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

Lívia Valenti

A recuperação da informação da memória de trabalho: evidências baseadas em tarefas de
imagem mental e de memória visual

Ribeirão Preto -SP
2015

Lívia Valenti

A recuperação da informação da memória de trabalho: evidências baseadas em tarefas de
imagem mental e de memória visual

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

Orientador: Prof^o Dr. César Alexis Galera

Ribeirão Preto -SP
2015

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

Valenti, Livia

A recuperação da informação da memória de trabalho: evidências baseadas em tarefas de imagem mental e de memória visual. Ribeirão Preto, 2015.

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

Orientador: Prof^o Dr. César Alexis Galera.

1. Memória Visual. 2. Imagem Mental Visual. 3. Dica Retroativa. 4. Ruído Visual Dinâmico. 5. Tempo de Recuperação.

FOLHA DE APROVAÇÃO

Nome: Valenti, Livia

Título: A recuperação da informação da memória de trabalho: evidências baseadas em tarefas de imagem mental e de memória visual.

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 Alexis Galera (Orientador)

Instituição: Faculdade de Filosofia, Ciências e Letras de Ribeirão Preto.

Assinatura: _____

Prof. Dr. _____

Instituição: _____

Assinatura: _____

Prof. Dr. _____

Instituição: _____

Assinatura: _____

Agradecimentos

Agradeço em especial ao Professor Doutor **César Alexis Galera** pela orientação, paciência, sabedoria e suporte durante todo o tempo, sem o qual eu não teria alcançado meus objetivos.

Agradeço meus pais, **José Valenti Filho** e **Sebastiana Aparecida Valenti**, pela educação, motivação e carinho e incentivo a buscar meus objetivos e a persistir.

Agradeço ao meu irmão, **Lúcio José Valenti Filho** pelo apoio e sinceridade.

Agradeço especialmente a minha irmã e melhor amiga **Angélica Pereira Valenti**, por sempre estar ao meu lado, por seu carinho, cuidado e auxílio que contribuíram para minha formação pessoal e profissional.

Agradeço ao **Rafael Vasques** por todo o auxílio, apoio, amizade, companhia e conhecimento que contribuíram para a construção da minha formação.

Agradeço ao **Hugo César Palhares**, por todo o suporte, auxílio e conhecimento.

Agradeço aos meus colegas de laboratório **Isabella, Luísa, Mikael, Tamires, Mariana** por proporcionarem um ambiente fraterno e estimulante.

Agradeço aos meus amigos **Marcela, Carolina e Priscila** pelo carinho e apoio.

Agradeço ao auxílio financeiro da **CAPES** e da **FAPESP**, sem o qual este trabalho não seria possível.

Resumo

Valenti, L (2015). *A recuperação da informação da memória de trabalho: evidências baseadas em tarefas de imagem mental e de memória visual*. Dissertação de Mestrado, Faculdade de Filosofia, Ciências e Letras de Ribeirão Preto, Universidade de São Paulo, Ribeirão Preto.

A imagem mental e a memória visual têm sido consideradas como componentes distintos na codificação da informação, e associados a processos diferentes da memória de trabalho. Evidências experimentais mostram, por exemplo, que o desempenho em tarefas de memória baseadas na geração de imagem mentais (imaginação visual) sofre a interferência do ruído visual dinâmico (RVD), mas não se observa o mesmo efeito em tarefas de memória visual baseadas na percepção visual (memória visual). Embora várias evidências mostrem que tarefas de imaginação e de memória visual sejam baseadas em processos cognitivos diferentes, isso não descarta a possibilidade de utilizarem também processos em comum e que alguns resultados experimentais que apontam diferenças entre as duas tarefas resultem de diferenças metodológicas entre os paradigmas utilizados para estudá-las. Nosso objetivo foi equiparar as tarefas de imagem mental visual e memória visual por meio de tarefas de reconhecimento, com o paradigma de dicas retroativas espaciais. Sequências de letras romanas na forma visual (tarefa de memória visual) e acústicas (tarefa de imagem mental visual) foram apresentadas em quatro localizações espaciais diferentes. No primeiro e segundo experimento analisou-se o tempo do curso de recuperação tanto para o processo de imagem quanto para o processo de memória. No terceiro experimento, comparou-se a estrutura das representações dos dois componentes, por meio da apresentação do RVD durante a etapa de geração e recuperação. Nossos resultados mostram que não há diferenças no armazenamento da informação visual durante o período proposto, porém o RVD afeta a eficiência do processo de recuperação, isto é o tempo de resposta, sendo a representação da imagem mental visual mais suscetível ao ruído. No entanto, o processo temporal da recuperação é diferente para os dois componentes, principalmente para imaginação que requer mais tempo para recuperar a informação do que a memória. Os dados corroboram a relevância do paradigma de dicas retroativas que indica que a atenção espacial é requisitada em representações de organização espacial, independente se são baseadas visualizadas ou imaginadas.

Palavras-chave: memória visual, imagem mental, dica retroativa, ruído visual dinâmico, tempo de recuperação.

Abstract

Valenti, L (2015). *The retrieval of information from working memory: evidences based on mental imagery and visual memory tasks*. Dissertação de Mestrado, Faculdade de Filosofia, Ciências e Letras de Ribeirão Preto, Universidade de São Paulo, Ribeirão Preto.

The mental image and visual memory have been considered as different components in the coding of information, and associate to different processes of working memory. Experimental evidence demonstrate, that Dynamic Visual Noise (DVN) impairs the performance of memory tasks based on mental image generation (visual imagination), but have no effect on memory tasks based on visual perception (visual memory). Although several evidences demonstrate that imagination and visual memory tasks have cognitive distinct processes, it doesn't rule out the possibility that they share common processes and that some experimental results that indicate differences between the cognitive processes are resulted from different methodological paradigms used to studied them. Our objective was to equate tasks of visual mental imagery and visual memory, using a recognition task and spatial retro-cue paradigm. Sequences of roman letters were presented in visual (visual memory task) and acoustic (visual mental imagery task) forms, each letter presented in four different spatial locations. The first and second experiment analyzed the time of the retrieval course for imaging process and for the memory process. In the third experiment, we compared the structure of the representations of the two components, with the presentation of DVN during the stage of generating and retrieval. Our results demonstrated that there are no differences in the storage of visual information during the retrieval period and that the DVN only affect the retrieval process efficiency, principally the imagination process. However, the retrieval's time course is different for both components, since imagination requires more time than memory to retrieval information. The retro-cue paradigm reveals that spatial attention is required in representation with spatial organization based on visual perception or imagination

Keywords: Visual Memory, mental Image, retro-cue paradigm, dynamic visual noise, retrieval time.

Sumário

1. Introdução.....	8
1.1. Objetivos.....	14
2. Experimento 1.....	15
2.1. Método.....	15
2.1.1. Participantes.....	15
2.1.2. Materiais e Estímulos.....	15
2.1.3. Procedimento.....	16
2.1.3.1. Tarefa de MV.....	16
2.1.3.2. Tarefa de IV.....	17
2.1.4. Forma Visual.....	18
2.1.5. Delineamento.....	19
2.2. Resultados.....	19
2.2.1. Reconhecimento Corrigido.....	19
2.2.2. Tempo de Resposta.....	21
2.2.3. Forma Visual.....	22
2.3. Discussão.....	22
3. Experimento 2.....	24
3.1. Método.....	24
3.1.1. Participantes.....	24
3.1.2. Materiais e Estímulos.....	24
3.1.3. Procedimento.....	24
3.1.4. Delineamento.....	25
3.2. Resultados.....	25
3.2.1. Reconhecimento Corrigido.....	25
3.2.2. Tempo de Resposta.....	27
3.2.3. Forma Visual.....	27
3.3. Discussão.....	28
4. Experimento 3.....	31
4.1. Método.....	31
4.1.1. Participantes.....	31
4.1.2. Materiais e Estímulos.....	31
4.1.3. Procedimento.....	31

4.1.3.1.	Fase de Codificação.....	31
4.1.3.2.	Fase de Recuperação.....	32
4.1.4.	Delineamento.....	34
4.2.	Resultados.....	34
4.2.1.	Reconhecimento corrigido.....	34
4.2.2.	Tempo de Resposta.....	35
4.2.3.	Forma Visual.....	36
4.3.	Discussão.....	38
5.	Conclusão.....	40
	Referências.....	41
	ANEXOS.....	48
	Anexo A – Termo de consentimento livre e esclarecido.....	49
	Anexo B – Parecer do Comitê de Ética em Pesquisa da FFCLRP.....	50

1. Introdução

A memória de trabalho refere-se a um sistema de armazenamento breve que contribui para a realização de ações complexas do pensamento, como o raciocínio, a compreensão e a aprendizagem (Baddeley, 2010). O modelo proposto inicialmente por Baddeley e Hitch (1974), e posteriormente atualizado por Baddeley (1986; 2000, 2007), é constituído por um sistema de controle atencional, o executivo central, e por três armazenadores, o laço fonológico, o esboço visuoespacial, e o armazenador multimodal ou buffer episódico.

O laço fonológico é, de longe, o componente mais investigado do modelo (Baddeley, 2007). Considera-se que o laço fonológico é formado por dois componentes, um armazenador temporário, capaz de reter a informação durante alguns segundos, e um sistema de articulatório de recitação, responsável por manter ativa a informação presente no armazenador fonológico e por traduzir para um código fonológico a informação apresentada visualmente. A estrutura do armazenador fonológico foi proposta inicialmente por Baddeley e Hitch (1974) com base nos conhecimentos sobre a memória de curto prazo acumulados principalmente entre as décadas de 1960 e 1970. O efeito da similaridade fonológica, descrito inicialmente por Conrad (1964), é tomado como evidência de que a informação é armazenada em termos fonológicos nesse sistema. A existência do processo de recitação articulatória foi inferida com base no prejuízo provocado pela supressão articulatória, técnica desenvolvida pouco antes por Murray (1967), e pelo efeito do tamanho da palavra sobre a capacidade da memória verbal (Baddeley, Thomson & Buchanan, 1975). Evidências apresentadas posteriormente por Salamé e Baddeley (1982) sugerem que a informação fonológica tem acesso direto a este armazenador.

Até recentemente o esboço visuoespacial era, juntamente com o executivo central, o sistema menos conhecido do modelo de memória de trabalho (Pearson, 2001). Baddeley (2007) considera que a fraqueza central do esboço visuoespacial está, não nos erros contidos na sua formulação, mas no que se deixou em aberto. Esta falta de especificidade é evidente na multiplicidade de funções atribuídas a este sistema. O esboço visuoespacial foi proposto como um sistema de armazenamento capaz de integrar a informação visual e espacial em uma representação unitária única (Baddeley, 1986). Diferente do laço fonológico, esboço foi considerado como um armazenador não ligado a uma modalidade sensorial específica, uma vez que poderia armazenar tanto informações adquiridas através da visão como do tato ou de descrições verbais de uma cena. Além disso, o esboço visuoespacial seria um componente central na geração de imagens mentais.

A natureza da informação armazenada no esboço visuoespacial foi investigada por Baddeley e Lieberman (1980). Esse estudo mostrou que a geração de imagens na tarefa de Brooks, imaginar um trajeto numa matriz 4 x 4, é prejudicado pela realização de uma tarefa secundária de rastreamento espacial e/ou motor, sugerindo que as representações armazenadas nesse sistema seriam de natureza espacial. Por outro lado, Logie (1986) mostrou que a geração de imagens visuais é prejudicada se, durante a geração e o intervalo de retenção, o participante observa desenhos de objetos, sugerindo que o esboço visuoespacial age como um armazenador duplo, armazenando a informação visual e espacial.

O estudo da memória visuoespacial recebeu uma contribuição importante com o modelo de memória de trabalho visuoespacial proposto por Logie (1995). De acordo com este modelo, o esboço visuoespacial tem uma estrutura análoga às funções do laço fonológico, com dois componentes: o *visual cache* e o *inner scribe*. O *visual cache* armazena de forma passiva a aparência visual dos objetos de uma cena, sua capacidade de armazenamento varia em função da complexidade e do número de objetos da cena. O *inner scribe* armazena sequências de movimento e as relações espaciais entre objetos da cena. Além disso, este componente é responsável pela recitação da informação visual armazenada no *visual cache*. O *inner scribe* retém a sequência de localizações ou de movimento, enquanto que as localizações espaciais fixas são representadas no *cache* em termos de padrões visuais. Nesse modelo, a imagem mental visual está associada ao executivo central e à ativação da informação da memória semântica e episódica de longo prazo. Logie (2011), Van Der Meulen, Logie e Della Sala (2009) e também Andrade, Kemps, Werniers, May, e Szmalec (2002) sugerem que o processo de geração de imagens mentais visuais a partir de representações de longo prazo, deve ser considerado como um processo do executivo central, distinto do processo de armazenamento visuoespacial.

Embora Logie (1995) tenha considerado sua memória de trabalho visuoespacial como análoga ao armazenador fonológico, existem algumas diferenças importantes que devem ser consideradas. Enquanto a informação fonológica/verbal tem acesso direto ao armazenador fonológico (Salamé e Baddeley, 1982), Logie (1995, 2011) considera que o *visual cache* é acessado apenas pela informação semanticamente interpretada. De acordo com Logie (2003) a memória de trabalho visual não depende da percepção. As informações sensoriais cruas (tons de cor e forma) não teriam acesso direto ao *visual cache*. O conteúdo da memória de trabalho visual é de representações dos objetos já processados durante a percepção; o *visual cache* mantém apenas representações interpretadas com base em informações ativadas da memória de longo prazo. Ou seja, o *visual cache* não é exatamente uma memória visual, mas uma

memória semântica que contem informação necessária para reconstruir uma cena ou uma imagem mental (Quinn, 2012). O acesso indireto da informação ao *visual cache* tem sido colocado em questão em termos teóricos (Baddeley 2007; Pearson, 2001; Quinn 2008, 2012) e em estudos experimentais que utilizam técnicas de interferência por inputs visuais irrelevantes. Uma destas técnicas, o Ruído Visual Dinâmico (RVD), um ruído semelhante ao produzido por uma tela de TV fora de sintonia, prejudica o desempenho em tarefas de memória baseadas em imagens mentais criadas a partir de instruções verbais (e.g., pegword). O desempenho nessas tarefas é prejudicado quando o RVD é apresentado enquanto os estímulos são codificados ou enquanto são recuperados (McConnell & Quinn, 2000, 2004; Quinn & McConnell, 1996, 2006), mas não quando é apresentado durante o intervalo de retenção (Quinn & McConnell, 2006). O RVD também prejudica o desempenho em tarefas de memória nas quais os estímulos são apresentados em termos visuais, mas neste caso seu efeito é menos consistente. Por exemplo, o RVD não tem efeitos significativos no reconhecimento de caracteres chineses (Andrade et al, 2002) ou de matrizes preenchidas aleatoriamente (Avons & Sestieri, 2005), embora possa afetar a confiança que os participantes têm sobre a acurácia de suas respostas (Kemps & Andrade, 2012). Em outros estudos o RVD afetou o desempenho em tarefas de reconhecimento para o tamanho exato de círculos (McConnell & Quinn, 2003), para tons de cores (Dent, 2010; Pereira & Galera, n.d.), detalhes de textura (Dean, Dewhurst, & Whittaker, 2008) e para fontes gráficas (Darling, Della Sala, & Logie, 2007, 2009; Santana, Godoy, Ferreira, & Galera, 2014).

Sem considerar que os processos subjacentes às tarefas baseadas na imaginação e em estímulos visuais sejam os mesmos, pois existem evidências de que não o são (ver Pearson, 2001; Borst, Niven e Logie, 2012), a suposição mais simples para explicar as diferenças nos efeitos do RVD nas tarefas de imaginação e de memória é metodológica. Nas tarefas de imaginação o RVD é apresentado simultaneamente à geração das imagens mentais. Se o RVD e a geração das imagens mentais ativam as mesmas áreas corticais, tal como proposto no modelo computacional de Kosslyn (1994, 2005), poderemos supor que o prejuízo provocado pela apresentação do RVD, simultâneo à geração das imagens, decorre da interferência da percepção no processo de geração das imagens mentais. Por outro lado, nas tarefas de memória visual o RVD é apresentado depois que o estímulo a ser memorizado foi retirado da percepção. Ou seja, nas tarefas de memória o RVD só é apresentado depois que, possivelmente, a representação do estímulo teste já foi codificada numa representação mais estável, possivelmente na memória visual de curto prazo. Assim, a informação irrelevante afeta a geração consciente de imagens visuais, mas não o armazenamento das representações

visuais na memória visual de curto prazo, sejam elas oriundas da percepção ou da memória de longo prazo, através da imaginação. Esta interpretação preserva o *visual cache* como um sistema imune à informação ambiental, mas aponta para a necessidade de se incorporar no modelo de memória de trabalho visual, um novo componente, o *visual buffer*, formado pelas áreas corticais que armazenam de forma retinotópica a informação visual, tal como considerado modelo computacional de Kosslyn (1994).

O acesso da informação visual à memória visual de curto prazo é uma questão controversa com repercussões importantes para a compreensão da estrutura da memória de trabalho visual. A compreensão dos efeitos da informação irrelevante sobre o desempenho em tarefas de memória e imaginação visual pode levar a um modelo de memória de trabalho visual que incorpore de maneira mais orgânica tanto a memória como imaginação. Estudos recentes têm procurado estabelecer as relações existentes entre a imaginação visual e a memória de trabalho visual. Borst, Ganis, Thompson e Kosslyn (2012), por exemplo, investigaram a possível existência de processos comuns em tarefas de imaginação e de memória; especificamente investigaram se ambas as funções utilizam representações figurativas (*depictive representations*). Seus participantes julgaram propriedades visuais de imagens mentais (IV) de letras ou de representações visuais de letras codificadas na memória visual (MV) de curto prazo. Essas tarefas foram realizadas juntamente com duas tarefas secundárias de interferência visual apresentadas, ou simultaneamente com a instrução para gerar a imagem mental de uma letra, ou 10ms depois da apresentação da letra display. Uma tarefa secundária consistia na apresentação de um ruído não estruturado (RVD), e a outra consistia na apresentação de um ruído estruturado, formado por segmentos lineares semi-aleatorizados. A suposição dos autores era que o ruído estruturado, por conter mais aspectos figurativos, deveria interferir no armazenamento de representações figurativas, mas estas representações não deveriam ser prejudicadas pelo RVD. De maneira geral, os resultados mostram que tanto as representações processadas como imagem mental como as processadas como memória visual são mais prejudicadas pelo ruído estruturado, sugerindo que tanto a imagem mental como a memória visual utilizam representações figurativas.

O envolvimento de processos cognitivos comuns em tarefas de geração de imagens mentais visuais, no armazenamento dessas imagens mentais e no armazenamento da informação visual na memória de curto prazo foi investigado também por Borst, Niven e Logie (2012). Nesse estudo os participantes memorizaram sequências de letras maiúsculas e minúsculas, apresentadas em termos auditivos, na tarefa de imagem mental, e em termos visuais, na tarefa de memória visual. Duas tarefas secundárias foram utilizadas durante as

tarefas de memória, uma de dedilhar um teclado, que teoricamente deveria afetar o armazenamento da informação na memória visual de curto prazo (*visual cache*), e uma na qual o participante observava a apresentação de figuras desenhadas. Suposição dos autores era que a apresentação das figuras desenhadas afetaria o processo de geração de imagens, mas não seu armazenamento, por outro lado, o armazenamento, mas não a geração de imagens, seria afetado pela tarefa de dedilhar. O resultado principal mostra, de fato, que o dedilhar afeta a memória de curto prazo para as representações adquiridas tanto através da imaginação como através da percepção. Além disso, esses resultados confirmam que a apresentação dos desenhos, a informação visual irrelevante, interfere apenas na geração das imagens mentais visuais, e não tem efeitos sobre seu armazenamento. De maneira geral os resultados desse estudo sugerem que a memória visual de curto prazo, o *visual cache*, está envolvido no armazenamento tanto da imagem mental como da informação visual adquirida através da visão, mas não está envolvido na geração da imagem mental.

Os estudos de Borst, Niven, et al.(2012) e Borst, Ganis, et al.(2012) abrem novas perspectivas de integração do modelo de memória de trabalho visuoespacial (Logie, 1995; 2011) e do modelo computacional de Kosslyn (1994). De acordo com o modelo de Kosslyn, a informação visual irrelevante interfere na geração de imagens mentais porque interfere no conteúdo do *visual buffer*. O *visual cache* proposto por Logie, por outro lado, oferece suporte à memória temporária visual, sendo um componente distinto do sistema de geração de imagem visual, porém armazena representações temporárias processadas pela percepção e também imagens mentais (Van der Meulen et al. 2009). Além disso, o *visual buffer* permite acomodar de maneira mais orgânica, o papel da consciência na geração e na manipulação da imagem mental. Pearson (2001) argumenta que o *visual cache* age como um armazenador de representações visuais não conscientes, a consciência tem acesso apenas à informação representada no *visual buffer*. Como a informação do *visual buffer* decai rapidamente e sua capacidade é limitada, a retenção da informação por períodos mais longos deve ser realizada por um processo atencional de recitação, ou pela transferência da informação para o *visual cache*, onde as informações podem armazenadas por intervalos mais longos, sem demandas maiores de um componente executivo, mas fora da consciência.

Em resumo, o modelo de memória de trabalho visuoespacial proposto por Logie (1995, 2003, 2011), apesar de ter contribuído de forma decisiva para a compreensão da memória visuoespacial, apresenta algumas lacunas importantes. Uma destas lacunas se torna evidente quando se trata de integrar as funções de memória e de imaginação visual. Considerar a imaginação visual como uma função do executivo central (Logie, 2003, 2011)

torna as coisas ainda mais confusas, pois implica que uma estimulação visual irrelevante, como o RVD, interfere numa função executiva. Sem dúvida o executivo central tem um papel fundamental na geração e na recuperação das imagens mentais (Logie, 1995; Pearson, 2007), mas essas imagens devem ser recuperadas para um meio no qual possam ser inspecionadas, esse meio seria o *visual buffer* (Pearson 2001, Quinn, 2012). Sendo assim, consideramos que é da maior importância a realização de estudos que avaliem de forma integrada, com paradigmas semelhantes, as tarefas de imaginação visual e de memória visual. O paradigma experimental proposto por Nobre e colaboradores (Astle, Summerfield, Griffin, & Nobre, 2011; Lepsien & Nobre, 2006) pode ajudar a fazer esta aproximação. Esse paradigma consiste em uma tarefa de reconhecimento onde o participante memoriza uma cena visual com quatro estímulos distribuídos no espaço. Posteriormente, depois que estes estímulos não estão mais presentes, o participante é informado, por uma dica espacial retroativa, sobre a localização do estímulo que tem maior probabilidade de ser apresentado como estímulo teste. Segundo Lepsien e Nobre, quando a dica é apresentada, o sujeito recupera a informação da memória de trabalho ou da memória de longo prazo (p.28) e, podemos supor, deve ser mantida em um estado ativo até que o estímulo teste seja apresentado e uma decisão possa ser tomada.

A hipótese inicial do presente estudo era que o processo de recuperação baseado na dica retroativa é equivalente ao processo de recuperação utilizado na tarefa de imagem baseada na palavra dica, portanto esses processos não seriam completamente incompatíveis entre si. Tong (2013) encontrou evidências em um estudo de neuroimagem que sugerem que a representação visual interna é similar entre a imagem mental e a memória visual, e de possíveis estruturas neurais em comum entre os processos de geração da imagem, percepção e memória de trabalho visual. No entanto, pode-se considerar que os sujeitos podem utilizar das mesmas áreas neurais dependendo se a tarefa a ser realizada, permita usar estratégias de imagem para solucionar uma tarefa de memória visuo-espacial (Keogh & Pearson, 2011). Isto é, na tarefa utilizada no estudo de Tong o acesso a estratégias verbais ou de representações associadas à memória e longo prazo não eram viáveis, de modo que diferentes estímulos visuais como propostos no presente estudo podem requerer que funções diferentes sejam requisitadas, de modo que a imagem mental e a memória visual não compartilhem da ativação das mesmas áreas.

Em estudo realizado anteriormente procuramos adequar o paradigma desenvolvido por Astle e col. (2011) ao estudo do processo de recuperação da informação memorizada em combinação com a apresentação do RVD (Ferreira & Galera, 2013). No primeiro experimento estabeleceu-se o tempo necessário para o processo de recuperação da informação

manipulando o intervalo entre a dica e a apresentação do estímulo de comparação. A suposição era de que a apresentação da dica permitiria ao participante recuperar a informação indicada e, se o intervalo entre a dica e o estímulo teste fosse grande o suficiente, a dica proporcionaria um ganho de desempenho em comparação às provas nas quais a informação memorizada não pudesse ser recuperada. Os resultados de um primeiro experimento mostraram que o intervalo entre a dica retroativa e o estímulo teste deve ser maior do que 300 e menor do que 750ms. Em um segundo experimento fixou-se o intervalo entre dica retroativa e o estímulo teste em 700ms e foi aplicado o RVD durante o processo de recuperação. A hipótese era de que o RVD deveria afetar o desempenho dos participantes quando apresentado durante o intervalo de recuperação, assim como nos estudos de Quinn & McConnell (2006). De fato, os resultados mostram exatamente que a apresentação do RVD no intervalo dica-estímulo elimina a vantagem proporcionada pela dica.

1.1. Objetivos

Neste estudo pretendeu-se investigar o processo de recuperação da informação armazenada com base na imaginação visual (IV) e da informação armazenada com base na memória visual (MV). No primeiro e segundo experimento, o objetivo foi determinar as características temporais na fase de recuperação da informação visual em tarefas de IV e MV através da aplicação do paradigma de dicas retroativas (Lepsien & Nobre, 2006). No terceiro experimento foi investigado o efeito do RVD e da dica retroativa sobre o processo de recuperação.

A hipótese era de que durante o processo de recuperação do material visual, ambos os tipos de representação, tanto a baseada na imagem mental visual como a baseada na memória visual, seriam corrompidas pelo RVD por apresentarem estruturas semelhantes, isto é, representações figurativas, e por serem recuperadas para o *visual buffer*. De acordo os estudos previamente descritos (Borst, Niven & Logie, 2012; Borst, Ganis, Thompson & Kosslyn, 2012, Van der Meulen et al., 2009) a informação recuperada do *visual cache* corresponderia a representações visuais processadas pela percepção e a imagens visuais, previamente formadas no *visual buffer* e transferidas ao *cache*. Como diferentes procedimentos nas tarefas de memória e de imagem podem ter influenciado resultados contrastantes em estudos anteriores, consideramos que nosso procedimento permitiu equiparar as tarefas de forma mais adequada e assim permitir evidenciar possíveis diferenças entre processos envolvidos nas tarefas baseadas em imagem e em tarefas baseadas na informação visual.

2. Experimento 1

No experimento 1, dois grupos independentes realizaram separadamente tarefas de geração de imagem mental visual (IV) e de memória visual (MV), com dicas válidas e neutras. Os processos de recuperação da informação visual da IV e MV foram investigados, a partir do paradigma de dicas retroativas e de intervalos tempo variados na recuperação (intervalo entre dica e apresentação do estímulo-teste).

2.1. Método

2.1.1. Participantes

O experimento recrutou 32 participantes, entre 18 e 35 anos ($M=25,4$ anos; $DP=3,4$), de ambos os sexos (12 homens e 20 mulheres), com visão normal.

2.1.2. Materiais e Estímulos

Os estímulos utilizados foram semelhantes aos do estudo de Borst, Niven, et al (2012). Na tarefa de memória visual (MV) foram programadas sequências de quatro estímulos visuais formados por letras visualmente distintas nas formas maiúsculas ou minúsculas (Dd – Hh – Qq – Rr). As sequências de letras foram apresentadas nos cantos de um quadrado imaginário, com lados de 3cm, no centro do monitor. Na tarefa de imagem mental (IV) as sequências de estímulos foram idênticas à tarefa de memória, porém foram apresentados em formato de áudio gravado por uma voz masculina, que informava o nome da letra e se esta era maiúscula ou minúscula. O nome de cada letra dito era seguido por “maior” ou “menor” para indicar a forma maiúscula ou minúscula. Exemplo: “R-maior”, “r-menor”, “D-maior”, “p-menor”. As letras foram apresentadas de forma auditiva e associadas a locais específicos do campo visual através da apresentação simultânea de uma moldura quadrada de 1x1cm em um local específico do campo. As letras da sequência da tarefa de memória visual e do estímulo-teste (estímulo de comparação), apresentadas em Arial Black, ocuparam uma área de aproximadamente 1cm^2 . Os estímulos acústicos foram gravações de áudio de duração aproximada de 1000ms. Os estímulos foram programados no experimento através do E-Prime. O ponto de fixação era uma moldura quadrada com 0,5cm de lado, com o contorno desenhado com 1mm de espessura, apresentado no centro da tela, na ausência de qualquer

outro estímulo. As dicas também eram molduras com as mesmas dimensões que o ponto de fixação; as dicas informativas tinham dois lados adjacentes desenhados com 2mm de espessura e a dica neutra tinha os quatro lados com espessura de 2mm.

2.1.3. Procedimento

A tarefa principal consistiu de um paradigma de reconhecimento de itens na qual o participante devia decidir se um estímulo teste pertence, ou não, a uma sequência de itens recém-apresentados. Os itens de cada sequência foram apresentados em termos visuais ou em termos auditivos, associados a locais específicos do campo visual. Durante o intervalo de retenção, uma dica retroativa indicou a localização do estímulo teste com uma previsibilidade de 100%. Em 75% das provas, a dica informativa estava presente e a dica neutra foi apresentada em 25% das provas.

Com o objetivo de tornar mais difícil a codificação verbal da sequência de letras, os participantes também fizeram, durante as tarefas de memória e de imaginação, uma tarefa de supressão articulatória. Nessa tarefa um número de três dígitos (por exemplo, 693) foi apresentado no centro da tela do computador por 2 segundos e o participante, em voz alta, teve que ler e repetir os dígitos na mesma ordem de apresentação, recitando-os de forma separada (“seis nove três, seis nove três...”) até a apresentação do estímulo teste. Em ambas as tarefas as sequências apresentadas foram sorteadas da mesma lista de sequências previamente elaborada, sendo que as letras de cada sequência foram distribuídas aleatoriamente aos quatro locais selecionados. No início de cada sessão experimental os participantes foram instruídos a respeito da tarefa e passaram por 10 provas de treino.

2.1.3.1. Tarefa de MV

Cada prova teve início com a apresentação dos dígitos que foram repetidos até a emissão da resposta, seguido, 250ms depois, pela apresentação do ponto de fixação. A primeira letra da sequência foi apresentada como estímulo visual, após um intervalo de 1000ms. Cada letra foi apresentada por 600ms, com um intervalo de 1,500ms entre duas letras consecutivas (ISI). Após um intervalo de 2500ms, da apresentação do último estímulo da sequência, uma dica retroativa, foi apresentada sobre o ponto de fixação, por 250ms. A dica informava, com uma validade de 75%, a posição que teria sido ocupada pelo estímulo teste. Em 25% das provas a dica foi neutra. O intervalo entre a dica e a apresentação do estímulo teste foi de 100ms, 300ms, 500ms e 700ms. O estímulo teste permaneceu na tela até que o participante desse sua resposta. O participante pressionava o botão esquerdo do mouse para

responder que o estímulo estava presente na sequência original, ou o botão direito para responder que não. Independente da dica, em metade das provas o estímulo teste foi um dos estímulos da sequência memorizada (Figura 1).

2.1.3.2. Tarefa de IV

A tarefa de IV tem a mesma estrutura que a MV. Cada prova teve início com a apresentação dos dígitos a serem repetidos, seguido pelo ponto de fixação, e após um intervalo de 1000ms, foram apresentados, com início simultâneo, o estímulo acústico e a moldura, indicando o local ao qual o estímulo acústico se refere. O local da moldura é o local do estímulo nesta tarefa. O estímulo acústico teve uma duração aproximada de aproximadamente 1000ms. A moldura permanecia no local por 1000ms, o próximo estímulo acústico/moldura foi apresentado depois de um intervalo de 1500ms (ISI). Da mesma forma que na condição de MV, 2500ms após a apresentação do último estímulo da sequência, uma dica retroativa, apresentada por 250ms, indicou a possível localização do estímulo teste. Exceto pela natureza sensorial os estímulos, esta tarefa reproduz as características da tarefa de MV (Figura 2).

Figura 1. Tarefa de memória visual (MV) no experimento 1.

Figura 2. Tarefa de imagem mental visual (IV) no experimento 1.

2.1.4 Forma Visual

No experimento, 6 letras do alfabeto romano foram utilizadas no formato maiúsculo e minúsculo (R-r, M-m, L-l, H-h, D-d, Q-q). Os estímulos foram idênticos aos utilizados em Borst, Niven, et al (2012), sendo as formas dissimilares entre si. Com finalidade de determinar se a identidade e a forma visual da letra-teste em comparação aos estímulos da apresentação dificultam ou facilitam o reconhecimento do estímulo para ambos grupos, foram realizadas análises de três categorias das letras apresentadas no teste: grupo “Igual”, grupo “Dentro”, grupo “Fora”. No caso das provas positivas em que a letra-teste estava presente anteriormente, a letra-teste apresentava a mesma identidade e forma (maiúscula ou minúscula) de uma das letras da sequência, portanto pertencia ao grupo “Igual”. Nas provas negativas em que a letra-teste não estava presente anteriormente, e a letra-teste apresentava a mesma identidade, porém a forma visual diferente de uma das letras da sequência, o estímulo pertencia ao grupo “Dentro”. Por exemplo, a apresentação da sequência “D-h-L-m” e da letra-teste “d”, o teste tem a mesma identidade fonológica da letra “D” apresentada inicialmente, porém apresenta o formato minúsculo (“d”) enquanto que a letra anterior é maiúscula. Nas provas negativas, no caso da letra-teste apresentar a identidade e forma visual diferente de todas das letras da sequência, o estímulo pertencia ao grupo “Fora”. Por exemplo, a apresentação da sequência “D-h-L-m” e da letra-teste “Q”, o teste tem a identidade fonológica diferente e a forma visual diferente das letras apresentadas inicialmente.

2.1.5 Delineamento

As tarefas de memória visual e imaginação mental foram realizadas por grupos independentes. Em cada um dos tratamentos resultantes da combinação do estímulo-teste (pertence ou não pertence à sequência memorizada) e intervalo de recuperação (100ms, 300ms, 500ms e 700ms) foram realizadas 128 provas, 75% das quais tiveram dicas informativas e 25% com dicas neutras.

2.2. Resultados

2.2.1. Reconhecimento Corrigido

As análises levaram em conta o reconhecimento corrigido, a diferença entre a porcentagem de acertos (hit) e o falso alarme (Allen, Baddeley & Hitch, 2006). Com base nesses dados, foi realizada uma análise de variância considerando as tarefas principais (memória visual e imagem mental visual) com medidas repetidas (intervalo de recuperação e dica informativa ou neutra).

Os resultados mostram que a interação entre grupos (IV e MV) e intervalo é significativa ($F(3,90) = 2,73$; $p = 0,04$, $n_p^2 = 0,08$), no entanto, o *post-hoc* (Fisher) mostra que a diferença ocorre apenas no intervalo de 300ms ($M_{IV} = 45\%$, $EPM_{IV} = 5,6\%$; $M_{MV} = 66\%$, $EPM_{MV} = 5,6\%$). O desempenho da memória tem um aumento significativo acima da imagem em 300ms (Figura 3). No entanto, em geral, os grupos não apresentam desempenhos diferentes [$F(1,30) = 2,75$; $p = 0,10$, $n_p^2 = 0,08$].

O ANOVA mostra que não há interação entre grupos e a validade da dica ($p > 0,05$), contudo mostra que é consistente o efeito significativo da dica válida ao melhorar o desempenho em provas informativas ($M_{IV} = 60\%$, $EPM_{IV} = 4,7\%$; $M_{MV} = 70\%$, $EPM_{MV} = 4,7\%$) do que em provas neutras ($M_{IV} = 42\%$, $EPM_{IV} = 5,6\%$; $M_{MV} = 54\%$, $EPM_{MV} = 5,6\%$) [$F(1,30) = 23,04$; $p < 0,001$, $n_p^2 = 0,43$].

Na tarefa de memória visual (MV), os participantes obtiveram um desempenho melhor nas provas informativas ($M = 70\%$; $EPM = 5,4\%$) do que nas provas neutras ($M = 54\%$; $EPM = 5,2\%$) [$F(1,15) = 7,45$; $p = 0,01$; $n_p^2 = 0,33$]. Esse resultado também foi significativo no grupo de imagem mental visual (IV) [$F(1,15) = 18,61$; $p < 0,001$; $n_p^2 = 0,55$]. No grupo MV não houve diferença de desempenho para os intervalos de tempo de recuperação [$F(1,15) = 2,20$; $p = 0,10$; $n_p^2 = 0,12$]; no entanto, no grupo IV, a diferença é significativa ($F(1,15) = 3,78$; $p = 0,01$; $n_p^2 = 0,20$), porém o *post-hoc* (Tukey) mostra que o desempenho é apenas melhor em 700ms

($M=60\%$; $EPM=5,5\%$) do que em 100ms ($M=43\%$; $EPM=7,0\%$). Apesar do intervalo não mostrar efeito no grupo MV, a interação entre intervalo e o tipo de dica (informativa ou neutra) foi marginal [$F(1,15) = 0,48$, $p = 0,07$, $\eta_p^2 = 0,03$]. No entanto, o *post-hoc* (Tukey) não mostra diferenças significativas. (Figura 4).

Figura 3. Reconhecimento corrigido para os grupos de imagem mental visual (IV) e memória visual (MV) nos intervalos de recuperação. O erro padrão é representado na figura pela barra de erros anexada a cada coluna.

Figura 4. Reconhecimento corrigido para os grupos de imagem mental visual (IV) e memória visual (MV) nos intervalos de recuperação e nas provas informativas e neutras. O erro padrão é representado na figura pela barra de erros anexada a cada coluna.

2.2.2. Tempo de Resposta

A análise tempo de resposta considerou apenas as respostas corretas e o tempo de resposta acima de 300ms e abaixo de 5000ms. Os resultados mostraram-se condizentes com os dados do reconhecimento corrigido para o efeito significativo da dica informativa [$F(1,14) = 80,27$, $p < 0,001$, $n_p^2 = 0,72$]. Em ambos os grupos o tempo de resposta foi mais rápido nas provas informativas do que nas provas neutras ($p < 0,05$). O intervalo de tempo também foi significativo [$F(1,14) = 8,67$, $p < 0,001$, $n_p^2 = 0,22$]. Para os dois grupos, o tempo de resposta foi mais rápido em 300ms, 500ms e 700ms comparados ao primeiro intervalo de 100ms (Tukey, $p < 0,05$). Os dados indicam que o grupo IV ($M = 1524\text{ms}$, $EPM = 110,84\text{ms}$) e MV ($M = 1235\text{ms}$, $EPM = 110,84\text{ms}$) apresentam uma tendência de se diferenciarem [$F(1,14) = 3,39$, $p = 0,07$, $n_p^2 = 0,10$] em relação ao tempo de resposta (Figura 5).

Figura 5. Tempo de resposta para os grupos de imagem mental visual (IV) e memória visual (MV) nos intervalos de recuperação e nas provas informativas e neutras. O erro padrão é representado na figura pela barra de erros anexada a cada coluna.

2.2.3. Forma Visual

A análise de reconhecimento corrigido considerou a porcentagem de acertos nas provas positivas (hits) que é correspondente à porcentagem do grupo “Igual”, menos o falso alarme nas provas negativas para cada grupo “Dentro” e “Fora”. Portanto, a comparação pode somente ser realizada entre os grupos de “Dentro” e “Fora”.

De acordo a análise da ANOVA de medidas repetidas para a classificação do tipo de estímulo-teste (fora e igual), os grupos de IV e MV não são significativamente diferentes entre si [$F(1,14) = 2,71$; $p = 0,11$; $n_p^2 = 0,08$], porém os participantes obtiveram melhor escore nas provas com dica informativas ($M = 64\%$; $EPM = 3,3\%$) do que em provas neutras ($M = 48\%$; $EPM = 3,9\%$) [$F(1,14) = 22,16$; $p < 0,001$; $n_p^2 = 0,42$] e em provas da categoria "Fora" ($M = 60,81\%$; $EPM = 3,06\%$) do que na categoria "Dentro" ($M = 52,25\%$; $EPM = 3,80\%$) [$F(1,14) = 14,92$; $p < 0,001$; $n_p^2 = 0,33$]. A interação entre validade da dica e as categorias de forma não é significativa ($p = 0,59$) (Figura 6).

Figura 6. Porcentagem da taxa de acertos em relação à forma visual das letras-teste apresentadas. Forma visual e identificação verbal não similar do estímulo inicial e do estímulo-teste (Grupo Fora) e forma visual diferente e com mesma identificação verbal (Grupo Dentro). O erro padrão é representado na figura pela barra de erros anexada a cada coluna.

2.3. Discussão

No primeiro experimento foi proposto um procedimento na qual as tarefas de imagem mental e memória visual fossem equiparadas, o que possibilitou a comparação entre os

processos de recuperação da informação visual na imaginação e na memória. Como esperado, ao utilizar o paradigma da dica retroativa nas tarefas, o desempenho dos participantes nas provas informativas foi maior do que nas provas neutras (Astle e col, 2011; Lepsien & Nobre, 2006). Esse resultado foi constante em todas as análises e confirma a hipótese inicial de que quando a dica retroativa é apresentada, o sujeito recupera a informação da memória de trabalho, permitindo o acesso da informação visual que estaria indisponível para a recuperação (Murray, Nobre, Clark, Cravo, & Stokes, 2013, Lepsien & Nobre, 2006). A dica endógena espacial permite que a atenção espacial direcione a recuperação da informação sensorial, presente em uma localização relevante para a tarefa. Isso sugere que a representação mental baseada na memória ou na imaginação mantem uma organização espacial da informação sensorial apresentada anteriormente (Harrison & Tong, 2009; Kosslyn, 2005) e que a dica utiliza recursos da atenção espacial tanto em representações perceptuais quanto em representações imaginadas, isto é em representações geradas na ausência de um input visual (Gosling & Astle, 2013).

Observa-se que a dica retroativa favorece a manutenção da representação na memória a partir dos 300ms e isso pode sugerir que no intervalo de 100ms, não é suficiente para que a memória recupere a representação mais nítida da informação visual para que essa seja preservada pela dica. O tempo de recuperação da informação visual na memória está entre os 100ms e 300ms, e após um período de tempo de 500ms, a informação mantida apresentada um decaimento (Phillips e Baddeley, 1971) suave, possivelmente devido aos recursos da memória visuoespacial não conseguirem manter a representação visual devido ao tempo. Essa limitação pode estar relacionada às estratégias de recitação visual da memória visual que se tornam insuficientes (Posner, Boies, Eichelman. & Taylor, 1969).

Na análise do desempenho dos participantes em relação à forma visual das letras apresentadas, em provas do grupo “Dentro” em que a letra-teste tinha a característica visual diferente (forma visual), porém a mesma nomeação (identidade verbal) do que a letra apresentada na sequencia durante a codificação (Ex.: M # m), o desempenho foi pior do que o grupo “Fora” em que a letra-teste tinha a forma visual e identidade diferentes do que as letras da sequência inicial (Ex.: M# h). Sugere-se que houve uma confusão causada pela forma visual. Isso sugere que códigos visuais seriam utilizados na retenção de propriedades das representações das letras apresentadas em sequência; referindo-se a uma capacidade da memória visuoespacial e da imagem visual mental (Van der Meulen e col., 2009; Posner, Boies, Eichelman & Taylor, 1969), sendo o armazenador fonológico responsável pela retenção da identidade da representação (Borst, Niven et. al 2012). Além disso, os

participantes foram melhores no reconhecimento de letras-teste que eram totalmente diferentes na forma das letras anteriores (M # h). Esse efeito de similaridade é condizente com o aspecto do armazenador fonológico (Salamé & Baddeley, 1986) em que sequências de palavras pouco similares entre si são mais facilmente recuperadas (cadeira, chá, toalha). Nesse caso, a tarefa é de reconhecimento e a comparação entre as letras memorizadas e o teste indica um melhor reconhecimento de letras completamente diferentes na forma visual (Mates & Baques, 2009).

Para o processo na imagem mental visual, a recuperação da representação inicia-se nos 300ms, com os dois grupos se diferenciando nessa etapa do processo; com a informação baseada na memória visual recuperada em um intervalo anterior ao da imagem, entre 100ms e 300ms. De acordo os dados, os processos tornam-se pareados em 700ms, porém foi proposto um segundo para investigar se o traço da memória visual decai ou é mantido, e se o processo de imaginação a representação é mantida em um intervalo de tempo maior.

3. Experimento 2

No segundo experimento, investigou-se o processo de memória e imagem para três intervalos de recuperação, 300ms, 650ms e 1000ms. O intervalo de tempo foi selecionado a partir dos dados anteriores que sugerem maior diferença entre os grupos a partir dos 300ms. O mesmo grupo de participantes realizou dois blocos de tarefas, um de IV e outro de MV, com a ordem dos blocos alternada.

3.1. Método

3.1.1. Participantes

O experimento recrutou 12 participantes, entre 18 e 35 anos ($M=27,5$ anos; $DP=3,62$), de ambos os sexos (4 homens e 8 mulheres), com visão normal.

3.1.2. Materiais e Estímulos

Os materiais e estímulos utilizados foram idênticos aos do primeiro experimento.

3.1.3. Procedimento

As tarefas de IV e MV foram idênticas aos do primeiro experimento, com exceção do intervalo de tempo selecionado. Três intervalos foram utilizados, de 300ms, 650 e 1000ms.

3.1.4. Delineamento

As tarefas de memória visual e imaginação mental foram realizadas por um mesmo grupo. Em cada um dos tratamentos resultantes da combinação do estímulo-teste (pertence ou não pertence a sequência memorizada) e intervalo de recuperação (300ms, 650ms e 1000ms) e tarefa realizada (IV e MV) foram realizadas 96 provas, 75% das quais tiveram dicas informativas e 25% com dicas neutras. O delineamento experimental é de medidas repetidas intra-sujeito.

3.2. Resultados

3.2.1. Reconhecimento corrigido

A análise da ANOVA considerou a tarefa realizada (IV ou MV), a validade da dica (informativa ou neutra) e o tempo de recuperação (300ms, 650ms e 1000ms). Para o tratamento dos dados, o reconhecimento corrigido foi utilizado.

Os resultados mostraram que o grupo apresenta o desempenho diferente em relação ao tipo da tarefa realizada, com pior desempenho para o bloco da tarefa de IV ($M=50\%$; $EPM=5,19\%$) em relação ao bloco de tarefa de MV ($M=60\%$; $EPM=5,34\%$) [$F(1,11) = 11,03$; $p=0,006$, $n_p^2=0,50$]. A diferença é significativa entre provas informativas ($M=70\%$; $EPM=4,7\%$) e neutras ($M=42\%$; $EPM=6,3\%$) [$F(1,11) = 30,10$; $p<0,001$, $n_p^2=0,73$], porém não há interação entre a validade da dica (informativa ou neutra) e os blocos de tarefas ($p>0,05$).

A interação entre intervalo de recuperação e o tipo de tarefa é significativa [$F(2,22) = 6,17$; $p=0,007$, $n_p^2=0,35$], no entanto, o *post-hoc* (Tukey) mostra que a diferença ocorre apenas em 300ms, isto é, os participantes tem um desempenho melhor ao realizarem a tarefa de MV ($M=61\%$; $EPM=6,7\%$) do que na tarefa de IV ($M=36\%$; $EPM=6,5\%$) aos 300ms (Figura 7).

A interação de entre o intervalo recuperação, a validade da dica (informativa ou neutra) e o tipo de tarefa (IV e MV) é significativa [$F(2,22) = 6,33$; $p<0,05$, $n_p^2=0,36$], no entanto, o *post-hoc* (Tukey) mostra apenas que em provas com dica neutra na tarefa de IV ($M= 17\%$, $EPM=9,4\%$) e de MV ($M= 54\%$, $EPM=8,0\%$) são diferentes em 300ms.

O *post-hoc* ainda mostra que no bloco de tarefas MV, o desempenho dos participantes é melhor nas provas informativas no intervalo de 650ms ($M = 76\%$, $EPM = 6,6\%$) e 1000ms ($M = 79\%$, $EPM = 4,0\%$) do que nas provas neutras ($M_{650} = 44\%$, $EPM_{650} = 9,2\%$); ($M_{1000} = 42\%$, $EPM_{1000} = 7,7\%$), porém não há diferenças no primeiro intervalo. No entanto, no bloco de tarefa de IV, o desempenho é melhor em provas informativas do primeiro intervalo, 300ms ($M = 55\%$, $EPM = 4,9\%$), e do último, 1000ms, ($M = 72\%$, $EPM = 5,4\%$) do que nas provas neutras ($M_{300} = 17\%$, $EPM_{300} = 9,4\%$); ($M_{1000} = 44\%$, $EPM_{1000} = 8,7\%$) ($p < 0,05$) (Figura 8).

Figura 7. Reconhecimento corrigido para os grupos de imagem mental visual (IV) e memória visual (MV) nos intervalos de recuperação. O erro padrão é representado na figura pela barra de erros anexada a cada coluna

Figura 8. Reconhecimento corrigido para os grupos de imagem mental visual (IV) e memória visual (MV) nos intervalos de recuperação e nas provas informativas e neutras. O erro padrão é representado na figura pela barra de erros anexada a cada coluna.

3.2.2. Tempo de Resposta

A análise tempo de resposta considerou apenas as respostas corretas e o tempo de resposta acima de 300ms e abaixo de 5000ms. Os resultados mostraram que o tempo de resposta é mais rápido em provas informativas ($M=1047\text{ms}$; $EPM=90,88\text{ms}$) do que neutras ($M=1351\text{ms}$; $EPM=126,43\text{ms}$), sendo a validade da dica significativa [$F(1,11) = 34,10$; $p < 0,0001$, $n_p^2 = 0,75$]. O intervalo de tempo também foi significativo [$F(1,11) = 3,99$; $p = 0,03$, $n_p^2 = 0,26$], no entanto, o *post-hoc* (Tukey) apenas apresentou um efeito marginal ($p = 0,046$) entre os intervalos de 300ms ($M=1265\text{ms}$; $EPM=119,80\text{ms}$) e 1000ms ($M=1161\text{ms}$; $EPM=100,18\text{ms}$). Esses resultados foram similares aos do primeiro experimento, no entanto, foi significativa a diferença entre os tipos de tarefas realizadas, [$F(1,11) = 10,87$; $p = 0,007$, $n_p^2 = 0,49$] sendo que o tempo de resposta para a tarefa de IV foi mais lenta ($M=1333\text{ms}$; $EPM=121,20\text{ms}$) do que para a tarefa de MV ($M=1065\text{ms}$; $EPM=107,27\text{ms}$) (Figura 9).

Figura 9. Tempo de resposta para os grupos de imagem mental visual (IV) e memória visual (MV) nos intervalos de recuperação e nas provas informativas e neutras. O erro padrão é representado na figura pela barra de erros anexada a cada coluna.

3.2.3. Forma Visual

De acordo a análise, as tarefas de IV e MV são significativamente diferentes entre si [$F(1,11) = 11,37$; $p = 0,006$; $n_p^2 = 0,50$], com o desempenho na MV melhor ($M=60\%$;

EPM=5,3%) do que a IV (M=50%; EPM=5,1%). O efeito da dica foi significativo, os participantes apresentaram melhor desempenho nas provas informativas (M=68%; EPM=4,6%) do que provas neutras (M=41%; EPM=6,3%) [$F(1,11) = 30,54$; $p < 0,001$; $n_p^2=0,73$]. O desempenho nas provas da categoria "Fora" (M=60,81%; EPM=5,4%) também foi melhor do que na categoria "Dentro" (M=50%; EPM=4,9%) [$F(1,11) = 9,89$; $p = 0,009$; $n_p^2=0,47$]. (Figura 10).

Figura 10. Porcentagem da taxa de acertos em relação à forma visual das letras-teste apresentadas. Forma visual e identificação verbal não similar do estímulo inicial e do estímulo-teste (Grupo Fora) e forma visual diferente e com mesma identificação verbal (Grupo Dentro). O erro padrão é representado na figura pela barra de erros anexada a cada coluna.

3.3. Discussão

Os resultados mostram que a dica retroativa aumentou a probabilidade da informação visual ser recuperada, influenciando o fluxo de informação sensorial para a memória de trabalho em representações visualizadas ou imaginadas. Isto indica que atenção espacial é necessária para a organização das representações mentais, controlando a transferência de informações visuais (Schmidt, Vogel, Woodman, & Luck, 2002) e selecionando a entrada de estímulos que estão localizados em regiões do espaço priorizadas (Posner, 1980, Awh, Jonides, & Reuter Lorenz, 1998). Estudos anteriores colaboraram para evidências de que a atenção aumenta a probabilidade de itens relevantes para a tarefa serem armazenados na memória visuoespacial durante a codificação (Astle et al, 2011; Lepsien & Nobre, 2006), não

dependendo apenas da memória icônica, mas também modelando a memória visuoespacial (Griffin & Nobre, 2003).

Gosling & Astle (2013) encontraram resultados semelhantes aos do presente estudo ao compararem tarefas de imagem mental e memória visuoespacial, nas quais os participantes deveriam visualizar ou imaginar os itens apresentados do início da tarefa em localizações espaciais diferentes e posteriormente após um intervalo de manutenção, julgar, de acordo com a nova localização imaginada ou vista, se a figura (um dos itens) estava presente (imaginada ou visualizada) ou ausente. O paradigma utilizado foi semelhante ao utilizado no experimento 1 e 2, no entanto, nas tarefas, a localização dos itens permaneceu igual, e a dica retroativa foi utilizada como orientação espacial para um dos itens apresentados. Em ambos os estudos, os dados indicam o recrutamento da atenção espacial em representações mentais dependentes diretamente do input sensorial, por meio da visualização da disposição espacial de objetos, ou de modo indireto, quando a organização espacial é apenas imaginada.

Interessante que assim como os dados encontrados no presente estudo, o desempenho na tarefa de memória foi melhor do que da imagem mental. Porém, no nosso caso, o desempenho foi melhor em períodos específicos de tempo. Isso sugere que inicialmente os processos temporais de recuperação são distintos, porém posteriormente torna-se pareados no desempenho, e até o período estudo (1000ms) não há uma queda drástica, persistindo por vários segundos. No entanto, a informação pode não ser acessada para a recuperação, caso a atenção não esteja envolvida (Murray, Nobre, Clark, Cravo, & Stokes, 2013, Kiyonaga & Egner, 2013), por exemplo, a eficiência do processamento é melhor (tempos de respostas mais rápidas) se a atenção externa é direcionada a representações de itens mantidos internamente, quando um preditor válido (dica) orienta para localização do alvo procurado (busca visual), porém quando a atenção espacial é inibida, a memória para a localização espacial é prejudicada (Awh et al., 1998).

É importante notar que o efeito da dica retroativa na recuperação de itens não foi significativo em todos os intervalos, no entanto, isso não sugere que a dica não tenha melhorado a recuperação, e possivelmente o efeito é significativo em períodos em que o decaimento da informação ou a manutenção da representação é pior, e obviamente, quando o desempenho e eficiência do processo de recuperação estão em um ponto ótimo, a diferença entre provas neutras e com dicas retroativas não é observado.

Como esperado, o tempo ótimo para as representações baseadas na percepção (memória visual) é 300ms, sendo mais tardio o alcance do ponto de maior desempenho no processo de imaginação visual, entre 500ms e 650ms (dentro dos intervalos utilizados no

presente estudo), de modo que os processos diferenciam-se no intervalo do ponto ótimo da memória visual. O fato de a memória visual apresentar um desempenho melhor que o processo da imagem visual nesse período pode ser devido à imaginação requerer do sistema de trabalho uma maior quantidade de recursos cognitivos visuo-espaciais do que a memória visual (Vecchi, Monticellai & Cornoldi, 1995). Para manter uma imagem com padrões visuais com uma resolução alta, recursos adicionais são necessários (Kosslyn, Sukel & Bly, 1999), sendo que estímulos mais complexos podem exigir uma contínua geração da representação da imagem mental visual (Darling et al., 2009), o que seria um processamento mais custoso do que o armazenamento da informação visual. Portanto, para recuperar uma representação mais nítida ou completa para a imagem, o custo poderia ser maior e um tempo maior seria necessário para que as representações perceptuais fossem recuperadas em um formato mais preciso.

Como a dica retroativa facilita a ativação de itens através da orientação da atenção interna espacial, pode-se supor que a atenção seletiva manipule a qualidade das representações, de modo que a dica retroativa seleciona apenas os itens relevantes para a tarefa, permitindo que mais recursos sejam destinados a estes, aumentando a precisão de em que cada item seja representado, quando o número de itens mantido é menor do que a capacidade do sistema (Bays & Husain, 2008). Porém, a atenção seletiva pode estar não relacionada com a qualidade das representações dos itens, e sim com a quantidade de itens acessíveis para a recuperação (Murray et al., 2013), isto é, a atenção protege de que os itens sejam esquecidos ou que sofram “morte súbita” (Zhang & Luck, 2009), portanto, um item que estaria indisponível ao acesso, seria restaurado ao sistema, evitando que um item seja inibido pela manutenção de outras memórias (processo conceituado como “morte súbita”). Os estudos anteriores direcionam para aspectos da memória visuoespacial, e na análise do presente estudo demais investigações deveriam ser elucidadas para afirmar o mesmo para o processo de imaginação. No entanto, ressalta-se que a atenção espacial interna orienta a recuperação de representações sejam representações internas advindas da percepção ou não (Gosling & Astle, 2013) independente do modo de funcionamento da atenção nos processos.

Apesar de a orientação espacial beneficiar a recuperação de itens em representações internas da memória ou da imagem, não podemos concluir que as representações recordadas apresentem estruturas similares ao serem recuperadas (Borst, Ganis et al, 2012) de um armazenador comum (Borst, Niven et al 2012). Em um terceiro experimento, investigamos a relação entre a estrutura das representações da memória visual e imagem mental visual. Nossa suposição é que, independente da forma como foram memorizadas, estas

representações deveriam ser recuperadas para um estado ativo (Lepsien & Nobre, 2006), e se estivessem em um *visual buffer* tal como proposto por Kosslyn (1994), neste momento estariam passíveis a interferência sensorial externa (RVD) (Quinn, 2008; Quinn e McConnell 2006). O RVD foi apresentado em duas fases, a de codificação (durante e entre a apresentação dos estímulos) e de recuperação (entre a apresentação da dica e do estímulo-tese) na IV e MV.

4. Experimento 3

No terceiro experimento, analisamos a interferência do RVD nas fases de codificação e recuperação na IV e MV. O objetivo é investigar se as estruturas das representações mentais perceptuais ou imaginadas são similares ou diferentes, isto é, se são recuperadas em um mesmo armazenador durante a recuperação.

4.1. Método

4.1.1. Participantes

O experimento recrutou 48 participantes, entre 18 e 35 anos ($M=25,9$ anos $DP= 4,7$), de ambos os sexos (15 homens e 33 mulheres), com visão normal.

4.1.2. Materiais e Estímulos

Os materiais e estímulos foram idênticos aos utilizados no experimento 1 e 2, exceto pela apresentação do RVD durante o intervalo entre a apresentação da dica e do teste (recuperação) e durante a fase de codificação dos estímulos (geração). A apresentação de cada letra memorizada durou 1000ms, na tarefa de IV e MV. O RVD é formado por uma matriz de 80 x 80 pontos, cada ponto com 4 x 4 pixels, cobrindo uma área de aproximadamente 13,5 x 13,5cm no centro da tela do monitor. Metade dos pontos é branca e metade é preta. A cada segundo, 320 pontos tomados aleatoriamente, mudaram de preto para branco e vice versa.

4.1.3. Procedimento

4.1.3.1. Fase de Codificação

Na tarefa de IV, o RVD esteve presente durante todo o intervalo de geração de imagens, isto é, desde a apresentação do primeiro ao último estímulo (Figura 11). As letras foram apresentadas de forma auditiva e associadas a locais específicos do campo visual

através da apresentação simultânea de uma moldura quadrada de 1x1cm na cor vermelha em um local específico do campo.

Na tarefa de MV, o RVD esteve presente nos intervalos entre estímulos (ISI), e após a apresentação da última letra, o RVD foi apresentado novamente durante o intervalo de 1500ms (intervalo idêntico aos demais ISI) (Figura 12). Em metade das provas o ISI foi preenchido pelo RVD, e em metade das provas esse intervalo permaneceu em branco (Andrade et al. 2002).

4.1.3.2. Fase de Recuperação

Nas tarefas de IV (Figura 13) e MV (Figura 14), o RVD foi apresentado no intervalo entre apresentação da dica e do teste (intervalo de recuperação) determinado com a duração de 1000ms. Os estímulos visuais e acústicos tiveram a mesma duração de 1000ms. Em metade das provas o intervalo dica-estímulo foi preenchido pelo RVD, em metade das provas esse intervalo permaneceu em branco. Considerando os resultados anteriores, o intervalo de recuperação utilizado nas tarefas foi de 1000ms, pois os processos de IV e MV apresentam desempenho pareado.

Figura 11. Tarefa de imagem mental visual (IV) na fase de geração.

Figura 12. Tarefa de memória visual (MV) na fase de codificação.

Figura 13. Tarefa de imagem mental visual (IV) na fase de recuperação.

Figura 14. Tarefa de memória visual (MV) na fase de recuperação.

4.1.4. Delineamento

As tarefas de memória visual e imaginação mental nas fases de codificação e recuperação foram realizadas por quatro grupos diferentes. Em cada um dos tratamentos resultantes da combinação do estímulo-teste (pertence ou não pertence à sequência memorizada) e tipo de interferência (presença do RVD ou tela branca) foram realizadas 96 provas, 75% das quais tiveram dicas informativas e 25% com dicas neutras.

4.2. Resultados

4.2.1. Reconhecimento Corrigido

A análise dos dados considerou os quatro grupos de IV e MV nas etapas de geração e recuperação, com o tratamento de reconhecimento corrigido. Os resultados mostram que o RVD ($M=54\%$; $EPM=2,6\%$) não afetou o desempenho em comparação com a condição controle ($M=57\%$; $EPM=3\%$) [$F(1,44) = 1,57$; $p= 0,21$; $n_p^2=0,03$]. No entanto, a dica informativa melhorou o desempenho dos participantes ($M=64\%$; $EPM=0,02\%$) em relação às provas com dica neutra ($M=47\%$; $EPM=0,03\%$) [$F(1,44) = 37,37$, $p< 0,001$, $n_p^2=0,45$]. Os grupos IV e MV apresentam diferenças em relação ao efeito da dica em cada grupo [$F(1,44) = 6,48$; $p= 0,01$; $n_p^2=0,12$]. Na tarefa de imagem, o desempenho é melhor nas provas

informativas ($M=57\%$; $EPM=3\%$) do que nas neutras ($M=32\%$; $EPM=4,8\%$), enquanto que na tarefa de memória há uma tendência do desempenho na presença da dica informativa ($M=71\%$; $EPM=3\%$) ser melhor do que na presença da dica neutra ($M=61\%$; $EPM=4,8\%$) (*Post hoc* Tukey, $p=0,07$). A análise mostra no geral que o grupo de MV apresenta um desempenho melhor ($M=66\%$, $EPM=3,4\%$) do que o grupo IV ($M=44,8\%$; $EPM=3,4\%$) [$F(1,44)=18,75$; $p<0,001$; $\eta_p^2=0,29$] (Figura 15).

Figura 15. Reconhecimento corrigido nas provas informativas e neutras para os grupos de imagem mental visual (IV) e memória visual (MV). Diferença significativa entre os grupos e na interação com a validade da dica. O erro padrão é representado na figura pela barra de erros anexada a cada coluna (* $p<0,001$; ** $p=0,07$).

4.2.2. Tempo de Resposta

A análise tempo de resposta para os quatro grupos considerou apenas as respostas corretas e o tempo de resposta acima de 300ms e abaixo de 5000ms. No geral, os grupos IV ($M=1564ms$; $EPM=90,69ms$) e MV ($M=1412ms$; $EPM=90,69ms$) não apresentam tempo de respostas diferentes [$F(1,44)=1,40$; $p=0,24$, $\eta_p^2=0,03$], porém a fase de codificação ($M=1302ms$; $EPM=90,69ms$) é mais rápida do que a de recuperação ($M=1674ms$; $EPM=90,69ms$) [$F(1,44)=8,39$; $p<0,001$, $\eta_p^2=0,16$]. A condição na ausência do RVD é mais rápida ($M=1458ms$; $EPM=66,48ms$) comparada às provas na condição com interferência ($M=1518ms$; $EPM=64,16ms$) [$F(1,44)=5,85$; $p=0,01$, $\eta_p^2=0,11$], assim como as provas informativas ($M=1341ms$; $EPM=70,27ms$) são mais rápidas do que as provas neutras ($M=1635ms$; $EPM=62,80ms$) [$F(1,44)=65,79$; $p<0,001$, $\eta_p^2=0,59$] (Figura 16).

Figura 16. Tempo de resposta para os grupos IV e MV nas fases de geração e codificação em provas com RVD presente e ausente. O erro padrão é representado na figura pela barra de erros anexada a cada coluna (* $p < 0,05$).

4.2.3. Forma Visual

A análise de reconhecimento corrigido considerou a porcentagem de acertos nas provas positivas (hits) que é correspondente à porcentagem do grupo “Igual”, menos o falso alarme nas provas negativas para cada grupo “Dentro” e “Fora”. Portanto, a comparação pode somente ser realizada entre os grupos de “Dentro” e “Fora”.

Em geral, o desempenho das provas informativas ($M=64\%$; $EPM=3,14\%$) é melhor do que das provas neutras ($M=47\%$; $EPM=3,14\%$) [$F(1,44) = 37,71$, $p < 0,0001$, $n_p^2=0,46$] e nas provas da condição "Fora" ($M=60,8\%$; $EPM=2,5\%$) é melhor do que nas da condição "Dentro" ($M=50,7\%$; $EPM=3,0\%$) [$F(1,44) = 16,62$, $p < 0,001$, $n_p^2=0,27$]. Os grupos apresentam diferença significativa [$F(1,44) = 18,75$, $p < 0,001$, $n_p^2=0,29$], sendo o desempenho de MV ($M=66\%$; $EPM=3,4\%$) melhor do que de IV ($M=45\%$; $EPM=3,4\%$).

A análise mostra que o efeito da validade (dica informativa ou neutra) é diferente para os grupos IV e MV [$F(1,44) = 6,47$, $p = 0,01$, $n_p^2=0,12$]. O *post hoc* (Tukey) mostra que há diferenças significativas entre o desempenho dos grupos apenas nas provas com dica neutra ($p < 0,001$), IV ($M_{ne}=33\%$; $EPM_{ne}=4,82\%$) e MV ($M_{ne}=61\%$, $EPM_{ne}=4,82$); e um efeito marginal no desempenho nas provas informativas do grupo de IV ($M_{inf}=57\%$, $EPM_{inf}=3,02\%$) e MV ($M_{inf}=71\%$, $EPM_{inf}=3,02\%$) ($p=0,07$). O efeito da dica informativa é significativo no

grupo de imagem ($p < 0,001$), porém na memória apresenta uma tendência ($p = 0,07$), de modo que a dica informativa melhora o desempenho no grupo de imagem. Os resultados ainda mostram que é significativa a interação entre a condição de interferência (com o RVD presente ou com tela branca), as categorias de forma visual e identidade, e os grupos [$F(1,44) = 5,52$, $p = 0,02$, $\eta_p^2 = 0,11$]. Porém, o *post-hoc* (Tukey) mostra que os grupos (IV e MV) apresentam diferenças nas provas “Fora” na condição de RVD, sendo que o grupo de IV ($M = 42\%$, $EPM = 4,2\%$) tem pior desempenho do que o de MV ($M = 70\%$, $EPM = 4,2\%$), isto é, na imagem aparentemente, o prejuízo do RVD é maior em uma categoria que na condição controle (sem RVD) o reconhecimento é melhor, o que pode sugerir um efeito do ruído. Na condição sem RVD e da categoria “Dentro”, isto é, quando não há interferência, o efeito é marginal ($p = 0,047$), sendo que o grupo IV ($M = 38\%$, $EPM = 5,1\%$) tem pior desempenho do que o grupo MV ($M = 61\%$, $5,1\%$).

O *post hoc* ainda mostra que na condição controle (tela branca), o desempenho é melhor nas provas “Fora” do que em provas “Dentro”, tanto para IV ($M_f = 55\%$; $EPM_f = 4,1\%$) ($M_d = 37\%$; $EPM_d = 5,1\%$) quanto para MV ($M_f = 75\%$; $EPM_f = 4,1\%$) ($M_d = 61\%$; $EPM_d = 5,1\%$) ($p < 0,05$) (Figura 17).

Figura 17. Porcentagem da taxa de acertos em relação à forma visual das letras-teste na presença e ausência do RVD. O erro padrão é representado na figura pela barra de erros anexada a cada coluna (* $p < 0,05$).

4.3. Discussão

A hipótese inicial previa que o RVD prejudicaria a recuperação tanto das representações perceptuais como as imaginadas. De acordo com Borst et al. (2012), as representações seriam recuperadas para o *visual buffer* em um estado ativo no qual seriam sensíveis à interferência do input sensorial externo. No entanto os resultados mostraram que o tempo para recuperar uma representação baseada na imagem é maior do que uma representação baseada na memória visual e até o intervalo de 1000ms, as representações estão armazenadas e mantidas em um componente do sistema da memória de trabalho em que não há acesso da informação externa sensorial ao armazenador (Logie, 1995), o que explicaria a ausência de interferência do ruído visual. Resultados semelhantes foram encontrados em Borst, Niven et al. (2012), estudo em que os participantes realizaram uma tarefa de imagem mental visual com interferência de que um estímulo visual irrelevante (IVI) entre a apresentação dos estímulos, durante o intervalo de 2500ms. Uma explicação para a ausência do efeito do ruído é que o intervalo de tempo utilizado, não prejudicou a geração ou a recuperação das representações porque não afetou o intervalo ativo em que estariam sendo armazenadas, após a apresentação das letras, ou recuperadas, após a dica retroativa, no caso do presente estudo. Na recuperação o intervalo de recuperação para a memória visual se estabelece aos 300ms, e na imagem visual, o período é mais tardio, entre 500ms e 700ms. No intervalo de 1000ms utilizado nas tarefas do terceiro experimento, as representações não estão sendo recuperadas em um *visual buffer*, mas possivelmente estão no *visual cache*. A dica retroativa aumenta a probabilidade de que a informação esteja disponível para a recuperação (Murray et al., 2013), no entanto, não especificamente a representação é mantida ativa constantemente até a comparação com o estímulo-teste. Sugere-se que o *visual buffer* é responsável pela recuperação da informação ativa (Quinn, 2012) no intervalo entre 300ms e 500ms.

Ao contrário do que indica a literatura, a interferência do ruído não prejudicou o desempenho durante a geração da imagem mental visual, sendo que diversos estudos de Quinn e McConnell (McConnell & Quinn, 2000; Quinn & McConnell, 1996; 1999) mostram que o input visual irrelevante afeta a recuperação da imagem utilizada como estratégia mnemônica em tarefas de *pegword*. Esses resultados foram generalizados para tarefas de memória em que a informação a ser recuperada era mais precisa e detalhada como fonte gráfica de letras e texturas coloridas (Darling et al., 2007; Dean et al., 2008). No entanto, utilizamos uma tarefa de reconhecimento que consiste em um paradigma diferente da tarefa

de *pegword*, cuja geração da imagem de uma cena exige mais do *visual buffer*, como a manutenção de comparações mentais mais precisas, como a do tamanho de um animal (Dean, Dewhurst, Morris, & Whittaker, 2005) ou na visualização de imagens vívidas (Baddeley & Andrade, 2000). Nos experimentos, utilizamos letras romanas que estão associadas a uma memória semântica de longo-prazo que podem ser codificadas rapidamente e não precisam ser mantidas conscientemente. Assim como a literatura mostra (Dent, 2010, Dean et al., 2008), o prejuízo do RVD em tarefas de memória ocorre quando a informação a ser armazenada é muito detalhada e nova (Kosslyn & Thompson, 2003, Quinn, 2012).

Uma alternativa pertinente é que na tarefa de IV na condição de interferência do RVD durante a geração, o participante possa ter ignorado o ruído ao concentrar-se na moldura quadrada vermelha que indicava a região espacial em que o sujeito deveria imaginar o estímulo acústico (letra). No entanto, se esse fosse o caso, o RVD não teria prejudicado a latência da tarefa, o tempo de resposta.

Apesar da ausência do efeito do ruído visual no desempenho, o RVD prejudicou o tempo de respostas. Neste caso, o RVD não estaria propriamente interferindo no armazenador, mas no momento da tomada da decisão (Mates & Baqués, 2009). O tempo de resposta maior para recuperar a informação visual mais do que a geração evidencia que ou o processamento é prejudicado pelo ruído visual dinâmico ou que a entrada de um input sensorial compete com as demais representações manipuladas. De acordo Dean e colegas (2005), o RVD não estaria interferindo em propriedades visuais das representações utilizadas no processo de comparação ou não prejudicaria suficientemente a qualidade da informação a fim de prejudicar a comparação entre os itens armazenados na memória visuoespacial.

Entretanto, a confusão visual entre os itens é maior para a imaginação, o RVD prejudica o efeito de similaridade, tornando mais difícil o processo de diferenciar letras que apresentam diferenças visuais marcantes (categoria “Fora”). Essa evidência sugere que o ruído está interferindo em propriedades visuais, apenas em representações baseadas na imagem mental que seria mais suscetível, pois, o processamento da imaginação em geral, é mais custoso para manter as propriedades visuais mais nítidas do que na memória (Kosslyn et al, 1999). Esses dados são compatíveis com o de Andrade e colegas (2002) que o RVD não interfere no armazenador da memória visuoespacial.

5. Conclusão

Recentemente, estudos apontam que a memória visual e a imagem mental, dois componentes considerados como distintos (Andrade et al. 2002), compartilham de propriedades em comum, como a ativação das mesmas estruturas neurais do córtex primário (Zimmer, 2008, Tong, 2013, Quinn, 2012) em tarefas de memória visuo-espacial na qual estratégias de imaginação são utilizadas (Albers, Kok, Toni, Dijkerman & Lange, 2013).

O objetivo do estudo foi investigar os componentes da memória de trabalho visual no tempo do curso do processo de recuperação e no armazenamento das representações. Os resultados mostraram que a duração de tempo para recuperar a informação visual é diferente, sendo que o tempo é maior para recuperar a informação que foi imaginada, e não visualizada inicialmente. As representações armazenadas apresentam estruturas semelhantes ao não sofrerem interferência direta do input sensorial externo, apesar do processamento torna-se mais lento, isto é, a latência de resposta é maior na presença de um estímulo visual irrelevante como o RVD. Apesar das representações serem recuperadas a partir de um mesmo armazenador, o *visual cache*, as representações internas imaginadas são mais suscetíveis à interferência do RVD, pelo menos o processo de comparação entre estímulos parece ser prejudicado. Isso sugere que em algum momento, essas representações são mais frágeis ao acesso externo. Um dado importante é que a atenção espacial é acionada, quando é realizada uma busca por uma representação com organização espacial, independente se os itens foram visualizados ou imaginados dentro de uma região espacial. Isto indica que a atenção tem uma função relevante na manutenção e seleção das representações dos dois componentes estudados. Em geral, esperávamos que o *visual buffer* fosse o armazenador responsável por manter as representações quando essas fossem ativadas, o que não foi comprovado pelos dados. No entanto, não podemos descartar uma nova hipótese de que o momento em que a recuperação não é estável, durante os primeiros 300ms para a memória visual, e entre 300ms e 500ms para a imagem mental visual, as representações estejam sendo recuperadas no *visual buffer*, e que posteriormente sejam mantidas pela atenção espacial no *visual cache*. Futuros estudos deverão elucidar essa questão.

Referências¹

- Allen, R. J., Baddeley, A. D., & Hitch, G. J. (2006). Is the binding of visual features in working memory resource-demanding?. *Journal of Experimental Psychology: General*, 135(2), 298
- Albers, A. M., Kok, P., Toni, I., Dijkerman, H. C., & de Lange, F. P. (2013). Shared representations for working memory and mental imagery in early visual cortex. *Current Biology*, 23(15), 1427–1431. <http://doi.org/10.1016/j.cub.2013.05.065>
- 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. Retirado da <http://www.tandfonline.com/doi/abs/10.1080/02724980143000541>
- 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. doi:10.1080/09541440440000104
- Astle, D. E., Summerfield, J., Griffin, I., & Nobre, A. C. (2012). Orienting attention to locations in mental representations. *Attention, Perception & Psychophysics*, 74(1), 146–162. doi:10.3758/s13414-011-0218-3
- Awh, E., Jonides, J., & Reuter Lorenz, P. A. (1998). Rehearsal in spatial working memory. *Journal of Experimental Psychology: Human Perception and Performance*, 24(3), 780–790
- Baddeley, A. (2000). The episodic buffer: a new component of working memory?. *Trends in cognitive sciences*, 4(11), 417–423. doi:10.1016/S1364-6613(00)01538-2
- Baddeley, A. D. (2007). *Working Memory, Thought, and Action* (pp. 3-8). New York, NY: Oxford University Press.
- Baddeley, A. (2010). Working memory. *Current biology: CB*, 20(4), 136–140. doi:10.1016/j.cub.2009.12.014

¹ De acordo com o estilo APA – American Psychological Association.

- Baddeley, A. D., & Andrade, J. (2000). Working memory and the vividness of imagery. *Journal of Experimental Psychology. General*, 129(1), 126–145. <http://doi.org/10.1037/0096-3445.129.1.126>
- Baddeley, A. & Hitch, G. J. (1974). *Recent Advances in Learning and Motivation*. Bower, G. A (Ed.). New York, NY: Academic Press.
- Baddeley, A. D. & Lieberman, K. (1980). Spatial working memory. In R. S. Nickerson (Ed.), *Attention and Performance VIII* (pp. 521–539). Hillsdale, NJ: Erlbaum.
- Baddeley, A. D., Thomson, N., & Buchanan, M. (1975). Word length and the structure of short-term memory. *Journal of Verbal Learning and Verbal Behavior*, 14(6), 575–589. doi:10.1016/S0022-5371(75)80045-4
- Bays, P. M., & Husain, M. (2008). Dynamic shifts of limited working memory resources in human vision. *Science*, 321(5890), 851–854. <http://doi.org/10.1126/science.1158023>
- 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. doi:10.3758/s13421-011-0143-7
- Borst, G., Niven, E., & Logie, R. H. (2012). Visual mental image generation does not overlap with visual short-term memory: a dual-task interference study. *Memory & Cognition*, 40(3), 360–372. doi:10.3758/s13421-011-0151-7
- Conrad, R. (1964). Acoustic Confusions in Immediate Memory. *British Journal of Psychology*, 55(1), 75–84. doi:10.1111/j.2044-8295.1964.tb00899.x
- Darling, S., Della Sala, S. & Logie, R. H. (2007). Behavioural evidence for separating components within visuo-spatial working memory. *Cognitive Processing*, 8(3), 175–181. doi:10.1007/s10339-007-0171-1
- Darling, S., Della Sala, S. & Logie, R. H. (2009). Dissociation between appearance and location within visuo-spatial working memory. *Quarterly Journal of Experimental Psychology*, 62(3), 417–425. doi:10.1080/17470210802321984

- Dean, G. M., Dewhurst, S. A., Morris, P. E., & Whittaker, A. (2005). Selective interference with the use of visual images in the symbolic distance paradigm. *Journal of Experimental Psychology. Learning, Memory, and Cognition*, 31(5), 1043–1068. <http://doi.org/10.1037/0278-7393.31.5.1043>
- 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. doi:10.1027/1618-3169.55.4.283
- Dent, K. (2010). Dynamic visual noise affects visual short-term memory for surface color, but not spatial location. *Experimental psychology*, 57(1), 17–26. doi:10.1027/1618-3169/a000003
- Ferreira, V. & Galera, C. (2013). *A estrutura da memória de trabalho visual: evidências baseadas no efeito do ruído visual dinâmico*. Pôster apresentado no 21º SIICUSP- Ribeirão Preto.
- Gosling, S. G., & Astle, D. E. (2013). Directing spatial attention to locations within remembered and imagined mental representations. *Frontiers in human neuroscience*, 7. <http://dx.doi.org/10.3389/fnhum.2013.00154>
- Griffin, I. C., & Nobre, A. C. (2003). Orienting attention to locations in internal representations. *Journal of Cognitive Neuroscience*, 15(8), 1176–1194. <http://doi.org/10.1162/089892903322598139>
- Harrison, S.A., & Tong, F. (2009). Decoding reveals the contents of visual working memory in early visual areas. *Nature*, 458(7238), 632–635. <http://dx.doi.org/10.1038/nature0783>
- Kemps, E., & Andrade, J. (2012). Dynamic visual noise reduces confidence in short-term memory for visual information. *Cognitive processing*, 13(2), 183–188. doi:10.1007/s10339-011-0429-5
- Keogh R, Pearson J (2011) Mental Imagery and Visual Working Memory. *PLoS ONE* 6(12): e29221. doi:10.1371/journal.pone.0029221
- Kiyonaga, A., & Egner, T. (2013). Working memory as internal attention: Toward an integrative account of internal and external selection processes. *Psychonomic Bulletin & Review*, 20(2), 228–42. <http://doi.org/10.3758/s13423-012-0359-y>

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

Kosslyn, S. M. (2005). Mental images and the Brain. *Cognitive Neuropsychology*, 22(3-4), 333–347. <http://doi.org/10.1080/02643290442000130>

Kosslyn, S. M. (2008). Remembering images. In M.A. Gluck, J. R. Anderson, & S. M. Kosslyn (Eds). *Memory and mind: A festschrift for Gordon H.Bower*. (pp.93-110). Hillsdale, NJ: Erlbaum Associates.

Kosslyn, S. M., Behrmann, M., & Jeannerod, M. (1995). The cognitive neuroscience of mental imagery. *Neuropsychologia*, 33(11), 1335-1344. doi:10.1016/0028-3932(95)00067-D

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. Retirado da <http://www.ncbi.nlm.nih.gov/pmc/articles/PMC4397013/>

Kosslyn, S. M., & Thompson, W. L. (2003). When is early visual cortex activated during visual mental imagery?. *Psychological bulletin*, 129(5), 723. doi:10.1037/0033-2909.129.5.723

Lepsien, J., & Nobre, A. C. (2006). Cognitive control of attention in the human brain: insights from orienting attention to mental representations. *Brain research*, 1105(1), 20–31. doi:10.1016/j.brainres.2006.03.033

Logie, R. H. (1986). Visuo-spatial processing in working memory. *The Quarterly Journal of Experimental Psychology Section A*, 38(2), 229–247. doi:10.1080/14640748608401596

Logie, R. H. (1995). Visuo-spatial working memory. Hove, UK: Lawrence Erlbaum Associates Ltd.

Logie, R. H. (2003). Spatial and visual working memory: A mental workspace. In D. Irwin & B. Ross (Eds.), *Cognitive vision: The psychology of learning and motivation* (Vol. 42, pp. 37–78). San Diego, CA: Elsevier Science.

- Logie, R. H. (2011). The Functional Organization and Capacity Limits of Working Memory. *Current Directions in Psychological Science*, 20(4), 240–245. doi:10.1177/0963721411415340
- Mate, J., & Baqués, J. (2009). Visual similarity at encoding and retrieval in an item recognition task. *The Quarterly Journal of Experimental Psychology*, 62(7), 1277–1284. doi: 10.1080/17470210802680769
- McConnell, J., & Quinn, J. G. (2000). Interference in visual working memory. *The Quarterly journal of experimental psychology A*, 53(1), 53–67. doi:10.1080/713755873
- McConnell, J. & Quinn, J. G. (2003). Cognitive mechanisms of visual memories and visual images. *Imagination, Cognition and Personality*, 23(2-3), 201–207. doi:10.2190/NX2P-NG6L-XY15-P78H
- McConnell, J., & Quinn, J. G. (2004). Complexity factors in visuo-spatial working memory. *Memory*, 12(3), 338–350. doi:10.1080/09658210344000035
- Murray, D. J. (1967). The Role of Speech Responses in Short-Term Memory. *Canadian Journal of Psychology/Revue canadienne de psychologie*, 21(3), 263–276. doi:10.1037/h0082978
- Murray, A. M., Nobre, A. C., Clark, I. a, Cravo, A. M., & Stokes, M. G. (2013). Attention restores discrete items to visual short-term memory. *Psychological Science*, 24(4), 550–6. <http://doi.org/10.1177/0956797612457782>
- Pearson, D. G. (2001). Imagery and the visuo-spatial sketchpad. In J. Andrade (Ed.), *Working memory in perspective* (pp. 33–59). Hove, UK: Psychology Press.
- Pearson, D.G. (2007). Visuo-spatial rehearsal processes in working memory. In R.H. Logie & N. Osaka (Eds.), *The Cognitive Neuroscience of Working Memory*. Oxford, UK: Oxford University Press
- Pereira, M. S., & Galera, C. (n.d.). A integração da informação visual e espacial na memória de trabalho: evidências baseadas no efeito do ruído visual dinâmico.

- Phillips, W. A., & Baddeley, A. D. (1971). Reaction time and short-term visual memory. *Psychonomic Science*, 22(2), 73–74. <http://doi.org/10.3758/BF03332500>
- Posner, M. I. (1980). Orienting of attention. *Quarterly Journal of Experimental Psychology*, 32(1), 3–25. <http://doi.org/10.1080/00335558008248231>
- Posner, M. I., Boies, S. J., Eichelman, W. H., & Taylor, R. L. (1969). Retention of visual and name codes of single letters. *Journal of Experimental Psychology*, 79(1p2), 1 doi: 10.1037/h0026947
- Quinn, J. G. (2008). Movement and visual coding: the structure of visuo-spatial working memory. *Cognitive processing*, 9(1), 35–43. doi:10.1007/s10339-007-0184-9
- Quinn, J. G. (2012). Theories and debate in visuo-spatial working memory: the questions of access and rehearsal. In V. Gyselinck & F. Pazzaglia (Eds.), *De Mental Imagery to Spatial Cognition and Language: Essays in Honour of Michel Denis* (pp. 106–124).
- Quinn, J. G., & McConnell, J. (1996). Irrelevant pictures in visual working memory. *The Quarterly Journal of Experimental Psychology A*, 49(1), 200–215, doi:10.1080/13-75613.
- Quinn, J. G., & McConnell, J. (2006). The interval for interference in conscious visual imagery. *Memory*, 14(2), 241–252. doi:10.1080/09658210500210019
- Salamé, P., & Baddeley, A. (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. Retirado da <http://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0022537182905217>
- Santana, J. J. R. A. D., Godoy, J. P. M. C., Ferreira, H. C. P., & Galera, C. (2014). Interference of Dynamic Visual Noise on encoding visual information in working memory. *Psicologia: reflexão e Crítica*, 26(4), 735–742. doi: 10.1590/S0102-79722013000400014
- Schmidt, B., Vogel, E., Woodman, G., & Luck, S. (2002). Voluntary and automatic attentional control of visual working memory. *Perception & Psychophysics*, 64(5), 754–63. <http://doi.org/10.3758/BF03194742>
- Tong, F. (2013). Imagery and visual working memory: one and the same?. *Trends in cognitive sciences*, 17(10), 489–490. doi: 10.1167/14.3.22

- Van der Meulen, M., Logie, R. H., & Della Sala, S. (2009). Selective interference with image retention and generation: evidence for the workspace model. *Quarterly Journal of Experimental Psychology*, 62(8), 1568–1580. doi:10.1080/17470210802483800
- Vecchi, T., Monticellai, M. L., & Cornoldi, C. (1995). Visuo-spatial working memory: Structures and variables affecting a capacity measure. *Neuropsychologia*, 33(11), 1549-1564. doi: 10.1016/0028-3932(95)00080-M
- Zhang, W., & Luck, S. J. (2009). Sudden death and gradual decay in visual working memory. *Psychological Science : A Journal of the American Psychological Society / APS*, 20(4), 423–428. <http://doi.org/10.1111/j.1467-9280.2009.02322.x>
- Zimmer, H. D. (2008). Visual and spatial working memory: from boxes to networks. *Neuroscience & Biobehavioral Reviews*, 32(8), 1373-1395. doi: 10.1016/j.neubiorev.2008.05.016

ANEXOS

ANEXO A - TERMO DE CONSENTIMENTO LIVRE E ESCLARECIDO²

Título da pesquisa:

“A recuperação da informação da memória de trabalho: evidências baseadas em tarefas de imagem mental e de memória visual.”

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

Aluna: Lívia Valenti (livia_valenti@usp.br)

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 dessa pesquisa que tem como objetivo estudar o processo de recuperação de informação visual memorizada, com o uso de tarefas de imaginação visual e de memória visual. Os dados obtidos pelos responsáveis auxiliarão no maior conhecimento a respeito do modelo de memória visual.

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 memorizar e reconhecer os estímulos (letras). A resposta para cada prova será dada através do mouse.

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. Não há benefícios diretos, mas haverá ressarcimento referente ao deslocamento do participante até o local de realização da pesquisa. O valor do ressarcimento será referente ao custo de duas passagens de ônibus, totalizando o valor de R\$5,60 (R\$ 2,80 cada). A participação na pesquisa irá beneficiar e colaborar com importantes dados para a área de memória de trabalho, na psicologia cognitiva. Esclarece-se, no entanto, que não haverá benefícios diretos para o participante. 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, você assume não ter sofrido nenhuma pressão para tanto:

Você aceita participar desta pesquisa, ciente de que sua participação é voluntária e está livre para, em qualquer momento, desistir de colaborar com a pesquisa, sem nenhuma espécie de prejuízo. Declara, ainda, que recebeu uma cópia deste termo de consentimento.

Assinatura: _____ Data: ____/____/____

Identificação (RG ou CPF): _____

Assinatura do pesquisador: _____

² 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 23 – Casa 37– 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 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/051/-vjmc

Ribeirão Preto, 30 de maio de 2014

Prezada Pesquisadora,

Comunicamos a V. Sa. que o projeto de pesquisa intitulado "**A RECUPERAÇÃO DA INFORMAÇÃO DA MEMÓRIA DE TRABALHO: EVIDÊNCIAS BASEADAS EM TAREFAS DE IMAGEM MENTAL E DE MEMÓRIA VISUAL**" foi reanalisado pelo Comitê de Ética em Pesquisa da FFCLRP-USP, em sua 132ª Reunião Ordinária, realizada em 29.05.2014, e enquadrado na categoria: **APROVADO** (CAAE n.º 26835614.3.0000.5407).

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

À Senhora
Lívia Valenti
Programa de Pós-graduação em Psicologia da FFCLRP USP

c/c:
Prof. Dr. César Alexis Galera
Departamento de Psicologia da FFCLRP USP