in working memory resource-demanding? *Journal of experimental psychology: General*, 135, 298-313.
- Andrade, J.; Kemps, E.; Werniers, Y.; May, J. & Szmalec, A. (2002) Insensitivity of visual short-term memory to irrelevant visual information. *The Quarterly Journal of Experimental Psychology*, 55(3), 753-774.
- Avons, S. E. & Sestieri, C. (2005) Dynamic visual noise: No interference with visual short-term memory or the construction of visual images. *European Journal of Cognitive Psychology*, 17(3), 405-424.
- Baddeley, A.D. (2007). Working memory, thought, and action. Oxford: Clarendon.
- Baddeley, A., Hitch, G. J., & Allen R. (2009). Working memory and binding in sentence recall. *Journal of Memory and Language*, 61, 438–456.
- Baddeley, A. (2010). Working memory. *Current Biology*, 20(4), 136-140.
- Baddeley A. D., Allen R. J., Hitch G. J. (2011). Binding in visual working memory: The role of the episodic buffer. *Neuropsychologia*, 49, 1393–1400.
- Darling, S., Della Sala, S., & Logie, R. H. (2009). Dissociation between appearance and location within visuo-spatial working memory. *The Quarterly Journal of Experimental Psychology*, 62(3), 417-425.
- Dent, K., (2010). Dynamic visual noise affects visual short-term memory for surface color, but not spatial location. *Experimental Psychology*, 57(1), 17-26.
- Finke, K., Bublak, P., Neugebauer, U., & Zihl, J. (2005). Combined processing of what and where information within the visuospatial scratchpad. *European Journal of Cognitive Psychology*, 17, 1 – 22.
- Jiang, Y., Olson, I.R., & Chun, M.M. (2000). Organization of visual short-term memory. *Journal of Experimental Psychology: Learning, Memory, and Cognition*, 26, 683-702.

¹ De acordo com o estilo APA – American Psychological Association

- Logie, R.H. & Marchetti, C. (1991). Visuo-spatial working memory: Visual, spatial, or central executive? In Logie, R.H. & Denis, M. (Eds.) *Mental Images in Human Cognition*, (pp 105-115). Elsevier.
- Logie, R.H., Salla S. D.(2003). Working memory as a mental workspace: Why activated long-term memory is not enough. *Behavioral Brain Science* 26, pp.745-746.
- Logie, R. H. (2011). The functional organization and capacity limits of working memory. *Current Directions in Psychological Science*, 20, 240–245.
- Logie, H.R. (2011) The visual and the spatial of a multicomponent working memory spatial working memory André Vandierendonck & Arnaud Szmalec (Eds) *Spatial Working Memory* pp 19-45 Hove: Psychology Press.
- McConnell, J., Quinn, J.G. (2004) Cognitive mechanisms of visual memories and visual images. *Imagination Cognition and Personality* 23:201–207
- Morey, C.C. (2009) Integrated cross-domain object storage in working memory: Evidence from a verbal-spatial memory task. *The Quarterly Journal of Experimental Psychology*, 62, pp. 2235–2251.
- Quinn, J.G. & McConnell. J (1996). Irrelevant pictures in visual working memory. *Quarterly Journal of Experimental Psychology*, 49A, 200-215.
- Quinn, J.G. & McConnell. J (1999) Manipulation of interference in the passive visual store. *European Journal of Cognitive Psychology*, 11, 373-389.
- Quinn, J. G. (2012) Theories and Debate in Visuo-spatial Working Memory: the Questions of Access and Rehearsal. In V.Gyselinck & F. Pazzaglia (Eds). *From Mental Imagery to Spatial Cognition and Language*. 106-140 Hove: Psychology Press.
- Sala, S,D, Gray, C., Baddeley, A.D., Allamano, N. & Wilson, L. (1999). Pattern span: a tool for unwinding visuo-spatial memory. *Neuropsychologia*, 37, 1189-1199.
- Schneider, W., Eschman, A., & Zuccolotto, A. (2002). *E-Prime reference Guide*. Pittsburgh: Psychology Software Tools Inc.

Treisman, A., & Zhang, W.(2006). Location and Binding in Visual Working.

Anexos

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

1. Termo de Consentimento Livre e Esclarecido

TERMO DE CONSENTIMENTO LIVRE E ESCLARECIDO

Título do estudo: A integração da informação visual e espacial na memória de trabalho: evidências baseadas no efeito do ruído visual dinâmico.

Pesquisadora: Mariana Sant'Anna Pereira Endereço: Rua Professor Romário Gouveia, 337 Bairro: Nova Jaboticabal, Jaboticabal-SP, CEP: 14890-010. Telefone: (16)3202-7039, E-mail: marysant23@yahoo.com.br

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

Bandeirantes, 3900, CEP 14040-901 - Bairro Monte Alegre. bloco 6.

1) Eu, pesquisadora, estou lhe convidando a participar deste estudo sobre memória de trabalho, cujo objetivo é investigar a integração da informação visual e espacial na memória de trabalho. O estudo não lhe fornecerá nenhum benefício direto, mas os dados obtidos podem ser úteis para contribuir com o conhecimento que esta pesquisa procura esclarecer.

2) O procedimento será sentar-se em frente à tela de um monitor por aproximadamente 30 minutos e realizar uma tarefa de reconhecimento de estímulos visuais que serão apresentados na tela. Caso você concorde em participar, sua tarefa será julgar em cada prova se o estímulo-teste (visual) foi apresentado previamente. Sua resposta será dada no teclado do computador e as respostas corretas e erradas, bem como o tempo gasto em cada prova, serão registrados para análise.

3) O 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.

4) Informamos que sua privacidade será respeitada, ou seja, seu nome ou qualquer outro dado ou elemento que possa, de qualquer forma, lhe identificar, será mantido em sigilo.

5) Você também pode se recusar a participar do estudo, ou retirar seu consentimento a qualquer momento, sem precisar justificar e não sofrerá qualquer penalização.

6) Você poderá ser esclarecido sobre a pesquisa em qualquer aspecto e momento que desejar.

7) O estudo não oferece quaisquer riscos a sua saúde física ou mental.

8) 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 pelos pesquisadores.

Nome: _____

Assinatura: _____ Data: ____/____/____

Endereço: _____

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

Nome do Pesquisador: _____ Assinatura: _____

2. Protocolo de aprovação do projeto de pesquisa pelo Comitê de Ética e Pesquisa da Faculdade de Filosofia Ciências e Letras de Ribeirão Preto – Universidade de São Paulo.

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

Of.CEtP/FFCLRP-USP.19.2010-18/5/2010

Senhor(a) Pesquisador(a):

Comunicamos a V. Sa. que o trabalho intitulado "A integração da informação visual e espacial na memória de trabalho: evidências baseadas no efeito do ruído visual dinâmico", foi analisado pelo Comitê de Ética em Pesquisa da FFCLRP-USP, e, enquadrado na categoria: **APROVADO**, de acordo com o Processo CEP-FFCLRP nº 488/2010 – 2010.1.454.59.3

Atenciosamente,

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

Ilustríssima Senhora
Mariana Sant'Anna Pereira – aluna do Programa de PG em Psicobiologia

c.c.: Prof. Dr. César Alexis Galéra
Docente do Departamento de Psicologia e Educação
Desta FFCLRP-USP