

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

Isabella Wada e Pucci

Buffer Visual e a Recuperação da Informação na Memória de Trabalho

Ribeirão Preto -SP
2020

ISABELLA WADA E PUCCI

Buffer Visual e a Recuperação da Informação na Memória de Trabalho

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

Orientador: Prof. Dr. César Alexis Galera

Ribeirão Preto -SP
2020

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.
O presente trabalho foi realizado com apoio da Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior- Brasil (CAPES)- Código de Financiamento 001.

Catálogo na publicação
Serviço de Biblioteca e Documentação
Programa de Pós-Graduação em Psicobiologia
Faculdade de Filosofia Ciências e Letras de Ribeirão Preto
Universidade de São Paulo

Pucci, Isabella Wada e

Buffer Visual e a recuperação da informação visual na
memória de trabalho. Ribeirão Preto, 2020.

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

Orientador: Galera, César Alexis.

1. Memória Visual. 2. Buffer Visual. 3. Recuperação. 4.
Imagem mental. 5. Dica retroativa.

FOLHA DE APROVAÇÃO

Nome: Isabella Wada e Pucci

Título: Buffer Visual e a Recuperação da Informação na Memória de Trabalho.

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

Área: Psicobiologia

Aprovado em: ____/____/____

Banca Examinadora

Prof. Dr. _____

Instituição: _____

Assinatura: _____

Prof. Dr. _____

Instituição: _____

Assinatura: _____

Prof. Dr. _____

Instituição: _____

Assinatura: _____

Prof. Dr. _____

Instituição: _____

Assinatura: _____

Agradecimentos

Agradeço ao meu professor e orientador César Galera, por sua profunda influência em minha trajetória acadêmica, pela dedicação, carinho e parceria ao longo de todos esses anos de trabalho durante o mestrado e iniciação científica.

Agradeço à minha querida mãe Marli, que sempre foi minha inspiração e maior incentivadora. A meu pai Gibson, por todo amor e apoio. À minha querida avó Thereza, pela grandeza de sua existência em minha vida. À minha irmã Karen, pela lealdade incondicional. A meu marido Ewerton, por todo amor, cuidado e empenho ao abraçar meus sonhos.

Agradeço a todos meus amigos e familiares, em especial à Alice, Ronaldo, Lúcia, Juliana, Iara, Junior, Livia e Patrícia pela torcida e suporte necessário para eu chegar até aqui.

Agradeço aos meus colegas de laboratório, professores membros da banca, ao programa de Pós- graduação em Psicobiologia e a FFCLRP. À secretária do programa Renata, ao técnico do laboratório Igor, aos docentes e funcionários desta faculdade que contribuíram direta ou indiretamente para a realização deste trabalho.

Agradeço ao Conselho Nacional de Pesquisa e Tecnologia (CNPq, processo nº166614/2018-1) pelo apoio financeiro.

RESUMO

Pucci, I. W. (2020). Buffer Visual e a Recuperação da Informação na Memória de Trabalho. Dissertação de Mestrado, Programa de Pós-Graduação em Psicobiologia da Faculdade de Filosofia, Ciências e Letras de Ribeirão Preto, Universidade de São Paulo.

Evidências sugerem que a informação visual irrelevante interfere no processo de geração de imagens mentais visuais e que as áreas visuais primárias seriam essenciais para a manutenção de informações visuais na memória de trabalho. Entretanto, apesar da informação visual irrelevante interferir em tarefas imaginação/geração de imagens mentais esse efeito é menos consistente para as tarefas de memória visual. Neste estudo utilizamos o paradigma de dicas retroativas para investigar o processo de recuperação da informação da memória de trabalho visual, e a suscetibilidade da informação recuperada ao efeito de uma interferência visual irrelevante. No Experimento 1, determinamos o intervalo entre a dica retroativa e estímulo teste necessário para o processo de recuperação da informação. Nossos resultados mostram que o ganho associado à dica retroativa informativa foi máximo para intervalos acima de 300ms. No Experimento 2, investigamos se a recuperação da representação na memória de trabalho visual seria afetada pela apresentação de informação visual irrelevante. Neste experimento o efeito benéfico no desempenho proporcionado pela utilização da dica informativa foi sobreposto ao efeito da informação visual irrelevante, desaparecendo completamente. No Experimento 3, nós avaliamos o efeito da informação visual irrelevante quando aplicado no Início e Fim do intervalo entre a dica e o estímulo teste com o objetivo de investigar o momento em que a informação visual irrelevante interfere na representação da informação. Nossos resultados sugerem que a informação visual irrelevante afeta o desempenho quando é apresentada imediatamente após a dica. Estes resultados pressupõem a existência de dois sistemas com características distintas para o processamento da informação visual na memória de trabalho. Um (semelhante ao Buffer Visual) no qual a informação é gerada e pode ser mantida em estado ativo, passível de interferência da informação visual irrelevante e outro (semelhante ao *visual cache*) responsável pelo armazenamento visual de curto prazo, onde a informação visual irrelevante não tem acesso.

Palavras-chave: memória visual, buffer visual, recuperação, imagem mental, dica retroativa.

ABSTRACT

Pucci, I. W. (2020). Visual Buffer and Retrieval of Information in Working Memory. Masters Dissertation, Graduate Program in Psychobiology of the Ribeirão Preto School of Philosophy, Science and Literature, University of São Paulo.

Evidence suggests that irrelevant visual information interferes with the process of generation of visual mental images and, primary visual areas would be essential for visual information maintenance in working memory. Although irrelevant visual information interferes with imagination tasks/generation of visual mental images, this effect is less consistent in visual memory tasks. In this study, we used the retro-cueing paradigm to investigate the retrieval process of information from visual working memory, and the susceptibility of the information retrieved to the effect of an irrelevant visual interference. First, in Experiment 1, we determined the interval between the retro-cue and stimuli-test needed for the information retrieval process. Our results showed that participants had a better performance at intervals above 300 ms. In Experiment 2, we investigated whether the irrelevant visual information would affect the retrieval of representation in visual working memory. In this experiment, the beneficial effect of the retro-cue on performance disappeared in the presence of irrelevant visual information. In experiment 3, we investigated whether the interference effect would be higher at the beginning or end of the retrieval interval. Our results suggest that irrelevant visual information affected performance when it was presented immediately after the retro-cue. These results presuppose the existence of two systems with different characteristics for the information processing in the working memory. The first (similar to a Visual Buffer) would be responsible for the generation and maintenance of visual information in an active state, liable to irrelevant visual information interference. The second (similar to a visual cache) would be a passive short-term visual storage, where the irrelevant visual information would not have access.

Keywords: visual memory, visual buffer, retrieval, mental imagery, retro-cue.

Lista de figuras

<i>Figura 1.</i> Sequência de eventos de uma prova do Experimento 1, com dica informativa.....	17
<i>Figura 2.</i> Resultados do Experimento 1 - Acurácia.....	19
<i>Figura 3.</i> Resultados do Experimento 1 - Tempo de Resposta.....	21
<i>Figura 4.</i> Sequência de eventos em uma prova dos Experimento 2A e 2B.....	25
<i>Figura 5.</i> Resultados do Experimento 2 - Acurácia.....	27
<i>Figura 6.</i> Resultados do Experimento 2 - Tempo de Resposta.....	28
<i>Figura 7.</i> Sequência de eventos em uma prova dos Experimento 3A e 3B.....	32
<i>Figura 8.</i> Resultados do Experimento 3 - Acurácia.....	34
<i>Figura 9.</i> Resultados do Experimento 3 - Tempo de Resposta.....	35

SUMÁRIO

1. Introdução.....	9
2. Experimento 1.....	15
2. 1. Método.....	16
2. 1. 1. Participantes.....	16
2. 1. 2. Materiais e Estímulos.....	16
2. 1. 3. Procedimento.....	17
2. 1. 4. Análise de dados.....	18
2. 2. Resultados.....	18
2. 2. 1. Acurácia.....	18
2. 2. 2. Tempo de Resposta.....	20
2. 3. Discussão do Experimento 1.....	21
3. Experimento 2.....	22
3. 1. Método.....	23
3. 1. 1. Participantes.....	23
3. 1. 2. Materiais e Estímulos.....	24
3. 1. 3. Procedimento.....	25
3. 1. 4. Análise de dados.....	25
3. 2. Resultados.....	26
3. 2. 1. Acurácia.....	26
3. 2. 2. Tempo de Resposta.....	27
3. 3. Discussão do Experimento 2.....	29
4. Experimento 3.....	30
4. 1. Método.....	31
4. 1. 1. Participantes.....	31
4. 1. 2. Materiais e Estímulos.....	31
4. 1. 3. Procedimento.....	32
4. 1. 4. Análise de dados.....	32
4. 2. Resultados.....	33
4. 2. 1. Acurácia.....	33
4. 2. 2. Tempo de Resposta.....	34
4. 3. Discussão do Experimento 3.....	36
5. Discussão Geral.....	36
6. Conclusão.....	39
Referências.....	41
ANEXOS- Anexo A- Termo de consentimento livre e esclarecido.....	47
Anexo B- Parecer do Comitê de Ética em Pesquisa da FFCLRP.....	48

1. Introdução

A memória de trabalho é o sistema cognitivo responsável pelo armazenamento temporário e pelo processamento das informações durante a execução de atividades mentais que realizamos cotidianamente, tais como raciocínio, aprendizagem e planejamento (Baddeley, Anderson & Eysenck, 2011). De acordo com o modelo de multicomponentes proposto por Baddeley e Hitch (1974) e atualizado por Baddeley (2007, 2010, 2012), esse sistema tem estruturas funcionais dedicadas ao processamento e armazenamento das informações visuoespaciais (Esboço Visuo Espacial) e fonológicas (Laço Fonológico), sob gerenciamento de um sistema de controle atencional (Executivo Central). Um quarto componente, introduzido posteriormente por Baddeley (2000), o Buffer Episódico, seria responsável pelo armazenamento integrado das informações contidas no Laço Fonológico e no Esboço Visuoespacial, relacionando-as com os conhecimentos armazenados na memória de longo prazo.

Os estudos de Logie (1995, 2011) sobre o funcionamento do Esboço VisuoEspacial o levaram a propor que este sistema, agora identificado como Memória de Trabalho Visual (MTV) é formado por dois componentes funcionais, o *visual cache*, responsável pelo armazenamento passivo do conteúdo visual estático, e o *inner scribe* que codifica e armazena as informações em termos espaciais e as informações relacionadas ao movimento em uma cena. O *inner scribe* atua também como mecanismo ativo de recitação das informações contidas no *visual cache*. Apesar de ser o modelo de memória visuoespacial mais influente, evidências experimentais têm permitido questionar as propriedades atribuídas a seus componentes (Baddeley, 2000, 2012; Quinn, 2008, 2012; Vasques; 2014; Ueno & Saito, 2013).

As principais críticas à MTV dizem respeito a dois aspectos deste modelo. O primeiro refere-se ao acesso da informação ao *visual cache* (Pearson, 2001; Quinn, 2008, 2012; Repovs & Baddeley, 2006; Baddeley, 2007). Um segundo aspecto, intimamente relacionado ao primeiro, refere-se à necessidade de um sistema com capacidade de sustentar as imagens mentais visuais enquanto representações conscientes (Quinn, 2008, 2012; Galera & Quinn, 2014; Valenti & Galera, 2020). Segundo Logie (1995, 2003, 2011), apenas as representações interpretadas semanticamente teriam acesso e seriam armazenadas no *visual cache*. As informações sensoriais não teriam acesso direto a este sistema sem antes passar por uma interpretação com base no conhecimento armazenado na memória de longo prazo. De acordo com Logie (2006), o *visual cache* não armazenaria características visuais primitivas tomadas isoladamente,

mas apenas objetos já integrados e interpretados semanticamente. Quinn e McConnell (1996, 2006; McConnell e Quinn, 2000, 2003) investigaram extensivamente esta questão, utilizando o Ruído Visual Dinâmico (RVD). O RVD consiste em uma matriz visual, onde pontos brancos e pretos alternam de cor de forma aleatória e contínua, representando de modo experimental a informação visual irrelevante (informação sensorial externa). Estes e outros autores (Quinn & McConnell, 2006; Baddeley & Andrade, 2000; Darling, Della Sala & Logie, 2009; Valenti & Galera, 2020) mostram que o RVD, que evidentemente não tem uma representação semântica, prejudica o desempenho de tarefas de memória verbal baseadas em imagens mentais (tarefas de imaginação visual - *peg word*). Ou seja, como o RVD, que não tem uma sustentação semântica, tem acesso ao visual cache e interfere nesse tipo de memória?

O RVD interfere nas tarefas de memória baseadas na geração de imagens mentais (Quinn & McConnell, 2006), mas tem um efeito irregular nas tarefas de memória visual (Andrade, Kemps, Werniers, May & Szmalec, 2002; Avons & Sestieri, 2005; Baddeley & Andrade, 2000). Quinn e McConnell (2006), mostraram que o RVD prejudica o desempenho em uma tarefa baseada na geração de imagens mentais construídas a partir de instruções verbais (tarefa de *peg-word*), quando apresentado durante os momentos de codificação e recuperação, ou seja, enquanto a representação se encontraria disponível ao acesso consciente, em um sistema suscetível à interferência (Quinn, 2008), mas não apresenta efeito quando apresentado no intervalo de manutenção, quando possivelmente a representação já teria sido interpretada e armazenada em um dispositivo de armazenamento semântico, tal como o *visual cache*, (onde a informação sensorial, tal como o RVD, não teria acesso).

Embora imagem mental e memória visual desempenhem funções complementares na memória de trabalho (Valenti & Galera; 2020) a relação e distinção entre esses processos permanecem em aberto na literatura (Pearson, 2001), uma vez que diferentes metodologias aplicadas na investigação destes fenômenos dificultam a generalização de resultados e formulações de hipóteses. As condições metodológicas de uma tarefa de imaginação permitem que o RVD seja apresentado simultaneamente a codificação, manutenção ou recuperação do estímulo, enquanto que em tarefas de memória visual com estímulos externos, a apresentação do RVD seria possível apenas durante o intervalo de manutenção, após o estímulo da tarefa de memória ser retirado do campo visual do participante (Logie, 2003; Vasques, Garcia & Galera, 2016; Valenti & Galera, 2020).

Uma alternativa encontrada para a investigação desta questão foi a utilização do paradigma de dicas retroativas desenvolvido por Lepsien e Nobre (2006). Neste paradigma o participante é orientado a memorizar uma cena visual com estímulos localizados em diferentes posições para que posteriormente determine se um estímulo-teste estava presente ou ausente na cena memorizada (probabilidade de 50%). No intervalo de retenção, depois que estes estímulos não estão mais disponíveis, é apresentada uma dica retroativa espacial, que informa ao participante qual era a localização do estímulo com a maior probabilidade de ser apresentado como estímulo-teste. Os resultados mostram uma melhora no desempenho (maior acurácia e menor tempo de reação) nas provas com dicas informativas, que indicam o local previamente ocupado pelo estímulo teste, do que nas provas com dicas neutras, onde nenhum local é indicado (Griffin & Nobre, 2003; Berryhill, Richmond, Shay & Olson, 2012). Para esses autores, a dica informativa desencadeia uma busca pelo item indicado na imagem mental, permitindo a recuperação facilitada da informação relevante e sua manutenção em um estado ativo até o momento de comparação com o estímulo-teste. Inúmeras hipóteses foram desenvolvidas na tentativa de um melhor entendimento a respeito do efeito da dica na recuperação da informação na memória de trabalho visual. Souza e Oberauer (2016) e Matsukura, Luck e Vecera (2007) apontam para dois possíveis mecanismos envolvidos no processo desencadeado pela apresentação da dica retroativa: Proteção e Priorização. A primeira hipótese seria que a atenção protege o item selecionado, impedindo seu decaimento durante o intervalo de retenção, enquanto a segunda hipótese sugere que a atenção aumenta a prioridade de um item durante o processo de comparação com o estímulo teste. Os autores concluem que o benefício da dica não se deve apenas ao fato da dica priorizar o início da busca na memória através de uma representação específica, mas que o deslocamento atencional proporcionado pela dica retroativa protegeria o decaimento da representação selecionada, uma vez que os itens não selecionados são perdidos durante o intervalo de retenção na memória de trabalho.

Neste estudo, a relevância deste paradigma centra-se na possibilidade de investigação do processo de recuperação em tarefas de memória visual, especificamente sobre a possibilidade da aplicação do RVD durante este período. Os resultados obtidos por Griffin e Nobre (2003) sugerem uma relação entre o processo de recuperação e/ou priorização com a geração de imagens mentais (Kosslyn, Ganis & Thompson, 2001; Ishai, Ungerleider & Haxby, 2000). De acordo com Griffin e Nobre (2003) os

mecanismos subjacentes ao paradigma da dica retroativa possivelmente contam com o envolvimento das imagens mentais da informação visual recuperada. Valenti e Galera (2020) utilizaram o paradigma das dicas retroativas para comparar os efeitos do RVD em tarefas de imaginação e de memória visual. Em ambos os tipos de tarefas, de imaginação e de memória, as representações recuperadas mostraram-se sensíveis ao efeito do RVD, indicando que as imagens foram afetadas na mesma proporção, apesar do desempenho ter sido melhor nas tarefas de memória visual do que nas tarefas de imaginação. Os resultados obtidos neste e em outros estudos (Ueno & Saito, 2013; Borst, Niven & Logie, 2012; Dent, 2010; Quinn & McConnell, 2006; Pearson, 2001) permitem concluir que o RVD interfere na representação das informações armazenadas na MTV enquanto as mesmas ainda encontram-se ativas e disponíveis ao acesso consciente, possivelmente em um Buffer Visual, conforme a estrutura sugerida por Kosslyn (1994; Kosslyn, Thompson & Ganis, 2006).

Para Kosslyn (1994; 2008), o Buffer Visual refere-se a um conjunto de áreas do córtex visual primário (áreas corticais que registram as informações na retina) que são ativadas durante a percepção e também durante a geração de imagens mentais visuais (Kosslyn et al., 2001; Ganis, Thompson & Kosslyn, 2004; Albers, Kok, Toni, Dijkerman & Lange, 2013). As evidências que apoiam a existência do Buffer Visual vão além dos estudos de neuroimagem, posto que estudos de casos clínicos revelam que frequentemente pacientes com déficits na formação de imagens mentais apresentam paralelamente déficits na percepção visual (Kosslyn, 2005). Outros autores (Albers et al., 2013; Harrison & Tong, 2009; Serences, Ester, Vogel & Awh, 2009) também defendem que as áreas visuais primárias seriam essenciais para manutenção de informações visuais na memória de trabalho, inferindo que a estrutura e função dessas áreas influenciam diretamente na capacidade e eficiência da memória de trabalho visual (van de Ven & Sack, 2013; Keogh & Pearson, 2014).

Desta forma, o prejuízo gerado pelo RVD poderia ser explicado pela competição entre as mesmas áreas corticais das vias perceptivas visuais e as utilizadas na construção de imagens mentais, que levariam a atenuação da precisão e força das representações mentais (Borst, Niven & Logie, 2012; Keogh & Pearson, 2014). Os efeitos encontrados pelo RVD em tarefas de imaginação vão ao encontro da perspectiva de Kosslyn (2008) sobre a percepção e a geração de imagens mentais, uma vez que a entrada da informação visual irrelevante possivelmente sobrecarrega o Buffer Visual, prejudicando a criação da imagem mental, seja para codificação ou recuperação, mas não afeta a

retenção (Logie & Van der Meulen, 2009; Logie, 2003). Após as representações serem geradas no Buffer Visual, as mesmas seriam então transferidas para o *visual cache*, possivelmente relacionado às áreas do córtex parietal posterior (Keogh & Pearson, 2014; Todd & Marois, 2004, 2005). No *visual cache* seriam armazenadas de forma mais abstrata, em termos semânticos, e imunes à interferência.

A relação entre a imagem mental e o processo de recuperação na memória visual foi evidenciada em estudo de Huijbers, Pennartz, Rubin & Daselaar (2011), que defendem que as imagens mentais desempenham um papel importante na recuperação das informações visuais na memória, uma vez que as mesmas regiões do cérebro que dão suporte às imagens mentais sobrepõem-se às que dão suporte à recuperação. Da mesma forma, Keogh e Pearson (2014) avaliaram a relação entre a imagem mental e a memória visual, utilizando um fundo luminoso como forma de interferência em um tarefa de memória visuoespacial para investigar a variação da capacidade da memória de trabalho visual. Os resultados mostraram que os participantes que foram capazes de gerar uma imagem mental de alta resolução (mensurada a partir do método de rivalidade binocular) foram os que obtiveram um melhor desempenho nas tarefas de memória de trabalho visual. A interferência da luminância de fundo foi significativa apenas para esse grupo de participantes, sugerindo que possivelmente a luminância interrompe os mecanismos sensoriais comuns entre a memória visual e a imagem mental. Esses achados confirmaram o envolvimento das áreas visuais primárias na formação e recuperação de imagens (Buckner, Logan, Donaldson & Wheeler, 2000; Kosslyn et al., 2001; Ishai et al., 2000; Wheeler, Petersen & Buckner, 2000).

A atual discussão sobre o RVD busca compreender as condições metodológicas específicas que influenciam seus efeitos na memória de trabalho visual. Em estudo anterior, Pucci e Galera (2020) investigaram o processo de recuperação da informação na memória de trabalho utilizando o paradigma de dicas retroativas e o RVD para avaliar o efeito da familiaridade sobre a recuperação de representações visuais. A familiaridade foi definida como a exposição repetida ao mesmo conjunto de estímulos e foi manipulada entre dois grupos de participantes, um que trabalhou com estímulos repetidos ao longo da sessão e outro, que trabalhou com estímulos inéditos em todas as provas. Apesar do desempenho ter sido melhor nas provas com dicas informativas, as mesmas foram mais prejudicadas pelo RVD, indicando que, de fato, a dica retroativa proporciona a recuperação da representação para um estado ativo, onde é suscetível aos efeitos do RVD, mesmo quando os estímulos foram apresentados repetidamente. Para

Ueno e Saito (2013) a ativação da informação permitiria que a representação armazenada na memória visual seja trazida à consciência na forma de imagem mental. Segundo esses autores, o RVD interfere na imagem mental no momento em que a representação é ativada no processo de imaginação, uma vez que no experimento dirigido por esses autores, os maiores efeitos do RVD foram encontrados quando os participantes tiveram de manter ativamente as informações memorizadas.

Com base nos estudos apresentados podemos então concluir que a apresentação de informações visuais irrelevantes prejudica o desempenho dos participantes em tarefas que envolvam imaginação/geração de imagens mentais. Do mesmo modo, as adequações metodológicas possibilitadas pela utilização do paradigma da dica retroativa, podem lançar luz às questões que permanecem obscuras, tais como o envolvimento entre os sistemas responsáveis pela imagem mental e o processo de recuperação da informação na memória de trabalho visual, uma vez que diversos estudos evidenciam a diminuição do desempenho em tarefas de memória de trabalho visual, através de tarefas de interferência.

Neste estudo investigamos a estrutura funcional e o processo de recuperação da informação armazenada na memória de trabalho visual (MTV) utilizando o Ruído Visual Dinâmico (RVD) e o paradigma de dicas retroativas (Lepsien & Nobre, 2006; Griffin & Nobre, 2003). Nossa hipótese de trabalho é que a dica retroativa permite equiparar em termos metodológicos a aplicação do RVD durante a recuperação em tarefas de imaginação para tarefas de memória visual (no momento exato de geração da imagem mental), tornando possível a generalização de resultados e contribuindo para melhor compreensão da estrutura da memória de trabalho visual. No Experimento 1, determinamos o intervalo entre a dica e o estímulo-teste (IDE) necessário para o processo de recuperação da informação na MTV, avaliando o efeito da dica informativa sobre o desempenho dos participantes. No Experimento 2, nós investigamos o efeito do RVD quando aplicado no IDE determinado no Experimento 1. No Experimento 3, nós avaliamos o efeito do RVD quando aplicado no Início e Fim do IDE com o objetivo de investigar o momento em que o RVD interfere na representação da informação. Com esse objetivo, o IDE foi dividido em dois momentos de apresentação do RVD (Início e Fim), o momento inicial compreendia a primeira metade do IDE e o momento final compreendia a segunda metade. De modo geral, nossa suposição é que a dica retroativa informativa promova um efeito benéfico no desempenho dos participantes e que o RVD tenha um efeito prejudicial no desempenho dos participantes quando apresentado

imediatamente após a apresentação da dica, no momento que consideramos que o participante tenha dado início a recuperação/ geração da imagem mental da informação relevante, possivelmente em um Buffer Visual, encontrando-se portanto sensível aos efeitos do RVD.

2. Experimento 1

O Experimento 1 teve por objetivo determinar o tempo mínimo necessário para o processo de recuperação da informação na memória de trabalho visual e o IDE que permite a apresentação do RVD enquanto a representação permanece em estado ativo. Para isso, avaliamos os limites temporais do efeito da dica informativa sobre o desempenho dos participantes. Tanoue e Berryhill (2012) utilizaram sete intervalos (100, 200, 300, 400, 500, 600 e 700 ms) entre a dica e o estímulo teste (IDE) para investigar os limites temporais do efeito da dica retroativa. Os achados deste estudo permitiram concluir que o benefício da dica retroativa foi significativo apenas em IDEs superiores a 300 ms e o benefício proporcionado pela dica retroativa não aumentou significativamente conforme a duração dos IDEs aumentavam, ou seja o tempo adicional parece não oferecer benefícios adicionais no desempenho dos participantes.

Assim como no estudo de Tanoue e Berryhill (2012), no Experimento 1 utilizamos oito IDEs (50, 150, 250, 350, 450, 550, 650 e 750 ms) para avaliar em qual intervalo de tempo o desempenho dos participantes mostra-se mais sensível aos benefícios da dica informativa sobre a recuperação da representação na memória de trabalho. A hipótese considerada é que a dica informativa inicia o processo de recuperação da informação na MTV, e que IDEs muito curtos não serão suficientes para que a geração da imagem mental seja finalizado. Desta forma, o efeito da dica informativa só começará a ser significativo após a conclusão da recuperação, que consideramos ser o tempo mínimo necessário para a geração/ reconstrução da imagem mental. Entretanto, supomos que em IDEs muito longos, existirá um decaimento do efeito da dica, uma vez que a representação não deve permanecer ativa por tempo indeterminado. Sendo assim, foi possível estipular com precisão o momento de geração da imagem mental, quando a representação encontra-se ativa, sendo considerado como o período ideal para aplicação do RVD (utilizado no Experimento 2). O planejamento e coleta de dados do Experimento 1 foi realizado pelo aluno Sílvio Ferreira, sob orientação do Prof. Dr. César A. Galera, como parte de seu projeto de iniciação

científica (Ferreira, 2013) e serão apresentados neste estudo de forma colaborativa para maior compreensão e integração dos resultados e discussões dos demais experimentos.

2. 1. Método

2. 1. 1. Participantes

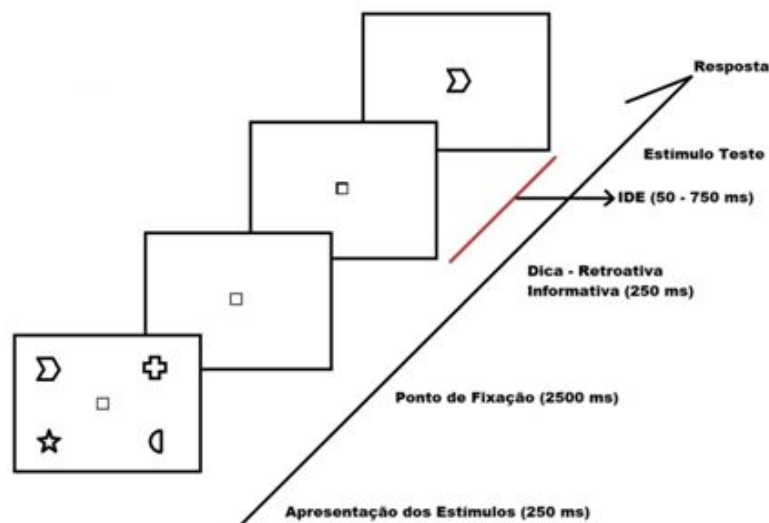
O Experimento 1 contou com 12 participantes voluntários (idade entre 19 e 30 anos), de ambos os sexos (6 homens e 6 mulheres). Todos os participantes informaram que possuíam visão normal ou corrigida para o normal, preencheram e assinaram o Termo de Consentimento Livre e Esclarecido (Anexo A) antes do início da sessão experimental. Este estudo foi aprovado pelo Comitê de Ética e Pesquisa com Seres Humanos (Anexo B).

2. 1. 2. Materiais e Estímulos

Foram utilizadas oito formas geométricas como estímulos (triângulo, círculo, estrela, arco, cruz, diamante, seta e quadrado) com aproximadamente 2 cm² de área, que eram apresentados nos vértices de um quadrado equidistantes 2 cm do ponto de fixação central. Os estímulos foram apresentados em um monitor de LED de 21, 5'' (resolução 1024 x 768 *pixels*) e 60 *Hz*. A apresentação dos estímulos, assim como o registro das respostas foi realizada pelo utilitário E-Prime (Schneider, Eschman, & Zuccolotto, 2002). O ponto de fixação foi uma moldura quadrada com laterais de 1 cm e contorno desenhado com 1 mm de espessura. As dicas informativas e neutras tiveram as mesmas dimensões que o ponto de fixação, mas para as dicas informativas, dois lados da moldura quadrada apresentaram 2 mm de espessura, apontando para uma das quatro posições que eram ocupadas pelos estímulos (superior direita, superior esquerda, inferior direita e inferior esquerda). Na dica neutra os quatro lados do quadrado tiveram 2 mm de espessura. O estímulo-teste teve as mesmas dimensões dos estímulos memorizados e foi apresentado no centro da tela. Uma gravação sonora de um texto lido por uma húngara foi usada como fala irrelevante com o objetivo de dificultar a utilização de estratégias de nomeação (recitação verbal dos estímulos visuais), o que descaracterizaria a tarefa de memória visual.

Figura 1

Sequência de eventos de uma prova do Experimento 1, com dica informativa.



2. 1. 3. Procedimento

A figura 1 apresenta de maneira esquemática a sequência de eventos em cada prova. O experimento contou com 512 provas (randomizadas), as quais as primeiras 10 provas eram para treino do participante. Em cada prova o participante era instruído a memorizar um conjunto com 4 formas geométricas, ao final do intervalo de retenção, uma dica retroativa espacial poderia informar qual seria o estímulo relevante para a tarefa de reconhecimento. O estímulo-teste era apresentado depois da dica e o participante deveria responder se este era igual a um dos estímulos memorizados, ou não. Em metade das provas o estímulo-teste era igual a um dos estímulos memorizados. Em 75% das provas a dica retroativa informativa indicou o local onde o estímulo relevante para a tarefa havia sido apresentado. Nas demais provas a dica retroativa foi neutra.

Cada prova teve início com a apresentação do ponto de fixação por 1000 ms. Em seguida, foram apresentados simultaneamente os quatro estímulos a serem memorizados por 250 ms. Depois de um intervalo de 2500 ms, a dica retroativa era apresentada por 250 ms substituindo o ponto de fixação. O intervalo entre a dica retroativa e a apresentação do estímulo teste variou entre 50,150, 250, 350, 450, 550, 650 e 750 ms (64 provas com cada intervalo). Depois deste intervalo, o estímulo-teste era apresentado e permanecia no centro da tela até o participante efetuar sua resposta. A resposta

positiva (Sim, o estímulo-teste estava presente na cena inicial) era dada pressionando o botão esquerdo do mouse, e a resposta negativa (Não, o estímulo-teste não estava presente na cena inicial) pressionando o botão direito do mouse. Os participantes recebiam um feedback da sua resposta em todas as provas (cruz azul para respostas corretas e cardinal vermelho para resposta incorreta).

2. 1. 4. Análise de dados

Em uma análise inicial os oito IDEs utilizados (50,150, 250, 350, 450, 550, 650 e 750 ms) foram agrupados em quatro (50-150, 250-350, 450-550 e 650-750 ms) e foram submetidos a uma ANOVA 2 x 4 considerando a validade da dica retroativa (informativa ou neutra) e os IDEs (50-150, 250-350, 450-550 e 650-750 ms). Foram realizadas análises adicionais separadas das provas com dicas informativas e neutras, em uma ANOVA considerando apenas os IDEs.

O desempenho dos participantes na tarefa de reconhecimento foi medido em termos do índice de discriminação d' (Snodgrass & Corwin, 1988) e da média dos tempos de resposta (TR) em milissegundos (ms). A análise do tempo de resposta foi estimada com base nas provas com respostas corretas e os valores abaixo de 300 ms e acima de 5000 ms foram excluídos. Para todas as análises o nível de significância foi estabelecido em 0,05 e análises *post-hoc* (Bonferroni) e *Testes t* foram realizados, conforme o necessário. O coeficiente de correlação Eta ao quadrado parcial (η^2_p) foi considerado para a avaliação dos efeitos parciais.

2. 2. Resultados

2. 2. 1. Acurácia

A análise da acurácia revelou que o índice de discriminação (d') é maior nas provas com dicas informativas ($M = 1,93$; $EPM = 0,28$) do que nas provas com dicas neutras ($M = 1,13$; $EPM = 0,22$) ($F(1,11) = 20,16$, $p < 0,001$, $\eta^2_p = 0,65$). A variação dos IDEs utilizados não foi significativa para o desempenho dos participantes ($F(3,33) = 0,40$, $p = 0,75$, $\eta^2_p = 0,03$). O tipo de dica não apresenta interação com os IDEs utilizados nas provas ($F(3,33) = 1,86$, $p = 0,15$, $\eta^2_p = 0,14$).

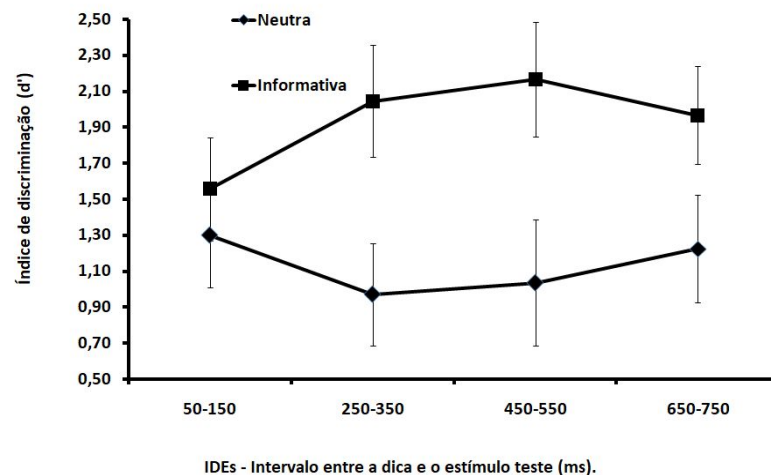
Foram consideradas análises separadas para provas com dicas informativas e neutras. A análise realizada com os dados obtidos nas provas com dicas informativas mostrou que o fator intervalo (IDE) interfere significativamente no índice de discriminação (d') dos participantes ($F(3,33) = 4,24$, $p = 0,01$, $\eta^2_p = 0,28$). O teste de

Bonferroni foi utilizado para análise post-hoc e indicou uma tendência na melhora do desempenho do primeiro intervalo 50 - 150 ms para o segundo intervalo de 250 - 350 ms ($p = 0,07$) e uma melhora significativa do primeiro intervalo de 50 - 150 ms para o terceiro intervalo de 450 - 550 ms ($p = 0,01$). A análise das provas com dicas neutras mostrou que o desempenho não variou em função do intervalo ($F(3,33) = 0,39$, $p = 0,75$, $\eta_p^2 = 0,03$).

Os IDEs também foram analisados separadamente e mostraram que a dica retroativa informativa apresentou um efeito significativo apenas no segundo (250 - 350 ms) ($F(1,11) = 16,82$, $p = 0,002$, $\eta_p^2 = 0,60$) e terceiro intervalo (450 - 550 ms) ($F(1,11) = 11,85$, $p = 0,005$, $\eta_p^2 = 0,52$). Apontando que no primeiro (50 - 150 ms) ($F(1,11) = 1,31$, $p = 0,27$, $\eta_p^2 = 0,11$) e quarto intervalo (650 - 750 ms) ($F(1,11) = 3,40$, $p = 0,09$, $\eta_p^2 = 0,24$) não houve diferença no desempenho dos participantes nas provas com dicas neutras e informativas.

Figura 2

Resultados do Experimento 1 - Acurácia.



Nota. Acurácia em função da dica retroativa (informativa e neutra) para investigar os IDEs (50-150, 250-350, 450-550 e 650-750 ms). O erro padrão da média é apresentado pelos segmentos verticais.

2. 2. 2. Tempo de Resposta (TR)

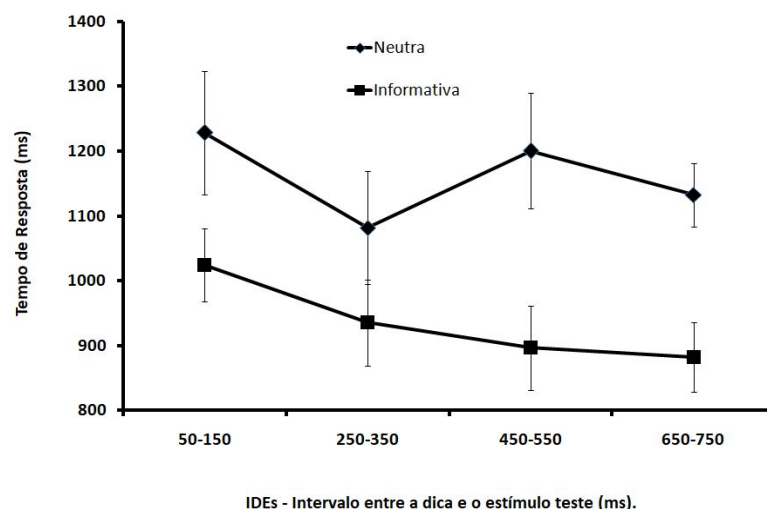
A análise dos tempos de respostas (*Figura 3*) mostrou convergência com os resultados obtidos na análise da acurácia (*Figura 2*), indicando que o participante responde mais rapidamente nas provas com dicas informativas ($M = 935$ ms, $EPM = 71$ ms) do que com dicas neutras ($M = 1161$, $EPM = 87$ ms) ($F(1,11) = 15,76$, $p = 0,002$, $\eta^2_p = 0,59$). A variação dos IDEs mostrou-se significativa para os tempos de respostas dos participantes ($F(3,33) = 3,24$, $p = 0,03$, $\eta^2_p = 0,23$). O tipo de dica não apresenta interação com os IDEs utilizados nas provas ($F(3,33) = 1,20$, $p = 0,32$, $\eta^2_p = 0,10$). A análise *post-hoc* (Bonferroni) mostrou diferença marginal entre os tempos de respostas dos participantes no primeiro intervalo de 50-150 ms, quando comparado com o quarto intervalo 650- 750 ms ($p = 0,064$).

As provas com dicas informativas quando analisadas separadamente mostraram que os IDEs influenciam significativamente nos tempos de respostas do participante ($F(3,33) = 7,63$, $p < 0,001$, $\eta^2_p = 0,41$). A análise *post-hoc* (Bonferroni) mostrou que nas provas com dicas informativas, existe uma diferença significativa entre os tempos de respostas dos participantes no primeiro intervalo de 50-150 ms quando comparado com o terceiro de 450 - 550 ms ($p = 0,002$) e quarto intervalo de 650 - 750 ms ($p < 0,001$). A análise das provas com dicas neutras mostrou que os tempos de respostas não variaram em função do IDE ($F(3,33) = 1,35$, $p = 0,27$, $\eta^2_p = 0,11$).

Os IDEs também foram analisados separadamente e mostraram que a dica retroativa informativa apresentou um efeito significativo nos tempos de respostas dos participantes apenas no terceiro (450- 550 ms) ($F(1,11) = 20,33$, $p < 0,001$, $\eta^2_p = 0,65$) e quarto intervalos (550 - 650 ms) ($F(1,11) = 61,63$, $p < 0,001$, $\eta^2_p = 0,66$). Apontando que no primeiro (50 - 150 ms) ($F(1,11) = 3,83$, $p = 0,08$, $\eta^2_p = 0,26$) e segundo intervalos (250 - 350 ms) ($F(1,11) = 3,64$, $p = 0,08$, $\eta^2_p = 0,25$) não houve diferença nos tempos de respostas dos participantes nas provas com dicas neutras e informativas.

Figura 3

Resultados do Experimento 1 - Tempo de Resposta.



Nota. Tempo de respostas (ms) em função da dica retroativa (informativa e neutra) para investigar os IDEs (50-150, 250-350, 450-550 e 650-750 ms). O erro padrão da média é apresentado pelos segmentos verticais.

2. 3. Discussão: Experimento 1

O Experimento 1 teve por objetivo determinar o tempo necessário para o processo de recuperação da informação na memória de trabalho visual iniciado a partir da apresentação da dica retroativa. Para isso, avaliamos o IDE que permite o maior efeito da dica informativa sobre o desempenho dos participantes. O benefício proporcionado pela dica retroativa dispõem de evidências robustas na literatura (Lepsien & Nobre, 2006; Griffin & Nobre, 2003) e conforme esperado, nossos resultados revelam que tanto a acurácia quanto o tempo de resposta dos participantes foram melhores nas provas com dicas informativas do que nas provas com dicas neutras e que o efeito benéfico da dica retroativa informativa independe dos IDEs utilizados. Os IDEs utilizados influenciam significativamente tanto a acurácia quanto os tempos de resposta dos participantes quando as provas com dicas informativas foram consideradas separadamente. O desempenho geral dos participantes nas provas com dicas informativas começou a melhorar a partir de 250 - 350 ms (segundo intervalo) do IDE,

apresentando uma melhora mais consistente tanto na acurácia quanto no tempo de resposta, a partir de 450 - 550 ms (terceiro intervalo) de IDE. Nas provas com dicas neutras o desempenho e tempo de resposta dos participantes não sofreram influência dos IDEs utilizados.

Nossas análises indicaram que o efeito da dica retroativa informativa sobre o desempenho dos participantes ocorre em IDEs superiores a 250-350 ms e inferiores a 650-750 ms, o que nos leva a concluir que o tempo mínimo para recuperação encontra-se no intervalo de 250- 350 ms. Nossos achados vão ao encontro do resultado obtido no estudo de Tanoue e Berryhill (2012), evidenciando que 300 ms seriam o tempo mínimo necessário para que a dica retroativa apresente um efeito benéfico sobre o desempenho dos participantes. Esses autores encontraram o efeito significativo da dica retroativa em todos os demais IDEs superiores a 300 ms (400, 500, 600 e 700 ms) e que não houve diferença significativa entre os intervalos. Entretanto, nossos resultados revelam que a dica retroativa teve um efeito significativo apenas no segundo (250 - 350 ms) e terceiro intervalos (450 - 550 ms), mostrando que no quarto intervalo (650 - 750 ms) não houve um efeito benéfico da dica informativa. À vista disso, os resultados obtidos no Experimento 1 sugerem que a recuperação da representação visual na memória de trabalho para um estado ativo leva aproximadamente 300 ms. Após a recuperação, a representação pode ser mantida em estado ativo por aproximadamente mais 350 - 450 ms, totalizando o limite máximo de cerca de 650-750 ms de IDE para que a dica retroativa apresente benefício no desempenho do participante. Abordamos esta questão no Experimento 2, onde o IDE foi aproximado e fixado em 700 ms e o RVD foi apresentado em metade das provas.

3. Experimento 2

A partir dos resultados do Experimento 1, foi possível concluir que a recuperação da representação visual na memória de trabalho ocorre em aproximadamente 300 ms e se mantém em um estado ativo em um limite máximo de aproximadamente 700 ms após a apresentação da dica retroativa, sendo portanto o momento ideal para a apresentação do RVD. O objetivo principal do Experimento 2 foi investigar o efeito do RVD quando aplicado neste intervalo de tempo. De acordo com nossa hipótese, o processo de recuperação iniciado pela dica informativa é equivalente ao processo de geração em tarefas de imagem mental da tarefa de *peg-word*. Nesta condição, como sugerido por Logie e Van der Meulen (2009), a geração da imagem

mental pode ser prejudicada pela exposição ao RVD, o que indicaria a existência e possível sobrecarga de um Buffer Visual. Portanto, buscamos investigar se o RVD poderia prejudicar o efeito da dica informativa em tarefas de memória visual. Uma vez que nossa hipótese prevê que a dica informativa irá proporcionar uma recuperação da representação para um estado ativo a qual é passível de interferência do RVD, pretendemos avaliar a sobreposição dos efeitos da dica informativa com a interferência do RVD no desempenho dos participantes na tarefa de memória visual.

O objetivo secundário do Experimento 2 foi avaliar o efeito do RVD sobre diferentes tipos de estímulos. Os Experimentos 2A e 2B contaram com o mesmo paradigma experimental em que foram utilizados como estímulos respectivamente figuras geométricas e caracteres chineses. A utilização de diferentes tipos de estímulos justifica-se pelas diferenças de efeito encontradas em estudos com o RVD em tarefas de memória. O RVD interfere significativamente na memória de alguns tipos de estímulos visuais (cores, texturas e palavras concretas) mas não de outros (caracteres chineses, matriz e formas visuais) (para revisão ver Dent, 2010; Chubala, Ensor, Neath & Surprenant, 2020). Em estudo de Dent (2010), o autor evidencia os efeitos irregulares do RVD em tarefas de memória visual e refere que uma das explicações apresentadas para explicar esses resultados trata-se da ideia de que o RVD afeta tarefas de memória visual apenas quando os estímulos exigem a retenção de detalhes visuais ou a discriminação de diferenças sutis nos estímulos. Deste modo, em nosso experimento, a utilização de dois tipos de estímulos permitiu a comparação do efeito do RVD sobre o desempenho dos dois grupos de participantes. Considerando que os caracteres chineses apresentam maior complexidade e quantidade de detalhes visuais, a hipótese levantada é que o RVD terá um efeito mais prejudicial sobre a recuperação dos caracteres chineses do que para as figuras geométricas.

3. 1. Métodos

3. 1. 1. Participantes

O Experimento 2 contou com 32 participantes voluntários (idades entre 18 e 30 anos), de ambos os sexos (15 homens e 17 mulheres), divididos em dois grupos experimentais. Participaram do Experimento 2A um total de 15 pessoas e no Experimento 2B um total de 17 pessoas. Todos os participantes informaram que possuíam visão normal ou corrigida para o normal, preencheram e assinaram o Termo de Consentimento Livre e Esclarecido (Anexo A) antes do início da sessão

experimental.

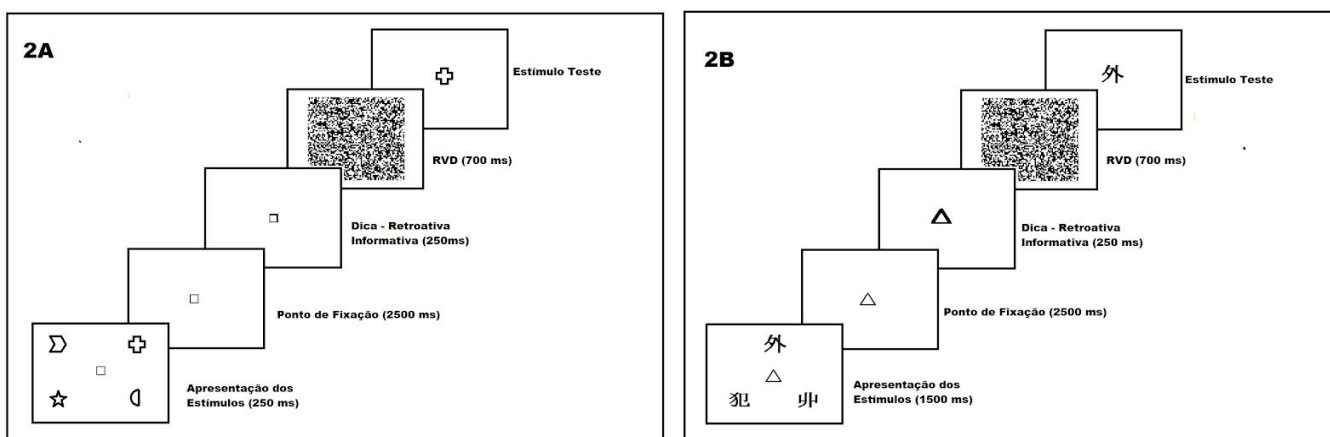
3. 1. 2. Materiais e Estímulos

Os estímulos usados no Experimento 2A foram idênticos aos utilizados no Experimento 1. No Experimento 2B foram utilizados como estímulos oito caracteres chineses, retirados do banco de dados de caracteres chineses *Research Centre for the Humanities Computing* da Universidade de Hong Kong (<http://humanum.arts.cuhk.edu.hk/Lexis/lexi-can> recuperado em 14 de julho de 2015). No experimento 2B os estímulos, com aproximadamente 2 cm² de área, foram apresentados nos vértices de um triângulo equilátero, equidistantes 2 cm do ponto de fixação central. O ponto de fixação foi uma moldura triangular com laterais de 1 cm e contorno desenhado com 1mm de espessura. As dicas informativas e neutras tiveram as mesmas dimensões que o ponto de fixação, com dois lados desenhados com 2 mm de espessura, apontando para uma das três posições que eram ocupadas pelos estímulos (superior, inferior direita e inferior esquerda). Na dica neutra, os três lados do triângulo tiveram 2 mm de espessura. O estímulo teste teve as mesmas dimensões dos estímulos memorizados e foi apresentado no centro da tela. Em ambos os experimentos, uma gravação sonora de um texto lido por uma húngara foi usado como fala irrelevante, assim como no Experimento 1.

O Ruído Visual Dinâmico (RVD) foi formado por uma matriz de 80 x 80 pontos, cada ponto com 4 x 4 *pixels*, cobrindo uma área de aproximadamente 13,5 x 13,5 cm no centro da tela do monitor. Metade dos pontos do RVD eram brancos e a outra metade pretos, sendo que a cada segundo 50% dos pontos tomados aleatoriamente, mudavam de preto para branco e vice-versa.

Figura 4

Seqüência de eventos em uma prova dos Experimento 2A e 2B.



Nota. Prova com dica retroativa informativa dos Experimentos 2A e 2B e os respectivos exemplos das formas geométricas e caracteres chineses que foram utilizados como estímulos.

3. 1. 3. Procedimento

A figura 4 apresenta de maneira esquemática a seqüência de eventos em cada prova dos experimentos 2A e 2B. Ambos os experimentos contaram com 138 provas (randomizadas), as quais as primeiras 10 provas eram para treino do participante. As tarefas realizadas nos Experimento 2A e 2B foram idênticas às do Experimento 1, com exceção do IDE que passou a ser fixo em 700 ms. Em metade das provas o RVD foi apresentado entre a dica e o estímulo teste. No experimento 2A, assim como no Experimento 1, o participante era solicitado a memorizar 4 formas geométricas. No Experimento 2B o participante era solicitado a memorizar 3 caracteres chineses. Outros detalhes dos procedimentos utilizados foram os mesmos do Experimento 1.

3. 1. 4. Análise de dados

Os dados obtidos em ambos os experimentos foram submetidos a uma ANOVA fatorial mista 2 x 2 x 2 que levou em conta o tipo de estímulo visual (formas geométricas e caracteres chineses), manipulado entre os dois grupos de participantes e medidas repetidas nos tratamentos resultantes da combinação do tipo de dica (informativa e neutra) e a presença do RVD (controle e RVD). Posteriormente, foram realizadas análises adicionais considerando separadamente as provas com dicas

informativas e neutras em uma ANOVA 2 x 2 que levou em conta a presença do RVD (Controle e RVD) e o tipo de estímulo visual (formas geométricas e caracteres chineses). Para todas as análises o nível de significância foi estabelecido em 0,05 e análises *post-hoc* (Bonferroni) e *Testes t* foram realizados, conforme necessário. Outros detalhes dos critérios considerados na análise de dados foram os mesmos do Experimento 1.

3. 2. Resultados

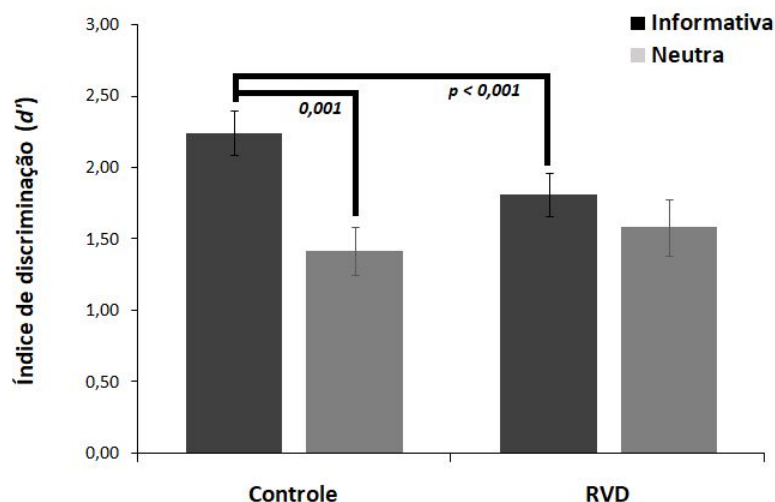
3. 2. 1. Acurácia

De maneira geral, a análise do índice de discriminação (d') obtido nas provas com figuras geométricas (2A) ($M = 1,9$; $EPM = 0,17$) mostrou desempenhos equivalentes que o obtido nas provas com caracteres chineses (2B) ($M = 1,6$; $EPM = 0,29$) ($F(1,30) = 0,90$, $p = 0,35$, $\eta_p^2 = 0,03$). O desempenho é melhor nas provas com dicas informativas ($M = 2,0$; $EPM = 0,15$) do que nas provas com dicas neutras ($M = 1,5$; $EPM = 0,18$) ($F(1,30) = 17,70$; $p < 0,001$, $\eta_p^2 = 0,37$). Embora o efeito primário do RVD não tenha sido significativo ($F(1,30) = 2,27$; $p = 0,14$, $\eta_p^2 = 0,07$) existe uma interação significativa entre esse fator e a validade da dica ($F(1,30) = 9,43$, $p = 0,004$, $\eta_p^2 = 0,24$).

A análise realizada com os dados obtidos nas provas com dicas informativas mostrou um efeito significativo do RVD ($F(1,30) = 16,64$, $p < 0,001$, $\eta_p^2 = 0,36$). O tipo de estímulo (figuras geométricas ou caracteres chineses) não apresentou diferenças significativas para provas com dicas informativas ($F(1,30) = 0,24$, $p = 0,62$, $\eta_p^2 = 0,008$). Nas provas com dicas neutras não existem diferenças entre o desempenho dos participantes nas provas com o RVD e nas provas Controle ($F(1,30) = 1,19$, $p = 0,28$, $\eta_p^2 = 0,04$). O tipo de estímulo (figuras geométricas ou caracteres chineses) não apresenta diferenças significativas nas provas com dicas neutras ($F(1,30) = 1,20$, $p = 0,28$, $\eta_p^2 = 0,04$).

Figura 5

Resultados do Experimento 2 - Acurácia.



Nota. Acurácia em função da dica retroativa (informativa e neutra) e da presença do RVD (Controle e RVD). O erro padrão da média é apresentado pelos segmentos verticais.

3. 2. 2. Tempo de Resposta (TR)

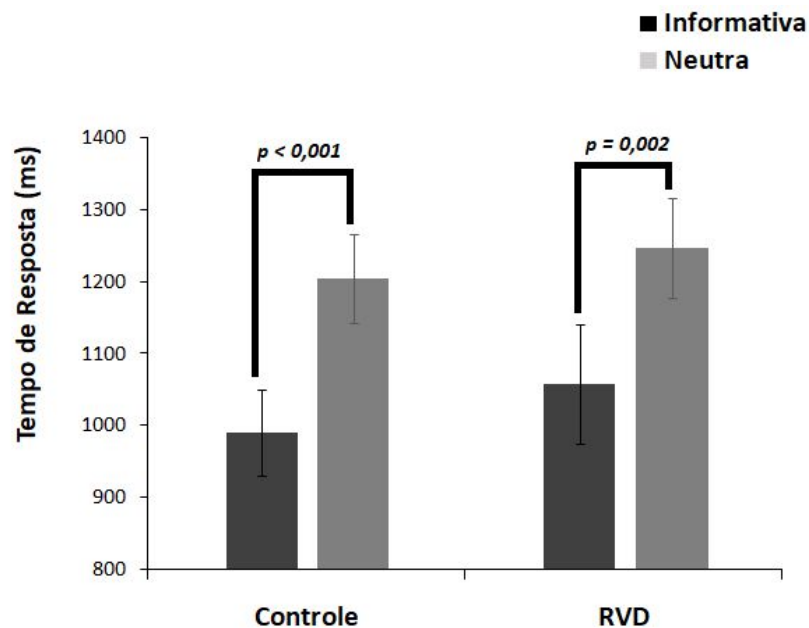
A análise dos tempos de respostas (*Figura 6*) mostrou convergência com os resultados obtidos na análise da acurácia (*Figura 5*), mostrando tempos de respostas equivalentes nas provas com figuras geométricas ($M = 1069$ ms; $EPM = 276$ ms) se comparado às provas com caracteres chineses ($M = 1163$ ms; $EPM = 101$ ms) ($F(1,30) = 0,56$, $p = 0,46$, $\eta^2_p = 0,02$). As respostas foram mais rápidas em provas com dicas informativas ($M = 1020$ ms; $EPM = 60$ ms) do que em provas com dicas neutras ($M = 1218$ ms; $EPM = 75$ ms) ($F(1,30) = 19,68$, $p < 0,001$, $\eta^2_p = 0,39$). O RVD não apresentou efeitos significativos na análise geral ($F(1,30) = 3,56$, $p = 0,069$, $\eta^2_p = 0,11$). Entretanto, houve uma interação significativa entre os fatores: dica (informativa ou neutra), RVD (Controle ou RVD) e tipo de estímulo (figuras geométricas e caracteres chineses) ($F(1,30) = 4,30$, $p = 0,046$, $\eta^2_p = 0,12$). De acordo com essa interação, o RVD tem um efeito maior com os caracteres chineses nas provas com dicas informativas ($t_{gl=16} = 3,036$; $p = 0,008$).

As provas com dicas informativas quando analisadas separadamente mostraram que o RVD apresentou um efeito significativo ($F(1,30) = 7,77$, $p = 0,009$, $\eta^2_p = 0,20$). O tipo de estímulo (figuras geométricas ou caracteres chineses) não interferiu

significativamente no tempo de resposta das provas com dicas informativas ($F(1,30) = 1,20, p = 0,28, \eta^2_p = 0,04$). Nas provas com dicas neutras não houve diferença entre o tempo de resposta dos participantes nas provas com o RVD e nas provas Controle ($F(1,30) = 0,85, p = 0,36, \eta^2_p = 0,03$). E o tipo de estímulo também (figuras geométricas ou caracteres chineses) não apresentou diferenças significativas ($F(1,30) = 0,16, p = 0,69, \eta^2_p = 0,005$).

Figura 6

Resultados do Experimento 2 - Tempo de Resposta.



Nota. Tempo de resposta em função da dica retroativa (informativa e neutra) e da presença do RVD (Controle e RVD). O erro padrão da média é apresentado pelos segmentos verticais.

3. 3. Discussão: Experimento 2

No Experimento 2, nós investigamos se o processo de recuperação na memória de trabalho visual seria afetado pela apresentação do RVD no intervalo de recuperação determinado no Experimento 1. Nossa hipótese foi que o paradigma de dicas retroativas proporciona condições metodológicas semelhantes ao da tarefa de *peg-word* na memória visual. Portanto, o efeito principal do RVD nos permitiria generalizar os resultados obtidos em tarefas de imaginação (imagens mentais) para tarefas de memória visual (baseadas em informação visual). Nossos resultados mostraram que a acurácia e o tempo de resposta dos participantes é melhor nas provas com dicas informativas do que nas provas com dicas neutras. As análises também mostraram que o efeito principal do RVD não foi significativo na análise geral, mas foi significativo nas provas com dicas informativas.

Nossos resultados mostraram que nas provas com a apresentação do RVD, o efeito benéfico da dica informativa foi eliminado. Este resultado corrobora com a ideia de que a dica retroativa permite a recuperação das informações visuais de um estado passivo para um estado ativo, onde é mantido até que o estímulo teste seja apresentado e a resposta seja selecionada. De fato, quando as provas com dicas informativas foram consideradas separadamente o RVD apresentou um efeito significativo tanto para acurácia quanto para o tempo de resposta dos participantes, enquanto que nas provas com dicas neutras nenhum efeito do RVD foi encontrado.

Considerando o efeito do RVD nas provas informativas, nossos resultados contrariam a hipótese levantada por Matsukura et al., (2007) e outros autores (Landman, Spekreijse & Lamme, 2003, Makovski, Sussman & Jiang, 2008, Pertzov, Bays, Joseph & Husain (2013) de que a dica retroativa protegeria a informação recuperada da interferência. Uma vez que aparentemente a dica retroativa iniciaria um processo de recuperação da informação que torna a representação ativa e disponível ao acesso consciente e as interferências do RVD.

De modo geral, a recuperação das figuras geométricas e dos caracteres chineses não apresentou diferença significativa no desempenho entre grupos. Entretanto, a interação significativa entre os fatores: o tipo de estímulo, apresentação do RVD e o tipo de dica, revela que nas provas com dicas informativas os caracteres chineses foram mais prejudicados pela interferência do RVD. Esses resultados vão ao encontro de nossa suposição e das considerações de Dent (2010), reforçando que a necessidade de retenção de detalhes visuais pode ser um fator importante sobre o efeito do RVD em tarefas de memória visual.

Os resultados obtidos no Experimento 2 nos permite considerar que de fato o processo de recuperação acionado pela dica informativa mostra-se equivalente ao processo de recuperação em tarefas de imaginação (tarefa de *peg-word*), de modo que a informação visual irrelevante (RVD) foi capaz de interferir nas representações geradas a partir da apresentação da dica informativa. Baseados na hipótese de que após o intervalo de 700 ms a representação não estaria mais disponível ao acesso consciente (ver resultado do Experimento 1), sugerimos que o RVD teria um efeito significativo apenas quando apresentado imediatamente após a apresentação da dica, nos primeiros 700 ms, mas não afetaria a recuperação da informação quando apresentado após esse intervalo de tempo. Com objetivo de investigar essa questão, nós realizamos o Experimento 3.

4. Experimento 3

Os resultados obtidos no Experimento 1 sugerem que a apresentação da dica inicia um processo de recuperação da representação visual na memória de trabalho que leva aproximadamente 300 ms. A representação seria mantida em um estado ativo por aproximadamente mais 350 - 450 ms, ou seja até 650-750 ms (quarto intervalo do Experimento 1) após a apresentação da dica retroativa, sendo portanto o momento ideal para a apresentação do RVD. No Experimento 2, o IDE foi fixado em 700 ms e mostramos um efeito do RVD quando aplicado neste intervalo de tempo. No Experimento 3, nós avaliamos o efeito do RVD quando aplicado no Início e Fim do IDE com o objetivo de investigar o momento em que o RVD interfere na representação da informação. Com esse objetivo, o IDE de 700 ms foi ampliado para 1500 ms e dividido em dois momentos de apresentação do RVD (Início e Fim). O momento de apresentação do RVD foi manipulado entre grupos. No Experimento 3A, o RVD foi apresentado em metade das provas durante os primeiros 750 ms do IDE e no Experimento 3B, o RVD foi apresentado nos últimos 750 ms do IDE.

Consideramos como parâmetro os primeiros 750 ms do IDE como momento Inicial, o qual garantirá tempo suficiente para que ocorra o processo de recuperação, geração e manutenção ativa da representação, possivelmente em um Buffer Visual. O momento final foi considerado como o período posterior a formação da imagem mental, isto é, nos últimos 750 ms do IDE. Nossa hipótese de trabalho é que se as imagens mentais são mantidas em um Buffer Visual apenas pelo período necessário para que ocorra a recuperação/ geração da imagem mental visual, o RVD influenciará no desempenho dos participantes de modo mais consistente para o grupo que trabalhou com o RVD no Início do IDE. Após essa etapa inicial de geração da imagem mental, acreditamos que as representações sejam transferidas para o *visual cache*, onde seriam mantidas, inacessíveis a interferência do RVD.

4. 1. Métodos

4. 1. 1. Participantes

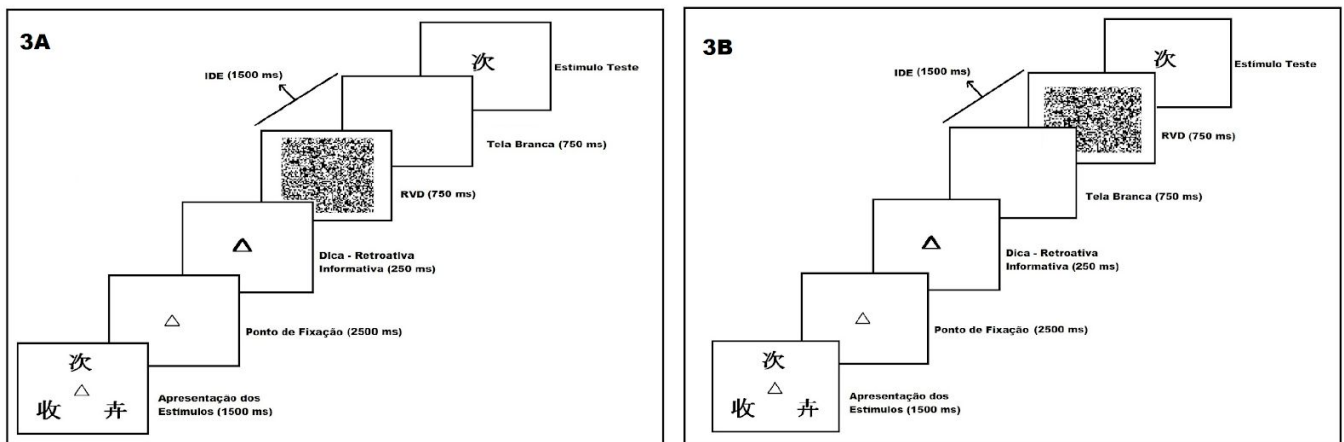
O Experimento 3 recrutou 32 participantes voluntários (idades entre 18 a 34 anos), de ambos os sexos (17 homens e 14 mulheres), divididos em dois grupos experimentais de 16 pessoas. Todos os participantes informaram que possuíam visão normal ou corrigida para o normal, preencheram e assinaram o Termo de Consentimento Livre e Esclarecido (Anexo A) antes do início da sessão experimental.

4. 1. 2. Materiais e Estímulos

Foram utilizados como estímulos 384 caracteres chineses, retirado do banco de dados de caracteres chineses *Research Centre for the Humanities Computing* da Universidade de Hong Kong (<http://humanum.arts.cuhk.edu.hk/Lexis/lexi-can> recuperado em 14 de julho de 2015). Outros detalhes dos materiais e estímulos utilizados foram os mesmos que os utilizados no Experimento 2B.

Figura 7

Sequência de eventos em uma prova dos Experimento 3A e 3B.



Nota. Prova com dica retroativa informativa dos Experimentos 3A e 3B e os respectivos exemplos da apresentação do RVD no Início e Fim do IDE.

4. 1. 3. Procedimento

A figura 7 apresenta de maneira esquemática a sequência de eventos em cada prova dos experimentos 3A e 3B. Ambos os experimentos contaram com 268 provas (randomizadas), as quais as primeiras 12 provas eram para treino do participante. As tarefas realizadas no Experimento 3A e 3B foram idênticas às do experimento 2B. No Experimento 3 os três caracteres chineses a serem memorizados eram apresentados por 1500 ms. O IDE foi de 1500 ms. O RVD teve duração de 750 ms e foi apresentado em dois momentos. No Experimento 3A o RVD foi apresentado imediatamente após a dica retroativa (início do IDE). No Experimento 3B o RVD foi apresentado 750 ms após a dica retroativa (ou seja, nos momentos finais do IDE). Outros detalhes dos procedimentos utilizados foram os mesmos que os utilizados no Experimento 2B.

4. 1. 4. Análise de dados

Os dados obtidos em ambos os experimentos foram submetidos a uma ANOVA fatorial mista 2 x 2 x 2 que levou em conta o momento de apresentação do RVD (Início e Fim), manipulado entre os dois grupos de participantes e medidas repetidas nos tratamentos resultantes da combinação do tipo de dica (informativa e neutra) e a presença do RVD (RVD e Controle). Posteriormente, foram realizadas análises

adicionais considerando separadamente as provas sem o RVD (Controle) e com o RVD em uma ANOVA 2 x 2 que levou em conta o tipo de dica (informativa e neutra) e o momento de apresentação do RVD (Início e Fim). Para todas as análises o nível de significância foi estabelecido em 0,05 e análises *post-hoc* (Bonferroni) e *Testes t* foram realizados, conforme o necessário. Outros detalhes dos critérios considerados na análise de dados foram os mesmos dos experimentos anteriores.

4. 2. Resultados

4. 2. 1. Acurácia

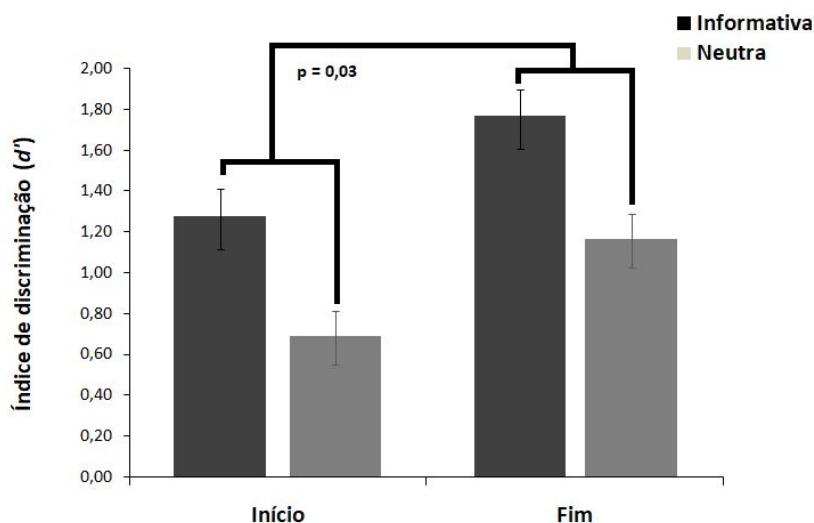
A análise do índice de discriminação dos participantes (d') mostra que o desempenho foi pior quando o RVD foi apresentado no Início do IDE ($M = 1,06$; $EPM = 0,15$) do que quando apresentado no Fim ($M = 1,45$; $EPM = 0,17$) ($F(1, 30) = 5,31$; $p = 0,03$, $\eta^2_p = 0,15$). O desempenho foi melhor nas provas com dicas informativas ($M = 1,56$; $EPM = 0,11$) do que nas provas com dicas neutras ($M = 0,95$; $EPM = 0,10$) ($F(1, 30) = 70,10$; $p < 0,001$, $\eta^2_p = 0,70$). Como podemos ver na *Figura 8*, a dica retroativa não depende do momento em que o RVD foi apresentado ($F(1, 30) = 0,19$; $p = 0,67$, $\eta^2_p = 0,006$). O efeito principal do RVD não chegou a ser significativo ($F(1, 30) = 0,70$; $p = 0,40$, $\eta^2_p = 0,02$) e não existem interações significativas com os demais fatores manipulados.

Análises separadas foram realizadas com as provas Controle e com RVD. Nas provas onde o RVD foi apresentado, o momento (Início e Fim) da apresentação mostrou-se significativo sobre o desempenho dos participantes ($F(1, 30) = 7,80$; $p = 0,01$, $\eta^2_p = 0,21$). Evidenciando o pior desempenho do grupo que trabalhou com o RVD no Início do IDE ($M = 0,99$; $EPM = 0,14$) do que o grupo que trabalhou com o RVD no momento Fim do IDE ($M = 1,47$; $EPM = 0,17$). Nas provas com apresentação do RVD o desempenho dos participantes foi pior nas provas com dica neutra ($M = 0,93$; $EPM = 0,10$) do que nas provas com dica informativa ($M = 1,52$; $EPM = 0,11$) ($F(1, 30) = 59,10$; $p < 0,001$, $\eta^2_p = 0,66$).

Nas provas Controle não houve diferença no desempenho entre o grupo que trabalhou com o RVD no Início quando comparado com o grupo que trabalhou com o RVD no Fim ($F(1, 30) = 2,23$; $p = 0,14$, $\eta^2_p = 0,07$). Nas provas Controle o desempenho dos participantes foi pior nas provas com dica neutra ($M = 0,97$; $EPM = 0,09$) do que nas provas com dica informativa ($M = 1,60$; $EPM = 0,11$) ($F(1, 30) = 59,10$; $p < 0,001$, $\eta^2_p = 0,66$).

Figura 8

Resultados do Experimento 3.



Nota. Acurácia em função da dica retroativa (informativa e neutra) e momento da apresentação do RVD (Início e Fim). O erro padrão da média é apresentado pelos segmentos verticais.

4. 2. 2. Tempo de Resposta (TR)

A análise dos tempos de respostas (*Figura 9*) mostrou convergência com os resultados obtidos na análise da acurácia (*Figura 8*), evidenciando que os participantes são mais lentos nas provas em que o RVD foi apresentado no Início do intervalo ($M = 1114$ ms; $EPM = 72$ ms) do que quando apresentado no Fim ($M = 947$ ms; $EPM = 48$ ms) ($F(1, 30) = 6,20$; $p = 0,02$, $\eta_p^2 = 0,20$). Os participantes responderam mais rapidamente nas provas com dicas informativas ($M = 912$ ms; $EPM = 36$ ms) do que nas provas com dicas neutras ($M = 1150$ ms; $EPM = 44$ ms) ($F(1, 30) = 6,20$; $p = 0,02$, $\eta_p^2 = 0,20$). O efeito da dica não depende do momento em que o RVD foi apresentado ($F(1, 30) = 93,03$; $p < 0,001$, $\eta_p^2 = 0,76$). O RVD não apresentou efeitos significativos na análise geral ($F(1, 30) = 0,012$; $p = 0,91$, $\eta_p^2 = 0,0$) e não existem interações significativas com os demais fatores manipulados.

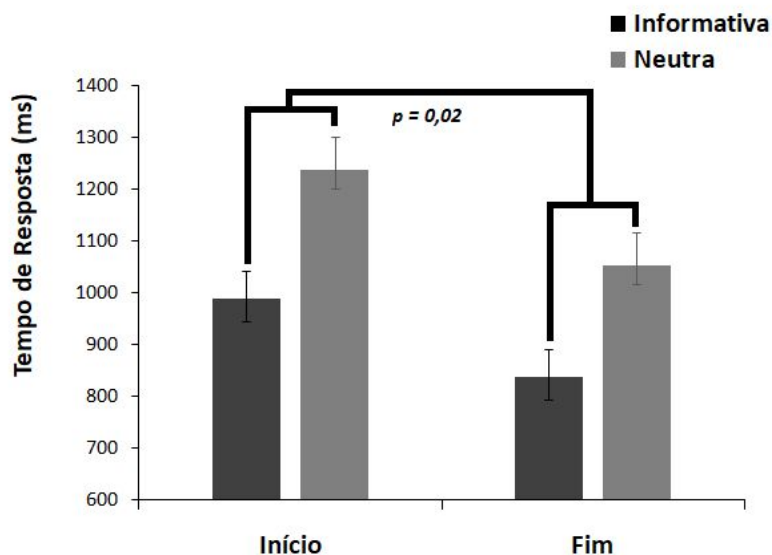
Análises separadas também foram realizadas com o tempo de resposta das provas Controle e com RVD. Nas provas onde o RVD foi apresentado, o momento (Início e Fim) da apresentação mostrou-se significativo sobre o tempo de resposta dos participantes ($F(1, 30) = 6,63$; $p = 0,015$, $\eta_p^2 = 0,18$), corroborando com a análise da

acurácia, apontando o pior tempo de resposta dos participantes quando o RVD era apresentado no Início do IDE ($M = 1113,30$; $EPM = 66,39$) do que quando o RVD era apresentado no Fim do IDE ($M = 945,30$; $EPM = 47,49$). Nas provas com apresentação do RVD o participante era mais lento nas provas com as dicas neutras ($M = 1145,60$; $EPM = 39,60$) do que nas provas com dicas informativas ($M = 913$; $EPM = 36,71$) ($F(1, 30) = 66,27$; $p < 0,001$, $\eta^2_p = 0,69$).

Nas provas Controle o momento da apresentação mostrou-se significativo ($F(1, 30) = 4,70$; $p = 0,04$, $\eta^2_p = 0,13$). O participante foi mais lento nas provas em que o RVD era apresentado no Início do IDE ($M = 114,60$; $EPM = 78,23$) do que quando o RVD era apresentado no Fim do IDE ($M = 949$; $EPM = 50$). Nas provas Controle o participante também era mais lento nas provas com dicas neutras ($M = 1153,28$; $EPM = 49,34$) do que nas provas com dicas informativas ($M = 910,33$; $EPM = 36,92$) ($F(1, 30) = 54,43$; $p < 0,001$, $\eta^2_p = 0,64$).

Figura 9

Resultados do Experimento 3.



Nota. Tempo de resposta em função da dica retroativa (informativa e neutra) e momento da apresentação do RVD (Início e Fim). O erro padrão da média é apresentado pelos segmentos verticais.

4. 3. Discussão Experimento 3

No Experimento 3, nós avaliamos o efeito do RVD quando aplicado no Início e Fim do IDE com o objetivo de investigar o momento em que o RVD interfere na representação da informação. Nossa hipótese de trabalho era de que o RVD iria interferir de modo mais consistente no desempenho do grupo quando apresentado no Início do IDE. Consideramos que a informação permaneceria no Buffer Visual apenas pelo tempo necessário para a geração da imagem mental e, após esse momento inicial, seria mantida em um armazenador como *visual cache*. O RVD teria efeito apenas quando apresentado no Início do IDE, quando a informação estaria sendo manipulada e mantida ativa no Buffer Visual, mas não teria efeito no Fim do IDE, visto que a informação visual irrelevante não tem acesso ao *visual cache* (Logie, 1995).

Nossos resultados mostram que assim como nos experimentos anteriores e como já confirmado na literatura, a dica informativa trouxe benefícios tanto para a acurácia quanto para o tempo de resposta dos participantes. Embora o efeito principal do RVD não tenha sido significativo, o desempenho geral dos participantes foi pior quando o RVD foi apresentado no Início do que quando foi apresentado no Fim do IDE.

Conforme esperávamos, de fato o RVD não tem efeito quando apresentado no Fim do IDE, o que indica que a representação não se encontra passível de interferência após 750 ms, pois estaria armazenada no *visual cache*. Porém, nossos resultados obtidos no Experimento 1 mostram que a recuperação ocorre em 300 ms, mas a dica informativa tem efeito significativo e a representação permanece ativa até aproximadamente 700 ms, demonstrando que a representação pode ser mantida no *Buffer Visual* pelo tempo que permanecer ativa.

5. Discussão Geral

Neste estudo investigamos a estrutura funcional da memória de trabalho visual e o processo de recuperação através do paradigma das dicas retroativas e da apresentação do RVD. Consideramos que o paradigma da dica retroativa permitiu equiparar em termos metodológicos as tarefas de imaginação para tarefas de memória visual, tornando possível a generalização dos efeitos do RVD. No Experimento 1 determinamos o tempo mínimo necessário para o processo de recuperação da informação na memória de trabalho visual e o IDE que permite a apresentação do RVD enquanto a representação permanece em estado ativo. No Experimento 2, investigamos o efeito do RVD quando aplicado no IDE determinado no Experimento 1. No Experimento 3,

nós investigamos o momento exato em que o RVD interfere na representação da informação. Com esse objetivo, o IDE foi dividido em dois momentos de apresentação do RVD (Início e Fim), o momento inicial compreendia a primeira metade do IDE e o momento final compreendia a segunda metade.

Nossos resultados fornecem evidências robustas do efeito da dica retroativa e reforçam a efetividade deste paradigma para investigação do processo de recuperação em tarefas de memória visual. Essa perspectiva corrobora com os resultados encontrados por Valenti e Galera 2020, ao sugerir que as diferenças no efeito do RVD em tarefas de memória e tarefas de imaginação podem ser atribuídas às diferenças metodológicas e que o paradigma de dicas retroativas mostra-se eficiente ao equiparar as condições de aplicação do RVD para os dois tipos de tarefas. O efeito do RVD foi significativo apenas nas provas com dicas informativas, comprovando (juntamente com os resultados dos Experimentos 1, 2 e 3), que a dica informativa de fato garantiu a recuperação ativa da informação na memória de trabalho visual. Tal como argumentado por Ueno e Saito (2013), a ativação da informação permitiria que a imagem mental fosse trazida à consciência, possibilitando o efeito do RVD. Partindo do pressuposto de que a dica retroativa provavelmente envolve a imagem mental da informação visual recuperada (Griffin & Nobre, 2003), nossos resultados nos permitem concluir, assim como Valenti e Galera (2020) que o processo de recuperação iniciado pela dica informativa, produziu uma representação sensível à interferência de informações visuais irrelevantes (possivelmente quando mantida ativa em um Buffer Visual) e que pode ser inspecionada conscientemente pela atenção.

Nossos resultados contrariam a hipótese levantada por Matsukura et al. (2007) de que a dica retroativa protegeria a informação recuperada da interferência (Matsukura et al., 2007; Landman et al., 2003, Makovski et al., 2008, Pertzov et al., 2013). Pois a interação entre a dica e o RVD (Experimento 2) mostra que o efeito benéfico da dica informativa é sobreposto ao efeito prejudicial do RVD. O efeito da dica informativa foi eliminado pelo RVD de modo semelhante aos resultados de Pucci e Galera (2020) que encontraram um efeito mais prejudicial do RVD nas provas com dicas informativas do que em provas com dicas neutras.

O desempenho dos participantes foi mais afetado quando o RVD foi apresentado no Início do IDE do que quando foi apresentado no Fim do IDE. De acordo com nossa suposição inicial, o RVD teria efeito apenas quando apresentado no Início do IDE, quando a informação está sendo manipulada e mantida ativa no Buffer Visual. A

ausência do efeito do RVD nos momentos finais do IDE, iria sugerir que a representação não se encontra passível de interferência após 750 ms, pois estaria armazenada no *visual cache*.

A princípio, consideramos que a informação iria permanecer no Buffer Visual apenas pelo tempo necessário para a geração da imagem mental e, após esse momento inicial seria mantida em um armazenador como *visual cache*. Porém, os nossos resultados obtidos no Experimento 1 mostram que a recuperação ocorre em 300 ms, mas a dica informativa tem efeito significativo e a representação permanece ativa por mais aproximadamente 400 ms, totalizando 700 ms de ativação, a partir da apresentação da dica, sugerindo que a representação pode ser mantida no Buffer Visual pelo tempo que permanecer ativa.

Nossos resultados alinham-se de forma clara com a concepção de diversos autores que concebem o Buffer Visual como o sistema responsável pela geração da imagem mental (Kosslyn et al., 2006; Borst et al., 2012; Logie, 2011; Quinn, 2008; 2012). Entretanto, no que se refere à função de manutenção do Buffer Visual, nossos achados confrontam-se com uma questão que parece ainda pouco definida. Enquanto Kosslyn et al., (2006) refere que a imagem mental visual permanece no Buffer Visual após terem sido geradas, Borst et al., (2012) argumenta que seria improvável que as imagens sejam mantidas no Buffer Visual, mesmo que por curtos períodos de tempo, pois se o Buffer Visual depende de áreas do córtex visual primário, as ativações devem ser transitórias para evitar a persistência perceptiva quando os olhos são movidos.

O tipo de estímulo visual parece estar relacionado com o tempo em que a informação permanece ativa no Buffer Visual, constituindo uma das hipóteses formuladas para explicar os diferentes efeitos do RVD nas tarefas de memória visual. Em nosso estudo, os participantes que trabalharam com caracteres chineses foram mais prejudicados pela interferência do RVD do que os que trabalharam com figuras geométricas, corroborando com a concepção de Dent (2010) e Borst et al., (2012), que a informação visual irrelevante afeta a memória visual quando informações precisas e detalhadas precisam ser mantidas. Outros autores (Darling et al., 2009; Kosslyn & Thompson, 2003) também apontam que o alto nível de complexidade e quantidade de detalhes nos estímulos exigem uma geração contínua das representações, o que tornaria esse tipo de estímulo mais sensível aos efeitos do RVD.

A análise dos efeitos da dica retroativa e do RVD, nos leva a acreditar que a representação pode ser mantida no Buffer Visual pelo tempo que permanecer ativa, pois

outra alternativa, não tão promissora, seria questionar o acesso da informação visual irrelevante no *visual cache*. Nossos resultados, assim como os resultados obtidos em outros estudos (Quinn & McConnell, 2006; Quinn, 2008; 2012; Vasques; 2014; Valenti & Galera, 2020; Keogh & Pearson, 2014; Borst et al., 2012; Dent; 2010; Logie & Van der Meulen, 2009; Logie, 2003; Pearson, 2001) pressupõem a existência de dois sistemas com características distintas para o processamento da informação visual na memória de trabalho. Um (semelhante ao Buffer Visual) no qual a informação é gerada e pode ser mantida em estado ativo, passível de interferência da informação visual irrelevante e outro (semelhante ao *visual cache*) responsável pelo armazenamento visual de curto prazo, onde a informação visual irrelevante não tem acesso. Em vista dos argumentos apresentados, por Pearson (2001) e Quinn e McConnell (2006) os resultados obtidos neste estudo apontam para a necessidade da inclusão de um componente semelhante ao Buffer Visual de Kosslyn (1994) no modelo de memória de trabalho visual, considerando no entanto que a relação do Buffer Visual com os outros componentes do sistema precisa ser melhor investigada, assim como as especificações do *visual cache* precisam ser melhor definidas.

6. Conclusão

Este estudo teve por objetivo investigar a estrutura funcional da MTV e o processo de recuperação através do paradigma das dicas retroativas e da apresentação do RVD. Deste modo, concluímos que o paradigma das dicas retroativas mostra-se eficiente para investigação do processo de recuperação na MTV, equiparando em termos metodológicos as tarefas de imaginação para tarefas de memória visual e promovendo a recuperação ativa da representação. Os resultados obtidos com o efeito do RVD expandem nosso conhecimento mostrando que o processo de recuperação na MTV é sensível à interferência das informações visuais irrelevantes, apontando para a necessidade da inclusão de um componente semelhante ao Buffer Visual de Kosslyn (1994) no modelo de MTV. Neste caso, seria interessante que pesquisas futuras investiguem a relação do Buffer Visual com os outros componentes do sistema de MTV e as especificações do *visual cache*. Além disso, seria interessante a investigação do modo que as características dos estímulos visuais (nível de complexidade ou quantidade de detalhes visuais) influenciam nos efeitos do RVD e no processamento da informação na MTV. Acreditamos que essa pesquisa contribuiu para uma melhor

compreensão do sistema de MTV, ampliando o conhecimento sobre o Buffer Visual, os efeitos do RVD e do paradigma das dicas retroativas.

Referências Bibliográficas

- 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., & Szmales, A. (2002). Insensitivity of visual short-term memory to irrelevant visual information. *The Quarterly Journal of Experimental Psychology*, 55(3), 753–774. <http://doi.org/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. <https://doi.org/10.1080/09541440440000104>.
- Baddeley, A.; Anderson, M.C & Eysenck, M.W. (2011). Memória (C. Stolting Trad). ARTMED.
- Baddeley, A., & Andrade, J. (2000). Working memory and vividness of imagery. *Journal of Experimental Psychology: General*, 129, 126–145. <https://doi.org/10.1037/0096-3445.129.1.126>.
- Baddeley, A., & Hitch, G. (1974). Working Memory. In *Psychology of Learning and Motivation - Advances in Research and Theory* (Vol. 8, pp. 47–89). Academic Press. [http://doi.org/10.1016/S0079-7421\(08\)60452-1](http://doi.org/10.1016/S0079-7421(08)60452-1).
- Baddeley, A. (2000). The episodic buffer: a new component of working memory?. *Trends in cognitive sciences*, 4(11), 417–423. [http://doi.org/10.1016/S1364-6613\(00\)01538-2](http://doi.org/10.1016/S1364-6613(00)01538-2).
- Baddeley, A. (2010). Working memory. *Current biology: CB*, 20(4), R136–140. <http://doi.org/10.1016/j.cub.2009.12.014>.
- Baddeley, A. (2007). Working memory, thought, and action. Oxford: Clarendon. <http://doi.org/10.1093/acprof:oso/9780198528012.001.0001>.
- Baddeley, A. (2012). Working memory: theories, models, and controversies. *Annual review of psychology*, 63, 1–29. <https://doi.org/10.1146/annurev-psych-120710-100422>.
- Berryhill, M. E., Richmond, L. L., Shay, C. S., & Olson, I. R. (2012). Shifting attention among working memory representations: Testing cue type, awareness, and strategic control. *Quarterly Journal of Experimental Psychology*, 65, 426–438. <https://doi.org/10.1080/17470218.2011.604786>.
- 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. <http://doi.org/10.3758/s13421-011-0151-7>.

- Buckner, R.L., Logan, J., Donaldson, D.I., & Wheeler, M.E. (2000). Cognitive Neuroscience of episodic memory encoding. *Acta Psychologica*, 105(2–3), 127–139. [https://doi.org/10.1016/S0001-6918\(00\)00057-3](https://doi.org/10.1016/S0001-6918(00)00057-3).
- Chubala, C. M., Ensor, T. M., Neath, I., & Surprenant, A. M. (2020). Dynamic visual noise affects ill-defined, not well-defined, images. *Memory*, 28(1), 112–127. <http://doi.org/10.1080/09658211.2019.1691236>.
- 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. <http://doi.org/10.1080/17470210802321984>.
- Dent, K. (2010). Dynamic visual noise affects visual short-term memory for surface color, but not spatial location. *Experimental Psychology*, 57(1), 17–26. <http://doi.org/10.1027/1618-3169/a000003>.
- Ferreira, Silvio José Vitor (2013). A Estrutura da memória de trabalho visual: evidências baseadas no efeito do Ruído Visual Dinâmico. Monografia de Conclusão do Programa de Bacharelado do Departamento de Psicologia da Faculdade de Filosofia, Ciências e Letras de Ribeirão Preto, Universidade de São Paulo, Ribeirão Preto. (Orientador: Prof. Dr. César Alexis Galera).
- Galera, C., & Quinn, G. (2014, julho). Visual buffer and retrieval of visual information from working memory. Comunicação apresentada em International Conference on Working Memory. Cambridge, UK.
- Ganis, G., Thompson, W. L., & Kosslyn, S. M. (2004). Brain areas underlying visual mental imagery and visual perception: an fMRI study. <http://doi.org/10.1016/j.cogbrainres.2004.02.012>.
- 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://doi.org/nature07832>, [pii]10.1038/nature07832.
- Huijbers, W., Pennartz, C. M. A., Rubin, D. C., & Daselaar, S. M. (2011). Imagery and retrieval of auditory and visual information: Neural correlates of successful and unsuccessful performance. *Neuropsychologia*, 49(7), 1730–1740. <http://doi.org/10.1016/j.neuropsychologia.2011.02.051>.
- Ishai, A., Ungerleider, L. G., & Haxby, J. V. (2000). Distributed Neural Systems for the Generation of Visual Images. *Neuron*, 28(3), 979–990. [http://doi.org/10.1016/S0896-6273\(00\)00168-9](http://doi.org/10.1016/S0896-6273(00)00168-9).
- Keogh, R., & Pearson, J. (2014). The sensory strength of voluntary visual imagery predicts visual working memory capacity. *Journal of Vision*, 14(12), 7–7. <http://doi.org/10.1167/14.12.7>.

- Kosslyn, S. M., Ganis, G., & Thompson, W. L. (2001). Neural foundations of imagery. *Nature Reviews Neuroscience*. <http://doi.org/10.1038/35090055>.
- Kosslyn, S. M. (2005). Mental images and the brain. *Cognitive Neuropsychology*, 22 (3-4), 333-347. <https://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. (1994). *The Resolution of the Imagery Debate*. Bradford Books. Cambridge, MA, US: MIT Press. Retrieved from <http://doi.org/psycnet.apa.org/record/1994-98211-000>.
- Kosslyn, S. M., Thompson, W. L., & Ganis, G. (2006). *The case for mental imagery*. Oxford University Press. <https://doi.org/10.1093/acprof:oso/9780195179088.001.0001>.
- Kosslyn, S. M., & Thompson, W. L. (2003). When is early visual cortex activated during visual mental imagery? *Psychological Bulletin*, 129, 723–746. <https://doi.org/10.1037/0033-2909.129.5.723>.
- Landman, R., Spekreijse, H., & Lamme, V. A. F. (2003). Large capacity storage of integrated objects before change blindness. *Vision Research*, 43(2), 149–164. [http://doi.org/10.1016/S0042-6989\(02\)00402-9](http://doi.org/10.1016/S0042-6989(02)00402-9).
- 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. <http://doi.org/10.1016/j.brainres.2006.03.033>.
- Logie, R. H. (2003). Spatial and Visual Working Memory: A Mental Workspace. In D. Irwin & B. H. Ross (Eds.), *Cognitive vision: The psychology of learning and motivation* (Vol. 42, pp. 37–78). San Diego, 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. <http://doi.org/10.1177/0963721411415340>.
- Logie, R. H., & Van der Meulen, M. A (2009). Fragmenting and integrating visuo-spatial working memory. In J. R. Brockmole (Ed). *The visual word in memory* (pp. 1-32). Hove, UK.: Psychology Press.
- Logie, R. H. (1995). *Visuo-Spatial Working Memory* (p. 176). Hove: Lawrence Erlbaum Associates Ltd.
- Makovski, T., Sussman, R., & Jiang, Y. V. (2008). Orienting attention in visual working memory reduces interference from memory probes. *Journal of Experimental Psychology: Learning, Memory, and Cognition*, 34(2), 369–380. <http://doi.org/10.1037/0278-7393.34.2.369>.

- Matsukura, M., Luck, S., & Vecera, S. (2007). Attention effects during visual short-term memory maintenance: protection or prioritization? *Percept. Psychophys.* 69, 1422–1434. <http://doi.org/10.3758/bf03192957>.
- McConnell, J., & Quinn, J. G. (2003). Cognitive mechanisms of visual memories and visual images. *Imagination, Cognition and Personality*, 23, 201–207. <https://doi.org/10.2190/NX2P-NG6L-XY15-P78H>.
- McConnell, J., & Quinn, J. G. (2000). Interference in visual working memory. *Quarterly Journal of Experimental Psychology*, 53A(1), 53–67. <http://doi.org/10.1080/027249800390664>.
- Pearson, D. G. (2001). Imagery and the visuo-spatial sketchpad. In J. Andrade (Ed.), *Working memory in perspective* (pp. 33–59). New York, NY: Psychology Press.
- Pertsov, Y., Bays, P. M., Joseph, S., & Husain, M. (2013). Rapid forgetting prevented by retrospective attention cues. *Journal of Experimental Psychology: Human Perception and Performance*, 39(5), 1224–1231. <http://doi.org/10.1037/a0030947>.
- Pucci, I. W., & Galera, C. A. (2020). Familiaridade interfere no reconhecimento e na natureza da representação memorizada, não no processo de recuperação. *Psico*, 51(1), e29844. <https://doi.org/10.15448/1980-8623.2020.1.29844>.
- Quinn, J. G., & McConnell, J. (1996). Irrelevant pictures in visual working memory. *Quarterly Journal of Experimental Psychology*, 49A, 200–215. <https://doi.org/10.1080/027249896392865>.
- Quinn, J. G., & McConnell, J. (2006). The interval for interference in conscious visual imagery. *Memory*, 14(2), 241–252. <http://doi.org/10.1080/09658210500210019>.
- Quinn, J. G. (2008). Movement and visual coding: the structure of visuo-spatial working memory. *Cognitive Processing*, 9(1), 35–43. <http://doi.org/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.), *From Mental Imagery to Spatial Cognition and Language: Essays in Honour of Michel Denis* (pp. 106–124). Hove: Psychology Press.
- Repovs, G., & Baddeley, A. D. (2006). The multi-component model of working memory: explorations in experimental cognitive psychology. *Neuroscience*, 139(1), 5–21. <http://doi.org/10.1016/j.neuroscience.2005.12.061>.
- Schneider, W., Eschman, A., & Zuccolotto, A. (2002). E-Prime: User's guide. Psychology Software Incorporated.
- Serences, J. T., Ester, E. F., Vogel, E. K., & Awh, E. (2009). Stimulus-specific delay activity in human primary visual cortex. *Psychological Science*, 20(2), 207–214. <http://doi.org/10.1111/j.1467-9280.2009.02276.x>.

- Souza, A. S., & Oberauer, K. (2016). In search of the focus of attention in working memory: 13 years of the retro-cue effect. *Attention, Perception, & Psychophysics*, 78(7), 1839-1860. <http://doi.org/10.3758/s13414-016-1108-5>.
- Snodgrass, J. G., & Corwin, J. (1988). Pragmatics of measuring recognition memory: Applications to dementia and amnesia. *Journal of Experimental Psychology: General*, 117(1), 34–50. <http://doi.org/10.1037/0096-3445.117.1.34>
- Tanoue, R. T., & Berryhill, M. E. (2012). The mental wormhole: internal attention shifts without regard for distance. *Attention, Perception, & Psychophysics*, 74(6), 1199-1215. <https://doi.org/10.3758/s13414-012-0305-0>.
- Todd, J. J., & Marois, R. (2004). Capacity limit of visual short-term memory in human posterior parietal cortex. *Nature*, 428(6984), 751–754. <http://doi.org/10.1038/nature02466>.
- Todd, J. J., & Marois, R. (2005). Posterior parietal cortex activity predicts individual differences in visual short-term memory capacity. *Cognitive, Affective, & Behavioral Neuroscience*, 5(2), 144–155. <https://doi.org/10.3758/CABN.5.2.144>.
- Ueno, T., & Saito, S. (2013). The role of visual representations within working memory for paired-associate and serial order of spoken words. *Quarterly Journal of Experimental Psychology*, 66, 1858–1872. <http://doi.org/10.1080/17470218.2013.772645>.
- Valenti, L., & Galera, C. (2020). Dynamic visual noise has the same effect on visual memory and visual imagery tasks. *Psychology & Neuroscience*. <https://doi.org/10.1037/pne0000183>.
- van de Ven, V., & Sack, A. T. (2013). Transcranial magnetic stimulation of visual cortex in memory: Cortical state, interference and reactivation of visual content in memory. *Behavioural brain research*, 236, 67-77. <http://doi.org/10.1016/j.bbr.2012.08.001>.
- Vasques, R. (2014). A estrutura da memória de trabalho visual: evidências baseadas no efeito do ruído visual dinâmico. Dissertação de mestrado, Universidade de São Paulo, Ribeirão Preto, SP, Brasil.
- Vasques, R., Garcia, R. B., & Galera, C. (2016). Short-term memory recall of visual patterns under static and dynamic visual noise. *Psychology & Neuroscience*, 9(1), 46–53. <http://doi.org/10.1037/pne0000039>.
- Wheeler, M. E., Petersen, S. E. & Buckner, R. L. (2000). Memory's echo: vivid remembering reactivates sensory-specific cortex. *Proc. Natl Acad. Sci. USA* 97, 11125. <https://doi.org/10.1073/pnas.97.20.11125>.

ANEXOS

ANEXO A- Termo de Consentimento Livre e Esclarecido

TERMO DE CONSENTIMENTO LIVRE E ESCLARECIDO

Título da pesquisa:

“Buffer Visual e a recuperação da informação visual na memória de trabalho.”

Orientador: César Aléxis Galera (cesar_galera@ffclrp.usp.br) – (16) 3602-4393)

Aluna: Isabella Wada e Pucci (isabellawada@usp.br) (16) 99329-0724)

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 atual modelo de memória de trabalho visuoespacial com o uso de tarefas duplas, em que uma tarefa secundária é utilizada para prejudicar o desempenho na tarefa principal. Os dados obtidos pelos responsáveis auxiliarão no maior conhecimento a respeito da função da atenção na memória de trabalho.

As tarefas serão desempenhadas em um computador no laboratório de Psicologia Cognitiva da Faculdade de Filosofia, Ciências e Letras de Ribeirão Preto. A sessão experimental terá duração média de 40 minutos. Sua tarefa será basicamente a de memorização de estímulos (figuras). A resposta para cada prova será dada através do mouse, do teclado ou verbalmente, conforme o experimento em que participará.

Salientamos que durante a realização da tarefa, o (a) sr. (sra.) poderá sentir-se cansado(a), tendo 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)

Ao participar desta pesquisa o (a) sr. (sra.) não terá nenhum benefício. 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.

Para somente eventuais dúvidas sobre questões éticas do projeto, contatar o Comitê de Ética em Pesquisa da Faculdade de Filosofia, Ciências e Letras de Ribeirão Preto – USP, no endereço Avenida Bandeirantes, 3900 - Bloco 01 – Prédio da Administração- sala07 - 14040-901 - Ribeirão Preto - SP – Brasil. Fone: (16) 3315-4811 - E-mail: coetp@ffclrp.usp.br.

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 via deste termo de consentimento.

Assinatura: _____ Data: ____/____/____

Identificação (RG ou CPF): _____

Assinatura do pesquisador: _____

Anexo B- Parecer do Comitê de Ética em Pesquisa da FFCLRP

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

Campus de Ribeirão Preto

Of.CEP/FFCLRP-USP/058-dgfs.

Ribeirão Preto, 31 de agosto de 2020.

Prezado(a) Pesquisador(a),

Comunicamos a V. Sa. que a emenda ao projeto de pesquisa intitulado “**Buffer Visual e a recuperação da informação visual na memória de trabalho**” foi analisada pelo Comitê de Ética em Pesquisa da FFCLRP-USP, em sua 205ª Reunião Ordinária, realizada em 18.06.2020, e enquadrada na categoria: **APROVADA** (CAAE nº 11560919.5.0000.5407).

De acordo com a Resolução nº466 de 12/12/2012, devem ser entregues relatórios semestrais e, ao término do estudo, um relatório final sempre via Plataforma Brasil.

Atenciosamente,

 Assinado de forma digital
por Patrícia Nicolucci
Dados: 2020.08.31 16:30:57
-03'00'

Prof.ª Dr.ª Patrícia Nicolucci
Coordenadora

À Senhora
Isabella Wada e Pucci
Programa de Pós-graduação em Psicobiologia da FFCLRP-USP