UNIVERSIDADE DE SÃO PAULO
Faculdade de Filosofia, Ciências e Letras de Ribeirão Preto – FFCLRP
Departamento de Psicologia - Programa de pós-graduação em Psicobiologia

Rafael Vasques

A estrutura da memória de trabalho visual: evidências baseadas no efeito do ruído visual
dinâmico.

Ribeirão Preto – SP
2014

Rafael Vasques

A estrutura da memória de trabalho visual: evidências baseadas no efeito do ruído visual dinâmico.

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

Área: Psicobiologia.

Orientador: César Galera

Ribeirão Preto – SP

2014

Autorizo a reprodução e divulgação total ou parcial desta dissertação para fins de pesquisa e estudo, desde que citada a fonte.

FICHA CATALOGRÁFICA

Vasques, Rafael.

A estrutura da memória de trabalho visual: evidências baseadas no efeito do ruído visual dinâmico. Ribeirão Preto, 2014.

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

Orientador: Prof. Dr. César Galera

1. Memória visual
2. Ruído visual dinâmico
3. Visual buffer

FOLHA DE APROVAÇÃO

Rafael Vasques

A estrutura da memória de trabalho visual: evidências baseadas no efeito do ruído visual dinâmico.

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

Área: Psicobiologia.

Aprovado em: ____/____/____

Banca examinadora:

Prof. Dr. César Galera (Orientador)

Instituição: FFCLRP – Universidade de São Paulo

Assinatura: _____

Professor: _____

Instituição: _____

Assinatura: _____

Professor: _____

Instituição: _____

Assinatura: _____

Agradecimentos

Começo agradecendo ao professor César Galera por me aceitar no laboratório, pela orientação e dedicação (5 anos) ao meu desenvolvimento. Mas muito mais que isso, agradeço pela inspiração e por mudar minha vida profissional, foi a partir do trabalho com ele que decidi pela carreira acadêmica.

Houve também, desde o início do meu trabalho de pesquisa, o apoio do Ricardo Basso Garcia, agradeço por sempre acompanhar e auxiliar meu desenvolvimento. Também agradeço aos colegas de laboratório pelas discussões e pelo ambiente fraterno e estimulante: Danila, Hugo, Jeanny, Juliana, Karla, Livia, Mariana, Mikael e Paola.

Recorri diversas vezes ao auxílio do Igor, técnico do laboratório, e da Renata, secretária do programa. Assim, deixo também meu agradecimento a eles e aos funcionários que direta ou indiretamente contribuem para o funcionamento do programa de pós-graduação.

Impossível pensar em qualquer realização sem o apoio da família, portanto agradeço aos meus pais, Paulo e Rita; à minha irmã, Vanessa; às minhas tias, Francisca, Auristela, Mariana e Aparecida; à minha avó Noêmia e ao meu avô Miguel; às duas recém chegadas, minhas sobrinhas Priscila e Melissa; e a todos os meus familiares.

Sem dúvida, grande parte de nossa formação intelectual e pessoal se deve também aos amigos. Então agradeço a todos eles: André, Bruno, (professor) Bernardino, Maria Cláudia, Matheus, Rafael, Roberto, Rui, Thiago, Wender e os que esqueci de mencionar.

Também agradeço ao professor Sílvio Morato que contribuiu para a minha formação intelectual me ensinando muito e, indiretamente, contribuiu para a minha formação profissional dividindo sua experiência.

Um agradecimento muito especial a minha amiga e esposa Geovana, que está sempre ao meu lado e a quem dedico este trabalho.

Sem o auxílio financeiro do CNPq e da FAPESP este trabalho não seria possível.

Resumo

Vasques, R. **A estrutura da memória de trabalho visual: evidências baseadas no efeito do ruído visual dinâmico.** 2014. Dissertação (Mestrado) – Faculdade de Filosofia, Ciências e Letras de Ribeirão Preto, Universidade de São Paulo, Ribeirão Preto, 2014.

O modelo de memória visuoespacial de Logie integra de forma coerente uma grande quantidade de dados experimentais, contudo tem dificuldades em explicar os efeitos de informações visuais irrelevantes, tal como o Ruído Visual Dinâmico (RVD). O RVD interfere em memórias criadas a partir de imagens mentais, mas tem efeito menos consistente nas tarefas de memória visual. Uma das suposições para a ausência do efeito do RVD em tarefas de memória visual é que os estímulos visuais são codificados inicialmente, por um curto intervalo de tempo, em uma memória visual pré-semântica e, em seguida, armazenados em uma memória semântica mais estável, não acessível à informação visual irrelevante. Neste estudo avaliamos o efeito do RVD sobre o desempenho em tarefas de memória com estímulos com diferentes níveis de nomeabilidade. Nossa suposição era que estímulos mais facilmente nomeáveis seriam mais rapidamente codificados em termos semânticos, e portanto ficariam menos tempo expostos aos efeitos do RVD. Matrizes do *Visual Patterns Test*, classificadas em função da nomeabilidade, foram utilizadas como estímulos em tarefas de memória de reconhecimento (Exp. 1), de recordação (Exp. 2) e de recordação baseada em dicas verbais (Exp.3). O efeito do RVD foi contrastado com o efeito de um Ruído Visual Estático (RVE) no Exp. 1 e com uma situação sem ruído nos Exp. 2 e 3. A carga de memória, estimada pela complexidade das matrizes memorizadas, foi manipulada nos Exps. 1 e 2. No Exp. 1 o RVD prejudica o desempenho apenas dos estímulos de baixa nomeabilidade. No Exp. 2 a presença do ruído é mais prejudicial nas provas com estímulo de baixa nomeabilidade, sendo que o desempenho é o mesmo nas provas com RVD e com o RVE. A interação entre o tipo de interferência e a carga de memória mostra que a presença do ruído interfere mais nas provas com maior carga de memória. No experimento 3, a recordação baseada em dicas não foi afetada pela presença da interferência visual. Nossos resultados sugerem, em termos metodológicos, que as técnicas de interferência visual irrelevante, tanto o RVD como o RVE, embora úteis no estudo da memória visuoespacial, apresentam algumas questões que permanecem por serem melhor determinadas, assim como o papel da nomeabilidade dos estímulos visuais. Em termos da estrutura da memória de trabalho visuoespacial nossos resultados sugerem a necessidade de um componente no qual estímulos visuais são codificados em uma memória visual pré-semântica acessível a estímulos do ambiente, portanto a necessidade de um *visual buffer*.

Palavras-chave: memória visual, ruído visual dinâmico, ruído visual estático, *visual buffer*.

Abstract

Vasques, R. **The structure of visual working memory: evidences based on dynamic visual noise effect.** 2014. Dissertação (Mestrado) – Faculdade de Filosofia, Ciências e Letras de Ribeirão Preto, Universidade de São Paulo, Ribeirão Preto, 2014.

Logie's visuospatial memory model coherently integrates a large amount of experimental data, however, it has difficulties explaining the effects of irrelevant visual information, such as Dynamic Visual Noise (DVN). DVN interferes with memories created from mental images, but has less consistent effects on visual memory tasks. One assumption for the lack of DVN effect on visual memory is that the visual stimuli are initially coded, for a short time, at a pre-semantic visual memory and then stored in a semantic memory more stable, not accessible to irrelevant visual information. We evaluated DVN effect on performance in memory tasks using stimuli with different nameability levels. Our assumption was that most readily nameable stimuli would be faster encoded in semantic terms, and therefore would be less time exposed to the DVN effects. Visual Patterns Test matrices, classified according to nameability, were used as stimuli in recognition (Exp. 1), recall (Exp. 2) and recall based on verbal cues (Exp.3) memory tasks. DVN effect was contrasted with Static Visual Noise (SVN) effect in Exp. 1 and to a situation without noise in Exps. 2 and 3. Memory load, estimated by the complexity of stored matrices, was manipulated in Exps. 1 and 2. In Exp. 1 DVN impairs performance only with low nameability stimuli. At Exp. 2 the noise is more damaging with low nameability stimulus and the performance is the same in trials with DVN and SVN. The interaction between interference type and memory load shows that the noise interferes more in trials with greater memory load. Our results suggest, in methodological terms, that irrelevant visual interference techniques, both DVN and SVN, although useful in visuospatial memory study, have some issues that remain to be better determined, as well as the role of visual stimuli nameability. In terms of visuospatial working memory structure our results suggest the need for a component in which visual stimuli are encoded in a pre-semantic visual memory accessible to environmental stimuli, thus the need for a visual buffer.

Keywords: visual memory, dynamic visual noise, static visual noise, visual buffer.

Sumário

1. Introdução	8
2. Experimento 1	13
2.1. Método	13
2.1.1. Participantes	13
2.1.2. Materiais e Estímulos	14
2.1.3. Procedimento	14
2.2. Resultados	15
2.3. Discussão	16
3. Experimento 2	18
3.1. Método	18
3.1.1. Participantes	18
3.1.2. Materiais e Estímulos	19
3.1.3. Procedimento	19
3.2. Resultados	20
3.3. Discussão	23
4. Experimento 3	26
4.1. Método	26
4.1.1. Participantes	26
4.1.2. Materiais e Estímulos	26
4.1.3. Procedimento	27
4.2. Resultados	28
4.3. Discussão	29
5. Discussão geral e conclusão	31
Referências	34
ANEXOS	38
Anexo A – Termo de consentimento livre e esclarecido	39
Anexo B – Parecer do Comitê de Ética em Pesquisa da FFCLRP	40

1. Introdução

O modelo mais influente da memória visuoespacial, o de Logie (1995), é formado por um armazenador visual passivo (*visual cache*) e um armazenador espacial ativo (*inner scribe*). O *visual cache* é responsável por armazenar o conteúdo visual, o *inner scribe* pela recitação do material contido no armazenador visual passivo e pelo armazenamento de sequências de movimentos dirigidas a posições específicas no espaço, tal como exigidas na tarefa de blocos de Corsi. Além destes dois componentes há o executivo central, responsável por controlar recursos da atenção, e o *episodic buffer*, que é um armazenador temporário de representações integradas podendo conter informações fonológicas, espaciais e/ou visuais, portanto um armazenador multidimensional. Neste modelo, o conteúdo de qualquer um dos sistemas de memória é uma ativação de uma representação da memória de longo prazo que primeiramente chega ao *episodic buffer* e em seguida, com uso de recursos atencionais, é armazenada no *visual cache* (Logie, 2011).

Este modelo de memória visuoespacial tem sido criticado, tanto por suas características internas (Pearson, 2001; Quinn, 2008, 2012) como pelas dificuldades que estas características trazem quando se trata do desenvolvimento recente do modelo de memória de trabalho (Baddeley, 2000, 2012). Um dos problemas refere-se à manutenção de traços visuais por um processo de natureza espacial, um aspecto fundamental do modelo que ainda não foi suficientemente detalhado por Logie (1995, 2011). De acordo com Annett (1995), há um problema de lógica nesse mecanismo porque representações visuais mantidas por processos espaciais necessitariam de uma interlíngua para mediar a comunicação entre esses subsistemas. Além disso, evidências apontam que tarefas espaciais concorrentes não causam prejuízo na manutenção de informações visuais, assim como tarefas visuais não interferem na memorização de informações espaciais, sugerindo não haver a recitação espacial de conteúdos visuais (Repovs & Baddeley, 2006).

Outra questão importante no modelo de Logie (1995, 2011) é a suposição de que a informação sensorial não tem acesso direto ao armazenador passivo, portanto seu conteúdo sempre seria de informações interpretadas semanticamente e controladas por funções executivas. A informação ambiental teria acesso ao *visual cache* apenas após ter sido interpretada com base no conhecimento de longo prazo, o que torna o *visual cache* um sistema semântico e o descaracteriza como um armazenador visual.

Embora a suposição de acesso indireto ao *visual cache* tenha sido reforçada pela inclusão de dados neurofisiológicos (Beschín, Cocchini, Della Sala, & Logie, 1997; Logie, 2003), esta é uma suposição difícil de sustentar (Baddeley, 2007). De acordo com Quinn (2012), as várias evidências experimentais existentes sugerem acesso direto à memória visual (Dean, Dewhurst, & Whittaker, 2008; Dent, 2010; McConnell & Quinn, 2000, 2004; Quinn & McConnell, 1996, 2006). Esses autores utilizaram a técnica de Ruído Visual Dinâmico (RVD) como uma técnica de interferência na memória visual e encontraram resultados que mostram um efeito prejudicial do RVD sobre informações visuais, sugerindo que este ruído, sem conteúdo semântico, interfere na memória visual, de forma equivalente ao efeito da fala irrelevante sobre a memória fonológica (Salamé & Baddeley, 1982).

O RVD consiste de um padrão de pontos pretos e brancos que alternam de cor de forma aleatória e contínua, como a tela de uma TV fora de sintonia. Considera-se que sua característica dinâmica e aleatória minimiza a possibilidade de análise semântica e o risco de que a atenção seja atraída para pontos específicos da tela durante sua apresentação (Quinn & McConnell, 1996). No estudo de Quinn e McConnell (1996), por exemplo, os participantes deveriam memorizar listas de palavras segundo uma estratégia fonológica (simples recitação das palavras) ou segundo uma estratégia visual em que cada palavra deveria ser associada a uma imagem mental, uma técnica mnemônica conhecida como *pegword*. O RVD afetou o desempenho dos participantes quando utilizaram o *pegword*, mas não afetou na estratégia fonológica. Tal resultado não é previsto pelo modelo de Logie (1995), uma vez que as imagens mentais criadas pelo *pegword* estariam armazenadas no *visual cache*, componente que seria afetado somente por estímulos que ativam representações de longo prazo. Como o RVD não é codificado semanticamente, porque não define formas associadas com memória de longo prazo, seu efeito aponta a necessidade de acesso direto a algum armazenador visual dentro da memória de trabalho.

O efeito do RVD foi replicado em vários estudos que envolviam tarefas de memória baseadas na geração de imagens visuais (Andrade, Kemps, Werniers, May, & Szmalec, 2002; McConnell & Quinn, 2000; Quinn & McConnell, 1996, 1999, 2006). No entanto, estudos que utilizam tarefas de memória baseadas em estímulos visuais parecem não ser sensíveis ao RVD (Andrade et al., 2002; Avons & Sestieri, 2005; Zimmer & Speiser, 2002). Segundo Logie (2003), o RVD não estaria interferindo nos conteúdos do *visual cache*, mas em funções executivas responsáveis por gerar as imagens mentais. Porém, mesmo nesse caso, o RVD não causaria interferências na imagem mental, pois ela estaria armazenada no *visual cache* (Quinn, 2012), o único armazenador visual do modelo de Logie (1995).

Em suma, a questão que se coloca é da existência de um armazenador visual com seu conteúdo não interpretado semanticamente. Quinn (2008) sugeriu que este armazenador seria o equivalente ao *visual buffer* proposto no modelo de processamento visual e de imaginação mental de Kosslyn (1994). Tal modelo é composto por um componente que processa imagens visuais conscientes – o *visual buffer* – e um sistema de representações visuais de longo prazo com informações suficientes para reconstruir imagens mentais, mas que armazena a informação visual em representações mais abstratas que não contém a topografia das imagens – o *Pattern Activation System* (PAS). Quinn (2008, 2012) aponta a semelhança do PAS com o *visual cache* de Logie (1995) e coloca o *visual cache*/PAS dentro da memória episódica de longo prazo, armazenando informações que foram processadas em nível semântico. Já o *visual buffer* é um armazenador de curto prazo que recebe informações externas (como o RVD) e também pode receber informações contidas no *visual cache* durante o processamento de informações.

Portanto, ao longo do processamento de informações nesse sistema, a informação do ambiente tem acesso direto ao *visual buffer*, onde pode ser manipulada e está sujeita à influência do RVD. Após ativar representações de longo prazo, a informação passa ao *visual cache*, onde não está mais sujeita ao RVD até que seja trazida à atenção consciente, na recuperação. De fato, Quinn e McConnell (2006) mostraram que o RVD prejudica a memorização durante a codificação e a recuperação – fases em que a informação estaria armazenada no *visual buffer* - mas não na retenção – fase em que estaria armazenada no *visual cache*. Nesse contexto, a proposta de Quinn (2008) não somente procura explicar a ocorrência ou não da interferência visual, como também fornece um modelo que pode ser empiricamente testado.

Como toda informação interpretada semanticamente é armazenada no *visual cache*, quanto mais fácil for a associação da informação com a memória de longo prazo mais rápida será a passagem do *visual buffer* para o *visual cache*. Então, estímulos com maior associação com a memória de longo prazo permaneceriam menos tempo no *visual buffer* e seriam, portanto, menos vulneráveis ao efeito do RVD. Esta hipótese pode ser aplicada aos estímulos de Brown, Forbes e McConnell (2006), que avaliaram o grau de associação semântica dos estímulos do *Visual Patterns Test* (VPT) (Della Sala, Baddeley, Gray, & Wilson, 1997).

O VPT é composto por matrizes de diversas dimensões com metade das células aleatoriamente preenchidas de preto e a outra metade de branco, formando padrões abstratos com menor possibilidade de ativar representações de longo prazo. O nível de complexidade do teste aumenta gradualmente em função do tamanho da matriz e do número de células,

iniciando com o mínimo de 2 x 2 células e chegando ao máximo de 5 x 6 células, sempre com aumento de 2 células a cada nível (Della Sala et al., 1997).

Embora se considere que os estímulos do VPT, devido a seus padrões abstratos, sejam de difícil codificação verbal (Della Sala et al., 1997; Della Sala, Gray, Baddeley, Allamano, & Wilson, 1999), algum nível de codificação verbal sempre é possível. Por exemplo, algumas das matrizes utilizadas por Avons e Phillips (1987), semelhantes àquelas do VPT, formavam padrões mais familiares, assemelhando-se a letras (e.g. “L”, “C”, “T”), símbolos (e.g. cruz) ou padrões (e.g. xadrez, diagonal). E, como mostraram Brown, Forbes e McConnell (2006), isso também é verdade para o VPT.

Brown, Forbes e McConnell (2006) instruíram seus participantes a identificar verbalmente os estímulos do VPT dando nomes ou rótulos que descrevessem as formas de cada padrão apresentado. Os resultados obtidos mostraram que os padrões do VPT podem ser divididos em padrões mais difíceis de serem nomeados (baixa nomeabilidade - BN), e em padrões mais facilmente nomeáveis (alta nomeabilidade - AN). Ou seja, os estímulos classificados como AV são mais facilmente codificados por serem mais propensos a ativar representações contidas na memória de longo prazo. De fato, esses autores testaram os dois grupos de estímulos com outros participantes e verificaram que com os estímulos AV a memorização era melhor, sugerindo que a maior influência da memória de longo prazo permitiu melhor desempenho dos participantes.

Conforme Quinn (2008), consideramos, que os padrões do VPT mais facilmente nomeáveis (AV) permanecem menos tempo no *visual buffer* antes de serem transferidos para um sistema semântico, como o *visual cache*, e, portanto, estariam menos susceptíveis ao RVD, mas os estímulos mais difíceis de serem nomeados (BV) permaneceriam mais tempo no *visual buffer* e estariam mais propensos a sofrerem interferências vindas do ambiente, tais como o RVD.

Essa questão foi investigada por Orme (2009), que utilizou matrizes divididas em função da nomeabilidade, em um procedimento semelhante ao de Brown, Forbes e McConnell (2006). Seus resultados apontaram para um efeito do RVD na memória para estímulos de baixa nomeabilidade, mas não para os de alta nomeabilidade, trazendo assim evidências favoráveis ao modelo de Quinn (2008). No procedimento de Orme (2009), o efeito do RVD ocorre no intervalo de manutenção, o que não é previsto pelo modelo, pois nessa fase as informações estariam no *visual cache* e não deveriam sofrer interferências. Contudo, devemos considerar que a separação entre codificação e manutenção não é clara ou fácil de ser delimitada e pode ser que o tempo de codificação varie conforme a complexidade do

estímulo. Ou seja, podemos supor que no estudo de Orme (2009) o processo de codificação de estímulos mais complexos ainda não tivesse terminado quando o RVD foi apresentado.

Considerarmos que a codificação no modelo de Quinn (2008) é a passagem de um primeiro estágio em que a informação estaria no *visual buffer* para um segundo em que estaria no *visual cache*. Quando termina a codificação dos estímulos, ou seja a passagem de informações para o *visual cache*? Apesar da dificuldade de responder precisamente essa questão, podemos supor que os estímulos de alta nomeabilidade passem mais rápido para o *visual cache*, e os de baixa nomeabilidade fiquem mais tempo no *visual buffer*.

Essa questão pode estar na base de dados conflitantes observados na literatura. Por exemplo, no procedimento de Avons e Sestieri (2005), a apresentação da matriz era seguida por um intervalo de 500 milissegundos antes do início do RVD, que não interferiu na memorização dos estímulos. Possivelmente, o intervalo permitiu a codificação semântica dos estímulos, que uma vez no *visual cache*, já não seriam afetados pelo RVD. Resultados análogos foram obtidos por Borst, Ganis, Thompson e Kosslyn (2012) em uma tarefa de reconhecimento de característica de letras. O RVD apresentado 10 milissegundos após o *offset* do estímulo causou prejuízo no desempenho, mas quando apresentado após 500 milissegundos o RVD não teve efeito.

Assim, neste estudo procuramos desenvolver protocolos experimentais que permitam avaliar o efeito do RVD antes que as informações atinjam estágios mais avançados de processamento e cheguem ao *visual cache*, onde estão imunes a interferências. Nos experimentos 1 e 2 isso será operacionalizado manipulando-se o grau de nomeabilidade dos estímulos em tarefas de recordação e de reconhecimento. No experimento 3 procuramos avaliar o efeito do RVD durante o processo de recuperação de informação utilizando uma tarefa de recordação baseada em dicas verbais. Estes experimentos dizem respeito basicamente à generalização dos resultados obtidos com o RVD em tarefas de memória baseadas em técnicas de imaginação para tarefas de memória baseadas em estímulos visuais. Esta generalização é teoricamente relevante pois coloca em questão uma suposição importante do modelo de memória de trabalho, a de que a imaginação visual e a memória visual são sustentadas por um mesmo sistema (Baddeley & Andrade, 2000; Baddeley, 2007).

2. Experimento 1

Apesar de Orme (2009) encontrar um efeito significativo do RVD em uma tarefa de reconhecimento, há algumas considerações importantes sobre seu delineamento experimental. Orme (2009) utilizou quatro grupos de participantes diferentes, duas condições de interferência (o controle com tela branca e o RVD) e dois tipos de estímulos (AN e BN). E o efeito do RVD foi diminuir, no grupo com estímulos BN, o *span* médio, calculado com o critério: o último nível em que o participante acerte 2/3 das provas. Porém Orme (2009) não informa outros resultados, como a porcentagem de acertos ou o reconhecimento corrigido. Sem essas informações há margem para especularmos que o RVD não afeta o desempenho dos participantes.

Outra consideração é a condição controle sendo uma tela branca, utilizada por Orme (2009) e também alguns outros experimentos com RVD (Andrade et al., 2002; Borst, Ganis, Thompson, & Kosslyn, 2012; Darling, Della Sala, & Logie, 2009; Zimmer, Speiser, & Seidler, 2003). Enquanto, com o *pegword* Quinn e McConnell (1999) não encontraram diferença entre ruído visual estático (RVE) e tela branca, já com estímulos visuais temos de considerar que há uso do RVE como controle (Dent, 2010), porém sem efeito em alguns casos (Avons & Sestieri, 2005; Dean et al., 2008).

Apesar de não invalidar os resultados de Orme (2009), a falta de informações gera a necessidade de esclarecer se o efeito do RVD também ocorre sobre o desempenho dos participantes e em condições de controle com o RVE. Portanto, utilizamos no primeiro experimento uma tarefa de reconhecimento para matrizes AN e BN com um RVE como controle. Nossa hipótese é que os estímulos BN sejam afetados pela apresentação do RVD, que supomos atingir a codificação. Os estímulos AN não seriam afetados pelo RVD, visto que seriam mais rapidamente armazenados no *visual cache*. Dessa forma, pretendemos generalizar para estímulos visuais os resultados observados com imagens mentais.

2.1 Método

2.1.1 Participantes

Participaram 20 estudantes universitários com idade entre 19 e 37 anos ($M = 27,75$, $DP = 4,44$) de ambos os sexos, sendo doze mulheres, e com acuidade visual normal ou corrigida. Neste experimento e nos seguintes, os participantes assinavam o termo de consentimento (Anexo A), aprovado pelo comitê de ética (Anexo B), e eram esclarecidos quanto ao caráter voluntário de suas participações.

2.1.2 Materiais e Estímulos

Os estímulos foram apresentados em um computador iMAC com monitor de LED de 21,5" (resolução 1024 x 768 *pixels*) e 60 Hz de taxa de atualização de tela. O experimento foi programado no Matlab, usando o Psychophysics Toolbox (Brainard, 1997; Kleiner et al., 2007; Pelli, 1997).

Os estímulos eram matrizes divididas em duas categorias: AN e BN (Orme, 2009). As matrizes eram compostas por células de 0,8 cm x 0,8 cm e o número total de células variava de 16 até 20, pois utilizamos os níveis 7, 8 e 9 de dificuldade.

Utilizamos o RVD composto por pontos de 4 x 4 milímetros em um quadrado de 320 x 320 pixels, nas cores preto e branco na proporção de 1:1 e uma taxa de alternância entre preto e branco de 1200 pontos por segundo. Também utilizamos o RVE, que era idêntico ao RVD em tamanho e quantidade/proporção de quadrados pretos e brancos.

2.1.3 Procedimento

Antes do início das provas o participante realizava um treino com 6 estímulos diferentes dos utilizados nas provas. O treino era idêntico às provas, porém com *feedback*.

Em cada prova uma matriz era apresentada no centro da tela durante 150 milissegundos, seguida por um intervalo de retenção de 4 segundos em que ou o RVE (controle) ou o RVD era apresentado, então era apresentada uma matriz teste igual a memorizada em 50% das provas e diferente nas outras provas. O participante emitia a resposta "igual" ou "diferente" pressionando as teclas 1 ou 2 do teclado numérico (figura 1).

No total havia 12 tratamentos resultantes da combinação dos fatores nomeabilidade (BN e AN), condições de interferência (RVD e controle) e níveis de complexidade das matrizes (7, 8 e 9). Para cada tratamento eram realizadas 10 provas, totalizando 120 provas na sessão experimental.

Figura 1 – Experimento 1 - Representação esquemática nas condições com RVE (controle) e RVD e os tipos de respostas possíveis (iguais e diferentes) na terceira coluna.

2.2 Resultados

As taxas de reconhecimento corrigido (hit – falso alarme) foram submetidas a uma ANOVA para medidas repetidas nos tratamentos resultantes da combinação dos diferentes níveis dos fatores estímulos (AN e BN), condições de interferência (RVE/controle e RVD) e níveis de dificuldade (7, 8 e 9). O teste post *hoc* de Bonferroni com um nível de significância de 5% foi utilizado quando necessário. Essa análise mostra que o desempenho nas provas com o RVE (Média - $M = 0,39$; Erro Padrão da Média - $EPM = 0,07$) e o RVD ($M = 0,36$; $EPM = 0,08$) não é afetado pelas condições de interferência [$F(1,19) = 0,53$, $p = 0,48$, $\eta^2_p = 0,03$]. O desempenho com estímulos de alta ($M = 0,38$; $EPM = 0,08$) e baixa ($M = 0,37$; $EPM = 0,07$) nomeabilidade também não variou de forma significativa [$F(1,19) = 0,057$, $p = 0,81$, $\eta^2_p = 0,003$]. De maneira semelhante, o desempenho também não foi afetado pelos níveis de complexidade dos estímulos memorizados [$F(2,38) = 0,81$, $p = 0,45$, $\eta^2_p = 0,04$], sendo de 0,40 ($EPM = 0,08$) para o nível 7, de 0,39 ($EPM = 0,08$) para o nível 8 e de 0,33 ($EPM = 0,07$) para o nível 9.

A única interação significativa foi entre os fatores tipos de estímulos e condições de interferência [$F(1,19) = 4,56$, $p = 0,04$, $\eta^2_p = 0,19$] (figura 2). Esta análise mostra que os estímulos de baixa nomeabilidade tendem ($t(19) = 2,02$, $p = 0,057$) a ser mais prejudicados na presença do RVD. Nenhuma outra interação foi significativa.

Figura 2 – Experimento 1 - Gráfico com o reconhecimento corrigido dos estímulos de alta nomeabilidade (AN) e baixa nomeabilidade (BN), nas condições com RVE (controle) e ruído visual dinâmico (RVD). As barras de erros representam os erros padrão.

Ainda destacamos que a dispersão dos dados é muito abrangente, o reconhecimento corrigido dos participantes foi entre 0,03 e 0,61, evidenciando muita variação no desempenho.

2.3 Discussão

Confirmamos nossa hipótese, há uma tendência que os estímulos BN sejam afetados pelo RVD em comparação com a condição controle, portanto, suportando a idéia de um *visual buffer* em que as informações ainda não foram associadas à memória de longo prazo. Mas este resultado deve ser considerado em perspectiva com os demais.

Primeiro devemos considerar que não encontramos diferença entre os estímulos AN e BN. Orme (2009) e Brown, Forbes e McConnell (2006) utilizaram, como confirmação de que o método de separação de estímulos em BN e AN funcionou, dados em que o desempenho dos participantes é significativamente maior nas provas com estímulos AN. Uma possível explicação para a ausência de diferenças entre tipos de estímulos talvez seja a dificuldade de nossa tarefa, uma vez que os participantes obtiveram um desempenho baixo e com muita variação. Porém, mesmo sem existir diferença entre os estímulos, o RVD apresentou efeito sobre os estímulos BN.

Além disso, não encontramos diferenças entre os níveis de dificuldade 7, 8 e 9. Nossa tarefa poderia estar muito difícil e como o prejuízo do RVD geralmente é baixo, entre 5 e 15% (Borst et al., 2012; Darling et al., 2009; Dean et al., 2008; Dent, 2010), não houve muito prejuízo. Ou seja, o RVD foi aplicado em uma condição em que o desempenho já não é adequado, seu efeito pode ter sido mascarado pela dificuldade da tarefa.

Sobre a tendência dos estímulos BN serem prejudicados pelo RVD, devemos considerar que, sendo o *visual buffer* um componente do modelo que corresponde às áreas corticais visuais primárias (V1, V2, V3 e V4) (Kosslyn, 1994), qualquer estímulo externo tem acesso às informações processadas neste estágio e, portanto, o RVE também prejudica o conteúdo do *visual buffer*. Mas, então, como explicar a diferença entre RVE e RVD em tarefas de imagens mentais? Qualquer estímulo externo, como o RVE, tem acesso ao *visual buffer*, mas talvez o RVD, por sua característica dinâmica, seja mais prejudicial ao conteúdo do *visual buffer* em relação ao RVE, o que seria suficiente para prejudicar imagens mentais (Andrade et al., 2002; McConnell & Quinn, 2000; Quinn & McConnell, 1999) mas não para prejudicar significativamente tarefas com estímulos visuais (Avons & Sestieri, 2005; Dean et al., 2008) em que as informações visuais são mais facilmente representadas (Kosslyn, Sukel, & Bly, 1999).

Kosslyn, Sukel e Bly (1999) mostraram que a comparação de estímulos visuais de alta e baixa resolução (definidas pela quantidade de informações da imagem) não é diferente, porém a comparação de imagens mentais de alta resolução leva mais tempo do que as de baixa. Isto evidencia um esforço extra para manter imagens mentais de alta resolução e, portanto, maior dificuldade de representar informações de imagens mentais do que representar informações provindas da percepção. Embora os estímulos da tarefa de *pegword* sejam diferentes das matrizes, a idéia de que estímulos visuais são mais fáceis de representar pode explicar as diferenças do efeito do RVD sobre as duas informações.

Também devemos destacar que há muita variação de desempenho. Ou seja, sabemos que o RVD tem um efeito pequeno e, portanto, talvez somente em um grupo mais homogêneo no desempenho o prejuízo do RVD seria maior, porque a dificuldade da tarefa poderia mascarar a interferência do RVD.

3. Experimento 2

Orme (2009) utilizou matrizes AN e BN apenas com tarefas de reconhecimento e o mesmo ocorre na maioria dos estudos com estímulos visuais e o RVD (Avons & Sestieri, 2005; Borst et al., 2012; Darling et al., 2009; Dean et al., 2008; Dent, 2010). Porém, com a tarefa original em que o RVD foi desenvolvido e tem o efeito replicado, o *pegword*, sempre foram utilizadas tarefas de recordação.

Ainda devemos considerar que em tarefas de reconhecimento o RVD, quando tem efeito significativo, prejudica o desempenho em relação a condição controle entre 5 e 15%, conforme a medida utilizada (Borst et al., 2012; Darling et al., 2009; Dean et al., 2008; Dent, 2010). Já nos trabalhos com estímulos visuais e RVD em que a tarefa era de recordação (Andrade et al., 2002; Kemps & Andrade, 2012; Zimmer et al., 2003) não foi encontrado efeito do RVD sobre o desempenho dos participantes. Ou seja, o RVD, com estímulos visuais, tem efeito pequeno em tarefas de reconhecimento, mas não tem efeito algum com a recordação.

Além disso, no primeiro experimento partimos do pressuposto que não haveria diferenças entre uma tela em branco e um RVE, ambos poderiam ser utilizados como controle, mas julgamos que o RVE seria mais adequado. Porém, neste experimento pretendemos de fato checar experimentalmente o pressuposto. Então, utilizaremos ambas as condições como controles. Também iremos alterar os níveis de dificuldade, para deixar a tarefa mais fácil, e como o desempenho não diferiu entre os níveis do experimento anterior utilizaremos níveis mais distantes entre si, os níveis 5, 7 e 9.

Portanto, no segundo experimento faremos uma tarefa de recordação para matrizes AN e BN utilizando uma tela branca e um RVE como controles. Nossa hipótese é que os estímulos BN sejam afetados pela apresentação do RVD, que supomos atingir a codificação. Os estímulos AN não serão afetados pelo RVD, visto que seriam mais rapidamente armazenados no *visual cache*. Dessa forma, generalizando para estímulos visuais os resultados observados com imagens mentais.

3.1. Método

3.1.1. Participantes

Participaram 20 estudantes universitários com idade entre 19 e 29 anos ($M = 23,45$, $DP = 2,87$) de ambos os sexos, sendo dez mulheres, e com acuidade visual normal ou corrigida.

3.1.2. Materiais e Estímulos

Os mesmos do experimento anterior. Porém utilizamos as matrizes com os níveis de dificuldade 5, 7 e 9.

3.1.3. Procedimento

Antes do início das provas o participante realizava um treino com 6 estímulos diferentes dos utilizados nas provas. O treino era idêntico às provas, porém com *feedback*.

Em cada prova uma matriz era apresentada no centro da tela durante 400 milissegundos, seguida por um intervalo de retenção de 9 segundos em que ou uma tela branca (controle), ou o RVE (controle) ou o RVD era apresentado, então era apresentada uma matriz branca e o participante deveria, utilizando o mouse, clicar nas células vazias que se tornavam pretas (figura 3).

Figura 3 – Experimento 2 - Representação esquemática do experimento. Durante o intervalo as condições eram tela branca, RVE ou RVD. O participante emitia as respostas com o mouse até completar o número de respostas possíveis.

No total havia 18 tratamentos resultantes da combinação dos fatores nomeabilidade (BN e AN), condições de interferência (RVD, tela branca e RVE) e níveis de complexidade das matrizes (5, 7 e 9). Para cada tratamento eram realizadas 6 provas, totalizando 108 provas na sessão experimental.

3.2. Resultados

A taxa de respostas corretas (a média das proporções de células corretas em cada matriz) foi submetida a uma ANOVA de medidas repetidas considerando os 2 tipos de estímulos (AN e BN), as 3 condições de interferência (tela branca, RVE e RVD) e 3 níveis de dificuldade (5, 7 e 9). O desempenho foi afetado de forma significativa pela nomeabilidade dos estímulos [$F(1,19) = 23,24$, $p < 0,001$, $\eta^2_p = 0,55$], com um desempenho melhor com

estímulos AN ($M = 0,93$; $EPM = 0,02$) em comparação com BN ($M = 0,90$; $EPM = 0,02$). O efeito da interferência foi significativo [$F(2,38) = 17,06$, $p < 0,001$, $\eta^2_p = 0,47$], o desempenho com a tela branca ($M = 0,94$; $EPM = 0,01$) foi diferente em comparação ao RVE ($M = 0,90$; $EPM = 0,02$) e RVD ($M = 0,90$; $EPM = 0,02$), porém estes últimos não diferiram entre si (figura 4).

Figura 4 – Experimento 2 - Gráfico com a taxa de acertos nas condições de interferência. As barras de erros representam os erros padrão.

Houve diferença dos níveis de dificuldade [$F(2,38) = 62,01$, $p < 0,001$, $\eta^2_p = 0,76$], o desempenho no nível 5 ($M = 0,97$; $EPM = 0,01$) diferente do nível 7 ($M = 0,93$; $EPM = 0,02$) e 9 ($M = 0,84$; $EPM = 0,03$) e também o nível 7 diferente do nível 9 (figura 5).

Figura 5 – Experimento 2 - Gráfico com a taxa de acertos nos níveis de dificuldade. As barras de erros representam os erros padrão.

A interação dos fatores tipos de estímulos e condições de interferência não foi significativa [$F(2,38) = 0,97$, $p = 0,39$, $\eta^2_p = 0,05$] (figura 6).

Figura 6 – Experimento 2 - Gráfico com a taxa de acertos dos estímulos de alta nomeabilidade (AN) e baixa nomeabilidade (BN), nas condições com tela branca (controle), RVE (controle) e ruído visual dinâmico (RVD). As barras de erros representam os erros padrão.

Na interação condições de interferência e níveis de dificuldade houve diferença [$F(4,76) = 3,14$, $p = 0,02$, $\eta^2_p = 0,14$], porém apenas no nível 9, com a tela branca o

desempenho foi superior em comparação com o RVE ($p = 0,008$) e com o RVD ($p < 0,001$), estes últimos não diferiram entre si ($p = 1$) (figura 7).

Figura 7 – Experimento 2 - Gráfico com a taxa de acertos nas condições de tela branca, RVE e RVD nos níveis de dificuldade .

Não existiram diferenças nas outras interações. Neste experimento a dispersão dos dados foi menor, a taxa de acertos dos participantes variou em uma faixa entre 0,78 e 0,99, evidenciando desempenho mais homogêneo.

3.3. Discussão

Não confirmamos totalmente nossa hipótese, os estímulos BN não foram afetados pelo RVD em comparação com a tela branca e o RVE, porém considerando apenas as condições de interferência, o RVD e o RVE prejudicaram o desempenho dos participantes em relação à tela branca. Portanto, suportando a idéia de um *visual buffer* mas indicando que a associação dos estímulos com a memória de longo prazo não foi importante para o efeito do RVD neste experimento.

Como encontramos apenas uma tendência do RVD prejudicar a memorização de estímulos BN no experimento 1 mas neste experimento não houve efeito, então podemos

propor que outra possibilidade de avaliar estímulos mais e menos associados com a memória de longo prazo pode ser o uso de estímulos sempre repetidos. Por exemplo, em uma sessão experimental dividir os estímulos em: um grupo de estímulos sempre repetidos e um grupo de estímulos sem repetições.

No experimento anterior os níveis de dificuldade não diferiram e, portanto, decidimos usar níveis mais distantes entre si (níveis 5, 7 e 9). A estratégia funcionou porque há diferença entre os níveis, o desempenho médio no nível 7 é 4% inferior ao nível 5, já no nível 9 é 13% e 9% inferior aos grupos 5 e 7, respectivamente (figura 5). Conforme a análise de condições de interferência e níveis de dificuldade, foi justamente no nível 9 que o desempenho com o RVD foi significativamente menor que com a tela branca. Portanto, podemos inferir que o efeito do RVD está associado à capacidade de memória visual dos participantes.

A hipótese explicativa desta inferência pode ser nos seguintes termos. Sempre que o participante utiliza toda a capacidade do *visual cache*, utiliza de forma complementar os recursos do *visual buffer* para tentar executar a tarefa. Ou seja, mantém a informação em uma forma ativa na consciência e não em uma forma abstrata para ser recuperada à consciência quando necessário. Como a capacidade de memória visual de curto prazo é o número de itens visuais que alguém consegue manter temporariamente na memória e se considerarmos que estes itens estão no *visual cache*, ou seja associados a memória de longo prazo, então sempre que a tarefa exigir a capacidade máxima do *visual cache*, o participante manterá a informação ativa na consciência, portanto utilizando o *visual buffer*.

Em termos práticos podemos dizer que nos níveis 5 e 7, em que o desempenho médio é 97% e 93%, a manutenção da informação visual em um estado ativo no *visual buffer* é desnecessária, pois os participantes conseguem associar quaisquer estímulos a memória de longo prazo, uma vez que estes são muito simples. Porém, conforme a complexidade dos estímulos aumenta, a associação se torna mais difícil e o estímulo ou demora mais para ser associado ou não consegue ser associado no todo e tem que ser mantido em uma forma ativa. As duas alternativas levariam a utilização do *visual buffer* e, portanto, interferência do RVD. Contudo, conforme a dificuldade aumenta o efeito do RVD começaria a desaparecer porque estaria mascarado pelo baixo desempenho tanto na condição controle quanto na condição de interferência, como no experimento 1. Esta nossa hipótese explicativa é coerente com o modelo de Kosslyn (1994; Kosslyn, Thompson, & Ganis, 2006) e Pearson (2001), porém precisaria ser testada.

Talvez, o resultado mais importante do experimento 2 seja o de que o RVE e o RVD não diferiram entre si em nenhuma situação, mas nas condições já mencionadas diferiram da

tela branca. Este resultado é problemático para a explicação mais aceita na literatura de que o RVD é um tipo de interferência visual que prejudica as informações no *visual buffer* (Borst et al., 2012; Quinn, 2008, 2012). Enquanto para a criação e memorização de imagens mentais o RVD é uma interferência que difere de um simples estímulo externo, como o RVE (McConnell & Quinn, 2000; Quinn & McConnell, 1999), o mesmo não é verdade para a memorização de estímulos visuais de acordo com nossos resultados e também com a literatura que utilizou RVE (Avons & Sestieri, 2005; Dean et al., 2008).

O fato do RVD ser uma interferência igual a um RVE é condizente com a ausência de efeitos principais do RVD em relação ao RVE no experimento 1 e, portanto, podemos manter nossa hipótese para explicar o funcionamento do RVD em tarefas com imagens mentais e com estímulos visuais: talvez o RVD, por sua característica dinâmica, seja mais prejudicial ao conteúdo do *visual buffer*, o que seria suficiente para prejudicar imagens mentais (Andrade et al., 2002; McConnell & Quinn, 2000; Quinn & McConnell, 1999) mas não para prejudicar significativamente tarefas com estímulos visuais (Avons & Sestieri, 2005; Dean et al., 2008) em que as informações visuais são mais facilmente representadas (Kosslyn et al., 1999).

Argumentamos que a variação de desempenho poderia ter mascarado o prejuízo de qualquer interferência, sendo uma das possíveis causas de encontramos apenas uma tendência de prejuízo do RVD no experimento 1. Nossa hipótese é consistente, uma vez que a variação de desempenho no experimento 2 foi pequena e dessa vez encontramos efeito do RVD.

4. Experimento 3

Quinn e McConnell (2006) utilizaram instruções verbais para gerar imagens mentais a serem memorizadas, esse tipo de tarefa permitiu que o RVD estivesse presente na tela do computador enquanto o participante criava/codificava, matinha ou recuperava as imagens. Explorar o efeito do RVD durante a recuperação de memórias visuais é problemático porque geralmente algum estímulo deve estar na tela, além do RVD. Assim, para contornar esta dificuldade pretendemos empregar instruções (dicas) auditivas para a recuperação. Neste experimento iremos avaliar o efeito do RVD em um procedimento em que o participante deve recuperar, por meio de instruções auditivas, matrizes semelhantes as do VPT (Della Sala et al., 1999) enquanto olha para uma tela em branco, um RVE ou o RVD. Nossa hipótese é que haverá pior desempenho na condição em que há a presença do RVD durante a recuperação. Dessa forma poderemos generalizar para estímulos visuais os resultados com imagens mentais do experimento 2 de Quinn e McConnell (2006).

4.1. Método

4.1.1. Participantes

Participaram 20 estudantes universitários com idade entre 19 e 33 anos ($M = 24,65$, $DP = 3,80$) de ambos os sexos, sendo onze mulheres, e com acuidade visual normal ou corrigida.

4.1.2. Materiais e Estímulos

Os materiais foram os mesmos dos experimentos anteriores. Utilizamos uma *webcam* para monitorar se o participante mantinha o olhar na direção da tela e se não fechava os olhos durante a emissão das respostas. Também utilizamos fones de ouvido para apresentação das dicas auditivas.

Os estímulos foram matrizes de 3 linhas por 4 colunas, com metade das células pretas e metade brancas. As linhas eram identificadas por letras (A, B e C) e as colunas por números (1, 2, 3 e 4). Não utilizamos os estímulos anteriores porque eles foram construídos de forma

que era comum colunas ou linhas inteiras de uma mesma cor, o que facilitaria a memorização de uma informação verbal para emissão da resposta.

4.1.3. Procedimento

Primeiro o participante realizava um treino com 3 estímulos diferentes dos utilizados nas provas. O treino era idêntico às provas, porém com *feedback*.

Em cada prova uma matriz era apresentada no centro da tela durante 1 segundo, seguida pela apresentação de uma tela em branco (controle), um RVE (controle) ou o RVD durante todo o tempo em que o participante respondia. O participante ouvia uma coordenada apresentada por meio dos fones de ouvido, identificando uma célula da matriz (por exemplo, A2), ao que deveria responder utilizando o teclado “branco” ou “preto”, reconstruindo toda a matriz desse modo. Enquanto respondia, o participante permanecia olhando para a tela do computador em que ocorria alguma das três condições de interferência (figura 9).

Sempre que o RVE ou o RVD foram apresentados, permaneciam na tela durante todo o tempo que o participante levava para responder e, para garantirmos que durante a emissão das respostas o participante não fechasse os olhos ou desviasse o olhar do monitor, havia instruções explícitas a esse respeito e também monitoramento do experimentador por meio de uma câmera acoplada ao topo do monitor. As teclas 1 e 2 do teclado numérico eram utilizadas para emitir as respostas e foram cobertas com as cores branco e preto, para auxiliar na resposta do participante.

Figura 8 - Representação esquemática do experimento 3. O participante, em teclas identificadas com as cores preto e branco, emitia as respostas enquanto olhava para uma tela branca, RVE ou RVD.

No total havia 3 tratamentos referentes às condições de interferência (tela branca, RVE e RVD). Para cada tratamento eram realizadas 6 provas, totalizando 18 provas na sessão experimental; em cada prova eram cobradas 12 respostas (todas as células da matriz) totalizando 216 respostas na sessão experimental.

4.2. Resultados

Utilizamos uma ANOVA de medidas repetidas para comparação das três condições de interferência (tela branca, RVE e RVD). Não existiu diferença significativa na comparação entre as condições de interferência [$F(2,38) = 1,37$, $p = 0,27$, $\eta_p^2 = 0,07$] (figura 10).

Figura 9 – Experimento 3 - Gráfico com a taxa de acertos nas diferentes condições de interferência. As barras de erros representam os erros padrão.

Neste experimento a dispersão dos dados foi também maior, a taxa de acertos dos participantes variou em uma faixa entre 0,56 e 0,96.

4.3 Discussão

Não confirmamos nossa hipótese de que o RVD prejudica a recuperação de informações. A tarefa, com uma média de 79% de acertos, não foi muito difícil ou fácil, o que poderia comprometer o efeito do RVD. Assim, as principais considerações sobre nossos resultados serão baseadas na comparação com Quinn e McConnell (2006) em que o RVD apresentou efeito na recuperação de informações.

Primeiro, devemos considerar a natureza dos estímulos. Anteriormente já levantamos a hipótese de que o RVD teria efeito maior sobre as imagens mentais, porque estas são mais difíceis de representar no *visual buffer*. Esta questão é idêntica a discussão feita para os experimentos anteriores em que a representação de estímulos visuais é melhor do que a de imagens mentais utilizadas por Quinn e McConnell (2006).

Também devemos considerar que Quinn e McConnell (2006) utilizaram 10 imagens mentais por prova na tarefa do *pegword* e nós utilizamos um estímulo dividido em 12 partes. Além da quantidade de informações por prova ser maior na tarefa do *pegword*, nossa tarefa

implicava na continua recitação de um único estímulo, uma vez que o participante deveria responder todas as células de uma única matriz. Ou seja, as dicas que fornecíamos como referência para cada resposta forçavam uma recitação contínua de um mesmo estímulo, enquanto no *pegword* cada dica apenas indicava um estímulo a ser recuperado entre 10 possíveis.

A recitação visual é definida por Logie (1995) como um processo semelhante ao escaneamento mental da representação visual, a geração/reconstrução contínua das partes de uma imagem e este processo é semelhante ao deslocamento da janela atencional no *visual buffer* (Kosslyn, 1994). No nosso caso podemos supor que o participante ao receber uma dica reconstruía continuamente um único estímulo em uma imagem visual consciente, diminuindo o prejuízo que qualquer interferência externa pudesse trazer.

A variação de desempenho dos participantes também foi grande e isto, conforme a hipótese já levantada, é um fator que pode estar mascarando o efeito do RVD.

5. Discussão geral e conclusão

Em nosso estudo avaliamos a estrutura da memória de trabalho visual utilizando uma interferência visual, como o RVD afetou a codificação de estímulos visuais, então esta informação ambiental, sem ativação semântica, deve ter acesso a algum componente do modelo de memória. Como no modelo de Logie (1995, 2011) toda informação na memória visual é uma ativação semântica, o modelo de Pearson (2001), com um *visual buffer* com acesso direto de informações do ambiente, é mais adequado para explicar nossos dados. Também pretendíamos generalizar os resultados de Quinn e McConnell (2006) com uso do *pegword*, encontramos efeito do RVD na codificação, mas não encontramos efeito na recuperação de informações.

No experimento 1 existiu tendência de prejuízo do RVD e os estímulos AN e BN não foram diferentes. Com o experimento 2 encontramos efeito do RVD, mas que não foi diferente de um RVE, e os estímulos AN e BN foram diferentes, porém sem interação entre ruídos e os estímulos. No experimento 3 não encontramos efeito do RVD.

Assim, o principal resultado de nossos experimentos é o efeito do RVD em uma tarefa de recordação. No modelo de Logie (2011), como não há acesso direto ao *visual cache*, não podemos explicar o efeito do RVD como interferência no conteúdo deste armazenador visual porque seu conteúdo é uma ativação da memória de longo prazo e o RVD não pode ativar algum padrão visual memorizado, já que é uma tela composta de quadrados alternando aleatoriamente. Porém, mesmo que o RVD possa ser memorizado não haveria explicação adequada para o funcionamento deste ruído: se considerarmos que o RVD se tornou uma ativação da memória de longo prazo armazenada no *visual cache*, então ele seria um estímulo facilmente ignorado pelo participante e teríamos que explicar por que um estímulo irrelevante apresentado após o estímulo alvo está prejudicando a codificação de informações. Também não podemos explicar este resultado como acesso do RVD ao *episodic buffer* porque o conteúdo deste componente é uma ativação da memória de longo prazo (Logie, 2011) e suas informações visuais teriam uma cópia no *visual cache*, inacessível ao RVD.

Outra explicação possível é a de que o RVD estaria afetando funções executivas (Logie, 2003), mas neste caso o efeito seria somente com uso de imagens mentais, supostamente geradas no componente responsável pelas funções executivas. Porém, devemos considerar que a recitação espacial do conteúdo do *visual cache* é controlada por funções executivas, então o RVD poderia ter efeito na recitação. No modelo de Logie (2011) isso

implicaria efeito do RVD sobre conteúdo fonológico, que tem a recitação também controlada por funções executivas, e sabemos que o RVD não afeta este tipo de estímulo (McConnell & Quinn, 2000; Quinn & McConnell, 1996, 1999, 2006).

Portanto, o efeito do RVD implica a necessidade, no modelo de memória de trabalho, de um armazenador com acesso direto de informações do ambiente, que seu conteúdo não seja uma ativação de informações da memória de longo prazo e que as informações não precisem passar por controle de funções executivas. O modelo mais adequado a essa ideia é o de Pearson (2001), em que um *visual buffer* tem a função de manter imagens visuais conscientes e recebe informações de dois outros componentes (o *inner scribe* e o *visual cache*) e do ambiente, portanto suscetível ao RVD. O *inner scribe* é responsável pela codificação e recitação de sequências espaciais e também pela manipulação de imagens. Já o *visual cache* é o armazenador de curto prazo de material visual e pode ser o recitador visual. Estes três componentes são acessados diretamente pelo executivo central, que tem a função de controlar recursos da atenção. Com exceção do *visual buffer* os outros componentes são muito semelhantes aos do modelo de Logie (1995, 2011).

Porém o RVD é uma interferência que não causou muito prejuízo e, quando utilizamos estímulos visuais, não difere muito de um RVE. Portanto, apesar de ser uma ferramenta útil para o estudo de imagens mentais, apresenta limitações com estímulos visuais que devem ser consideradas. Além disso, na literatura ainda não há uma explicação minuciosa do funcionamento do RVD, por exemplo, o RVD prejudica a codificação de informações porque elas vão degradadas para o *visual cache*? Esta questão ainda não foi respondida e poderá esclarecer melhor o funcionamento do RVD e consequentemente a estrutura do modelo de memória de trabalho visual.

De nosso estudo inferimos algumas relações do RVD com o desempenho. A ideia de que o desempenho não pode ser muito baixo ou muito alto aponta na direção da relação do efeito do RVD com o *span* visual. Ou seja, propomos que o RVD tem efeito quando a tarefa exige a capacidade máxima do *visual cache* e o participante mantém a informação ativa na consciência, portanto utilizando o *visual buffer*.

O uso de matrizes mais e menos associadas a memória de longo prazo não foi satisfatório, uma vez que não teve efeito diferenciado do RVD no experimento 2. Contudo, a suposição da passagem mais rápida do *visual buffer* para o *visual cache* é coerente com o modelo de Kosslyn (1994) e Pearson (2001), mas pode ser uma questão difícil de ser experimentalmente testada. O ideal seria conhecermos o tempo necessário para a codificação dos dois tipos de estímulos e utilizar o RVD no momento em que a codificação de um

estímulo estivesse completa e do outro não. Mas devemos considerar que o tempo de codificação pode ser muito baixo, em torno de 50 milissegundos para cores (Vogel, Woodman, & Luck, 2006), e, portanto, o controle do tempo de exposição dos estímulos teria de ser muito preciso porque em um tempo tão curto qualquer variação seria suficiente para que o RVD não tenha mais efeito.

Além da dificuldade específica de nosso experimento, o RVD, assim como qualquer tipo de ruído visual, apresenta um problema no estudo da codificação de estímulos visuais que não ocorre com imagens mentais, pois o ruído não pode ser apresentado durante todo o tempo de codificação. Durante a codificação de imagens mentais é possível que o participante passe todo o tempo olhando para uma tela com RVD, mas no caso de estímulos visuais isto é impossível. No estudo da recuperação de informações também ocorre um problema semelhante, mas ainda mais difícil de ser tratado porque, como ocorreu em nosso experimento 3, as dicas para a recuperação induziam o participante a recitar uma única informação visual constantemente.

Na literatura sobre memória de curto prazo (Pearson, 2001; Quinn, 2012) a necessidade de um *buffer* vem ganhando importância, tanto que Darling, Della Sala e Logie (2009) assumem que o efeito do RVD pode ser devido à interação entre percepção, memória de longo prazo e memória de trabalho visual. Apesar de não ficar claro como funciona o RVD a partir desta interação, a aproximação da percepção à memória de trabalho visual para explicar o RVD parece uma tentativa de trazer o conceito de um *visual buffer* ao modelo.

Concluimos propondo que o *visual buffer* é necessário ao modelo de memória de trabalho e que o RVD tem efeito sobre a codificação de estímulos visuais, porém, diante da ausência de explicações detalhadas sobre o funcionamento do RVD seu uso é problemático. Explicar o funcionamento do RVD implica em estudar a codificação de informações na memória de trabalho visual tendo em consideração a relação do *visual buffer* com o *visual cache*.

Referências¹

- 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.
- Annett, J. (1995). Motor imagery: Perception or action? *Neuropsychologia*, 33(11), 1395–1417.
- Avons, S. E., & Phillips, W. A. (1987). Representation of matrix patterns in long-and short-term visual memory. *Acta Psychologica*, 65(3), 227–246.
- 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. (2000). The episodic buffer: a new component of working memory? *Trends in Cognitive Sciences*, 4(11), 417–423.
- Baddeley, A. D. (2007). *Working Memory, Thought, and Action* (p. 432). New York: Oxford University Press.
- Baddeley, A. D. (2012). Working Memory: Theories, Models, and Controversies. *Annual Review of Psychology*, 63, 1–29.
- Baddeley, A. D., & Andrade, J. (2000). Working memory and the vividness of imagery. *Journal of Experimental Psychology: General*, 129(1), 126–145.
- Beschin, N., Cocchini, G., Della Sala, S., & Logie, R. H. (1997). What the Eyes Perceive, The Brain Ignores: A Case of Pure Unilateral Representational Neglect. *Cortex*, 33(1), 3–26.
- Borst, G., Ganis, G., Thompson, W. L., & Kosslyn, S. M. (2012). Representations in mental imagery and working memory: Evidence from different types of visual masks. *Memory & Cognition*, 40(2), 204–217.
- Brainard, D. H. (1997). The Psychophysics Toolbox. *Spatial Vision*, 10(4), 433–436.
- Brown, L. A., Forbes, D., & McConnell, J. (2006). Limiting the use of verbal coding in the Visual Patterns Test. *The Quarterly Journal of Experimental Psychology*, 59(7), 1169–1176.

¹ De acordo com o estilo APA – American Psychological Association

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.

Dean, G. M., Dewhurst, S. A., & Whittaker, A. (2008). Dynamic visual noise interferes with storage in visual working memory. *Experimental Psychology*, 55(4), 283–289.

Dent, K. (2010). Dynamic visual noise affects visual short-term memory for surface color, but not spatial location. *Experimental Psychology*, 57(1), 17–26.

Kemps, E., & Andrade, J. (2012). Dynamic visual noise reduces confidence in short-term memory for visual information. *Cognitive Processing*, 13(2), 183–188.

Kleiner, M., Brainard, D., Pelli, D., Ingling, A., Murray, R., & Broussard, C. (2007). What's new in Psychtoolbox-3. *Perception*, 36(14), 1.

Kosslyn, S. M. (1994). *Image and Brain: The Resolution of the Imagery Debate* (p. 516). Cambridge: Mit Press.

Kosslyn, S. M., Sukel, K. E., & Bly, B. M. (1999). Squinting with the mind's eye: Effects of stimulus resolution on imaginal and perceptual comparisons. *Memory & Cognition*, 27(2), 276–287.

Kosslyn, S. M., Thompson, W. L., & Ganis, G. (2006). *The case for mental imagery*. (p. 248). New York: Oxford University Press.

Logie, R. H. (1995). *Visuo-Spatial Working Memory* (p. 176). Hove: Lawrence Erlbaum Associates Ltd.

Logie, R. H. (2003). Spatial and Visual Working Memory: A Mental Workspace. In D. Irwin & B. H. Ross (Eds.), *Cognitive vision: The psychology of learning and motivation* (Vol. 42, pp. 37–78). San Diego: Academic Press.

Logie, R. H. (2011). The Functional Organization and Capacity Limits of Working Memory. *Current Directions in Psychological Science*, 20(4), 240–245.

McConnell, J., & Quinn, J. G. (2000). Interference in Visual Working Memory. *The Quarterly Journal of Experimental Psychology*.

McConnell, J., & Quinn, J. G. (2004). Complexity factors in visuo-spatial working memory. *Memory*, 12(3), 338–350.

Orme, E. (2009). *Identifying the Functional Architecture Underlying Multiple Representations in Visual Working Memory*. Northumbria University.

Pearson, D. G. (2001). Imagery and the visuo-spatial sketchpad. In J. Andrade (Ed.), *Working memory in perspective* (pp. 33–59). Hove: Psychology Press.

Pelli, D. G. (1997). The VideoToolbox software for visual psychophysics: transforming numbers into movies. *Spatial Vision*, 10(4), 437–442.

Quinn, J. G. (2008). Movement and visual coding: the structure of visuo-spatial working memory. *Cognitive Processing*, 9(1), 35–43.

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: Essays in Honour of Michel Denis* (pp. 106–124). Hove: Psychology Press.

Quinn, J. G., & McConnell, J. (1996). Indications of the functional distinction between the components of visual working memory. *Psychologische Beitrage*, 38(3-4), 355–367.

Quinn, J. G., & McConnell, J. (1999). Manipulation of Interference in the Passive Visual Store. *European Journal of Cognitive Psychology*, 11(3), 373–389.

Quinn, J. G., & McConnell, J. (2006). The interval for interference in conscious visual imagery. *Memory*, 14(2), 241–252.

Repos, G., & Baddeley, A. D. (2006). The multi-component model of working memory: explorations in experimental cognitive psychology. *Neuroscience*, 139(1), 5–21.

Della Sala, S., Baddeley, A. D., Gray, C., & Wilson, L. (1997). *Visual Patterns Test: VPT*. Harcourt.

Della Sala, S., Gray, C., Baddeley, A. D., Allamano, N., & Wilson, L. (1999). Pattern span: a tool for unwinding visuo-spatial memory. *Neuropsychologia*, 37(10), 1189–1199.

Salamé, P., & Baddeley, A. D. (1982). Disruption of short-term memory by unattended speech: Implications for the structure of working memory. *Journal of Verbal Learning and Verbal Behavior*, 21(2), 150–164.

Vogel, E. K., Woodman, G. F., & Luck, S. J. (2006). The time course of consolidation in visual working memory. *Journal of Experimental Psychology: Human Perception and Performance*, 32(6), 1436–1451.

Zimmer, H. D., & Speiser, H. R. (2002). The irrelevant picture effect in visuo-spatial working memory: Fact or fiction? *Psychologische Beitrage*, 44(2), 223–247.

Zimmer, H. D., Speiser, H. R., & Seidler, B. (2003). Spatio-temporal working-memory and short-term object-location tasks use different memory mechanisms. *Acta Psychologica*, 114(1), 41–65.

ANEXOS

ANEXO A - TERMO DE CONSENTIMENTO LIVRE E ESCLARECIDO

Título da pesquisa: “A Estrutura da Memória de Trabalho Visual: Evidências Baseadas no Efeito do Ruído Visual Dinâmico.”

Orientador: César Aléxis Galera (cesar_galera@ffclrp.usp.br – 36024393)

Alunos: Ester Sunni Lim (tokkilim@gmail.com), Laís Ferrarez (laisferrarez@hotmail.com), Rafael Vasques (rafvasques@usp.br) e Sílvio José Vitor Ferreira (silvio_eddy@hotmail.com)

Instituição: Universidade de São Paulo (USP) – Faculdade de Filosofia, Ciências e Letras de Ribeirão Preto (FFCLRP). Avenida Bandeirantes, 3900 – CEP 14040-901 – Bairro Monte Alegre – Ribeirão Preto – SP.

O sr. (sra.) está sendo convidado(a) a participar, de livre e espontânea vontade, dessa pesquisa que tem como objetivo estudar o atual modelo de memória de trabalho visuoespacial com o uso de tarefas duplas, em que uma tarefa secundária é utilizada para prejudicar o desempenho na tarefa principal.

As tarefas serão desempenhadas em um computador no laboratório de Psicologia Cognitiva da FFCLRP e a sessão experimental terá duração média de 30 minutos. Sua tarefa será basicamente a de memorização de estímulos (figuras). A resposta para cada prova será dada através do mouse, do teclado ou verbalmente, conforme o experimento em que participará.

Salientamos que no presente estudo não há riscos previsíveis e que o sr. (sra.) tem total liberdade para interromper a sua participação a qualquer momento, sem qualquer prejuízo ou penalização e sem necessidade de justificar a interrupção da participação. Será garantido sigilo absoluto de seus dados; somente o aluno e o orientador terão conhecimento dessas informações. Em qualquer momento o sr. (sra.) poderá solicitar os esclarecimentos que julgar necessários sobre a pesquisa (para esclarecimentos posteriores, por favor, contate os pesquisadores pelo telefone ou e-mails informados acima)¹.

Ao participar desta pesquisa o sr. (sra.) não terá nenhum benefício. Porém será oferecido um ressarcimento para cobrir custos de uma refeição. Os dados obtidos com a realização desse estudo serão utilizados para fins de pesquisa e divulgados em revistas e eventos científicos, sempre garantindo o sigilo dos participantes.

Tomado o conhecimento dos fatos acima e aceitando participar da pesquisa, assumo não ter sofrido nenhuma pressão para tanto:

Eu, _____, aceito participar desta pesquisa, ciente de que minha participação é voluntária e estou livre para, em qualquer momento, desistir de colaborar com a pesquisa, sem nenhuma espécie de prejuízo. Declaro, ainda, que recebi uma cópia deste termo de consentimento.

Assinatura: _____ Data: ____/____/____

Assinatura do pesquisador: _____

1 - Para esclarecimentos referentes a aspectos éticos da pesquisa contatar o Comitê de Ética em Pesquisa da FFCLRP-USP, no endereço: Avenida dos Bandeirantes, 3900 – bloco 3 – sala 16 – CEP 14040-901 – Bairro Monte Alegre – Ribeirão Preto – SP, telefone: (16) 3602-4811/Fax: (16) 3633-2660 ou e-mail: coetp@ffclrp.usp.br

ANEXO B – Parecer do Comitê de Ética em Pesquisa da FFCLRP

Universidade de São Paulo
Faculdade de Filosofia, Ciências e Letras de Ribeirão Preto
Comitê de Ética em Pesquisa

Campus de Ribeirão Preto

Of.CETP/FFCLRP-USP/132/-jsl

Ribeirão Preto, 26 de novembro de 2012

Prezado Pesquisador,

Comunicamos a V. Sa. que o projeto de pesquisa intitulado "A ESTRUTURA DA MEMÓRIA DE TRABALHO VISUAL: EVIDÊNCIAS BASEADAS NO EFEITO DO RUÍDO VISUAL DINÂMICO" foi reanalisado pelo Comitê de Ética em Pesquisa da FFCLRP-USP, em sua 115ª Reunião Ordinária, realizada em 22.11.2012, e enquadrado na categoria: **APROVADO** (CAAE - 08554412.8.0000.5407).

Solicitamos que eventuais modificações ou emendas ao projeto de pesquisa sejam apresentadas ao CEP, de forma sucinta, identificando a parte do projeto a ser modificada e suas justificativas, e que, ao término do estudo, um relatório final seja entregue, via Plataforma Brasil.

Atenciosamente,

Prof.ª Dr.ª ANDRÉIA SCHMIDT
Coordenadora

Ao Senhor

Rafael Vasques

Programa de Pós-graduação em Psicobiologia da FFCLRP USP

Com cópia para o orientador:

Prof. Dr. César Alexis Galera

Departamento de Psicologia da FFCLRP USP

CEP - Comitê de Ética em Pesquisa da FFCLRP

Fone: (16) 3602-4811

Fax: (16) 3633-2660 (direto) ou 3633-5015

Avenida Bandeirantes, 3900 - bloco 3 - sala 16 - 14040-901 - Ribeirão Preto - SP - Brasil

Homepage: <http://www.ffclrp.usp.br> - e-mail: coetp@ffclrp.usp.br