

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

**Codificação incidental da ordem serial na memória de trabalho visuoespacial:
evidências baseadas em uma tarefa de detecção da mudança**

Jeanny Joana Rodrigues Alves de Santana

Ribeirão Preto-SP

2010

Livros Grátis

<http://www.livrosgratis.com.br>

Milhares de livros grátis para download.

Jeanny Joana Rodrigues Alves de Santana

**Codificação incidental da ordem serial na memória de trabalho visuoespacial:
evidências baseadas em uma tarefa de detecção da mudança**

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

Área de concentração: Psicobiologia

Orientador: Prof. Dr. César Galera

Ribeirão Preto-SP

2010

AUTORIZO A REPRODUÇÃO E DIVULGAÇÃO TOTAL OU PARCIAL DESTE TRABALHO, POR QUALQUER MEIO CONVENCIONAL OU ELETRÔNICO, PARA FINS DE ESTUDO E PESQUISA, DESDE QUE CITADA A FONTE.

FICHA CATALOGRÁFICA

Santana, Jeanny Joana Rodrigues Alves de
Codificação incidental da ordem serial na memória de trabalho visuoespacial: evidências baseadas em uma tarefa de detecção da mudança. Ribeirão Preto, 2010.

61 p.: il.; 30cm

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

Orientador: Galera, César Alexis.

1. Memória de trabalho. 2. Ordem serial. 3. Codificação incidental. 4. Memória visuoespacial. 5. Detecção da mudança.

FOLHA DE APROVAÇÃO

Jeanny Joana Rodrigues Alves de Santana

Codificação incidental da ordem serial na memória de trabalho visuoespacial: evidências baseadas em uma tarefa de detecção da mudança

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

Área de concentração: Psicobiologia

Aprovada em:

Banca Examinadora

Prof. Dr. _____

Instituição: _____ Assinatura: _____

Prof. Dr. _____

Instituição: _____ Assinatura: _____

Prof. Dr. _____

Instituição: _____ Assinatura: _____

À minha mãe Eva,
à minha irmã Evânia
e ao meu companheiro Fernando.

AGRADECIMENTOS

Ao meu orientador, Prof. Dr. César Galera, pelos ensinamentos e pela paciência.

Ao Prof. Dr. Sebastião de Sousa Almeida, pela assessoria.

Aos Professores membros da banca julgadora, que aceitaram contribuir com sugestões e críticas a este trabalho.

Ao Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico – CNPq, pela concessão de bolsa de mestrado.

Ao Programa de Pós-graduação em Psicobiologia da Faculdade de Filosofia, Ciências e Letras de Ribeirão Preto-SP, por ter oferecido condições para realização deste estudo.

Aos participantes do experimento.

À minha querida mãe Eva, que sempre me incentivou a continuar lutando, apesar das dificuldades, e que é a razão de eu ter chegado até aqui.

À minha querida irmã Evânia, que sempre me ampara com valorosos conselhos de perseverança.

Ao Fernando, meu companheiro, pela dedicação, pelo carinho e por compreender o propósito da distância.

Aos meus colegas de laboratório Juliana, Ricardo, Marcelo, Karla, Mikael, Paola, Hugo, Mariana, Danila e Eduardo, que me ajudaram tanto nas discussões teóricas e, também, foram importantes nos momentos de descontração.

À todos os amigos, em especial Dudu, Léo e Bruno, que me proporcionaram momentos de alegria durante a convivência que tivemos nestes dois anos de mestrado e, também, durante todos os anos da graduação.

Resumo

Santana, J. J. R. A. Codificação incidental da ordem serial na memória de trabalho visuoespacial: evidências baseadas em uma tarefa de detecção da mudança. 2010. 61f. Dissertação (Mestrado) – Faculdade de Filosofia, Ciências e Letras de Ribeirão Preto, Universidade de São Paulo. 2010.

A memória para a ordem dos eventos em uma sequência está relacionada com muitos domínios cognitivos, como direcionar o comportamento a um objetivo, reconhecer uma ação e prever eventos do ambiente. A codificação da ordem serial tem sido, portanto, um tema polêmico a ser explicado pelos modelos de memória de trabalho visuoespacial. Neste estudo investigamos a codificação incidental da ordem serial de eventos em tarefas de reconhecimento de sequências, nas quais a dimensão relevante para a resposta poderia ser a aparência visual, a localização espacial ou a conjunção visuoespacial dos eventos. A tarefa exigia que os participantes (n=60) detectassem uma mudança em um dos estímulos da sequência e ignorassem mudanças na dimensão irrelevante: a ordem na qual os eventos eram apresentados. De maneira geral, o desempenho foi mais prejudicado nas sequências em que a ordem dos itens mudava. A comparação das três condições de memória (aparência visual, localização espacial e conjunção visuoespacial) revelou que houve melhor desempenho na tarefa espacial. Nesta condição, ocorreu uma interação entre os fatores mudança na dimensão relevante (localização espacial) e mudança na dimensão irrelevante (ordem serial). Estes resultados revelam que a ordem foi codificada de forma incidental com as informações relevantes para a tarefa. A diferença do efeito da mudança da dimensão irrelevante para os três tipos de sequências sugere que a ordem foi codificada em um estágio inicial do processamento de informações e, por isto, incluída na comparação de características, gerando diferentes padrões de respostas conforme a modalidade do estímulo. A interação entre localização e ordem serial indica que a informação espacial foi registrada de maneira integrada à ordem dos eventos na sequência, em uma representação espaço-temporal unitária. Supõe-se que um mecanismo de manutenção da informação espacial tenha operado recitando os eventos na ordem em que foram apresentados na sequência. Considera-se, também, a possibilidade de a apresentação sequencial dos estímulos ter gerado uma representação visuoespacial baseada em uma organização temporal das informações. Neste caso, é provável que um mecanismo de integração de informações tenha operado para realizar a interface entre uma estrutura temporal previamente armazenada na memória de longo prazo e o conteúdo da memória de trabalho. Estes achados sugerem a existência de um sistema responsável pela conjunção de informações de diferentes dimensões e integração de conteúdos da memória de trabalho e memória de longo prazo. As evidências obtidas neste estudo têm implicações em diferentes áreas do conhecimento. Na perspectiva da psicologia cognitiva experimental são discutidos os modelos atuais de memória de trabalho. No âmbito da psicologia cognitiva aplicada são fornecidos subsídios teóricos para o desenvolvimento de ferramentas diagnósticas para caracterização de déficits de aprendizagem e lesões neurológicas relacionados com o processamento de sequências de informações visuoespaciais. Além disso, é possível estabelecer uma relação entre os processos de memória e os mecanismos de organização do comportamento em contextos clínicos.

Palavras-chave: memória de trabalho; ordem serial; aparência visual; localização espacial; conjunção visuoespacial.

Abstract

Santana, J. J. R. A. Incidental encoding of serial order in visuospatial working memory: evidence based on a change detection task. 2010. 61f. Dissertação (Mestrado) – Faculdade de Filosofia, Ciências e Letras de Ribeirão Preto, Universidade de São Paulo. 2010.

The memory for the events order in a sequence is related to many cognitive domains, such as managing behavior to a goal, to recognize an action and anticipate events in the real world. The encoding of serial order has been a controversial topic to be explained by the models of visuospatial working memory. We investigated the incidental encoding of events serial order in recognition tasks sequences, in which a relevant dimension to the response could be the visual appearance, the spatial location or visuospatial conjunction of events. The task required that participants ($n = 60$) to detect a change in a sequence of stimuli and ignore changes in irrelevant dimension: the order in which events were presented. In general, performance was more impaired in the sequences where the order of items changed. The comparison of the three memory conditions (visual appearance, spatial location and visuospatial conjunction) revealed that there was better performance in spatial task. In this condition, there was an interaction between change in the relevant dimension (spatial location) and change in the irrelevant dimension (serial order). These results show that the order was codified indirectly with relevant information to the task. The difference in the effect of changing the dimension irrelevant to the three types of sequences suggests that the order was codified in an early stage of information processing and, therefore, included in feature comparison, generating different patterns of responses depending on the modality of the stimulus. The interaction between location and serial order indicates that the spatial information was registered in an integrated manner to the order of events following in a unitary space-time representation. It is assumed that a mechanism for maintenance of spatial information has operated reciting the events in the order they were presented in sequence. It is considered also the possibility that the sequential presentation of stimuli have generated a visuospatial representation based on information temporal organization. In this case, it is likely that a mechanism of information integration has operated to achieve the interface between a temporal structure previously stored in long-term memory and the contents of working memory. These findings suggest the existence of a system responsible for the combination of information from different dimensions and integration of working memory contents and long-term memory. Data obtained in this study have implications in different areas of knowledge. In view of experimental cognitive psychology current models of working memory are discussed. Within the cognitive psychology applied theoretical support are provided for the development of diagnostic tools for characterizing learning deficits and neurological injuries related to the processing of visuospatial information sequences. Furthermore, it is possible to establish a relationship between memory processes and the mechanisms of organization of behavior in clinical settings.

Key-words: working memory; serial order; visual appearance; spatial location; visuospatial conjunction.

LISTA DE FIGURAS

Figura 1. Modelo dos multicomponentes da memória de trabalho (Baddeley, 2010) ...	11
Figura 2. Modelo da memória de trabalho visuoespacial, adaptado de Logie (2003) (Van der Meulen, 2008)	19
Figura 3. Modelo de memória de trabalho proposto por Pearson (2001)	20
Figura 4. Exemplos de estímulos apresentados no experimento.....	29
Figura 5. Exemplo de uma prova de detecção da mudança, na qual a sequência a ser memorizada é definida pela aparência visual dos estímulos (dimensão relevante) e a sequência-teste varia em termos da posição serial dos itens (dimensão irrelevante) (ordem igual vs. ordem diferente)	30
Figura 6. Desempenho médio geral dos participantes nas três tarefas de reconhecimento das sequências definidas pela dimensão relevante (D1) (igual versus diferente) nas condições da dimensão irrelevante (igual versus diferente).....	33
Figura 7. Desempenho médio geral dos participantes nas tarefas de reconhecimento das sequências diferentes quanto à dimensão relevante visuoespacial, nas duas condições de igualdade da dimensão irrelevante	36

SUMÁRIO

1. INTRODUÇÃO	10
2. REVISÃO DA LITERATURA	11
2.1 Memória de trabalho	11
2.2 Memória de trabalho para ordem serial de informações visuais e espaciais	15
2.2.1 Neuropsicologia e a memória para ordem serial	16
2.3 Modelos teóricos sobre a memória para ordem serial	16
2.3.1 Modelo contextual	16
2.3.2 Modelo da Organização Hierárquica	17
2.3.3 Modelo de Logie (1995; 2003) sobre a memória de trabalho visuoespacial	18
2.3.4 Modelo de Logie revisto por Pearson (2001)	19
2.4 Memória para ordem serial e a psicologia cognitiva aplicada	20
2.5 O problema da codificação da ordem serial	21
2.6 Paradigma da detecção da mudança	24
2.6.1 Restrições do paradigma de detecção da mudança	26
2.7 Tarefa serial espacial	27
2.8 Tarefa serial visual	27
2.9 Avaliação das estratégias	28
2.10 Visão geral do estudo	28
3. MÉTODO	29
3.1 Participantes	29
3.2 Materiais e estímulos	29
3.3 Procedimento	30
4. RESULTADOS	32
4.1 Análise Geral	32
4.2 Dimensão relevante visual	33
4.3 Dimensão relevante espacial	34
4.4 Dimensão relevante visuoespacial	34
5. DISCUSSÃO	37
5.1 Efeito geral da ordem serial	37
5.2 Ordem e espaço	38
5.3 Ordem e visual	42
5.4 Diferenças no desempenho espacial x visual x visuoespacial	44
5.5 Influência de fatores experimentais nos resultados	45
5.6 Aplicação dos conhecimentos obtidos no estudo	47
6. CONCLUSÃO	49
REFERÊNCIAS	50
ANEXOS	56
Anexo A. Instruções da tarefa e Esquema das Provas	57
Anexo B. Estratégias relatadas pelos participantes para execução das provas	58
Anexo C. Termo de Consentimento Livre e Esclarecido	59
Anexo D. Protocolo de aprovação do projeto no Comitê de Ética	60

1. INTRODUÇÃO

As especificidades da memória de trabalho visuoespacial têm sido exploradas em uma tentativa de esclarecer questões importantes sobre o modo de funcionamento e a natureza das representações neste componente. Muitos avanços foram alcançados, dentre eles a distinção funcional da memória visuoespacial. Entretanto, lacunas de pesquisa permaneceram não preenchidas, como, por exemplo, a memória para a ordem dos eventos em uma sequência.

Neste trabalho exploramos a natureza da codificação da ordem serial de eventos visuais e espaciais. Mediante esta investigação, propomos uma interlocução entre os modelos sobre a memória de trabalho visuoespacial recentemente divulgados e que são considerados confiáveis na explicação deste fenômeno cognitivo.

Este trabalho possui também, uma vertente de aplicação prática da psicologia cognitiva. Aceitamos a proposta de Baddeley feita há mais de vinte anos (Baddeley, 1988) e renovada em 2009 (Baddeley, 2009), que desafiou os cientistas e psicólogos a olhar o problema de pesquisa de uma maneira ampla, relacionando os estudos de laboratório com os processos de memória humana no cotidiano. Neste sentido, discutimos nossos dados em termos da maneira como a memória para a ordem dos eventos pode estar relacionada com processos cognitivos complexos como organização do pensamento e planejamento do comportamento.

Esperamos que este trabalho possa preencher lacunas de pesquisa e gerar novos questionamentos e polêmicas que fomentem outros estudos. Concordamos que o sucesso de uma pesquisa depende não somente da possibilidade de confirmar ou refutar hipóteses, mas também de estimular novas investigações (Baddeley, 2007).

2. REVISÃO DA LITERATURA

2.1 Memória de trabalho

A memória de trabalho abrange os processos envolvidos com o controle, regulação e manutenção ativa da informação relevante para o desempenho de tarefas cognitivas, ou seja, é um sistema envolvido com o armazenamento temporário e o processamento da informação. Sob controle atencional, ela coordena a capacidade para manipulação de dados, compreensão da linguagem, aprendizagem, planejamento da ação e raciocínio (Baddeley, 2007, 2010).

O modelo de Baddeley – originalmente publicado em 1974 (Baddeley & Hitch, 1974) e modificado em 2000 (Baddeley, 2000) enfatiza o papel funcional da memória de trabalho a partir da interrelação de multicomponentes que são, o executivo central (um sistema de controle da atenção) e sistemas subsidiários de capacidade limitada denominados laço fonológico, esboço visuoespacial e o *buffer* episódico. O laço fonológico retém temporariamente a informação de modalidade verbal-auditiva e o esboço visuoespacial desempenha função semelhante, porém armazena a identidade e localização espacial do objeto. O *buffer* episódico realiza interface entre os dois subsistemas e com a memória de longo prazo, registrando a informação integrada num código multimodal (Baddeley, 2000, 2007, 2010) (Figura 1).

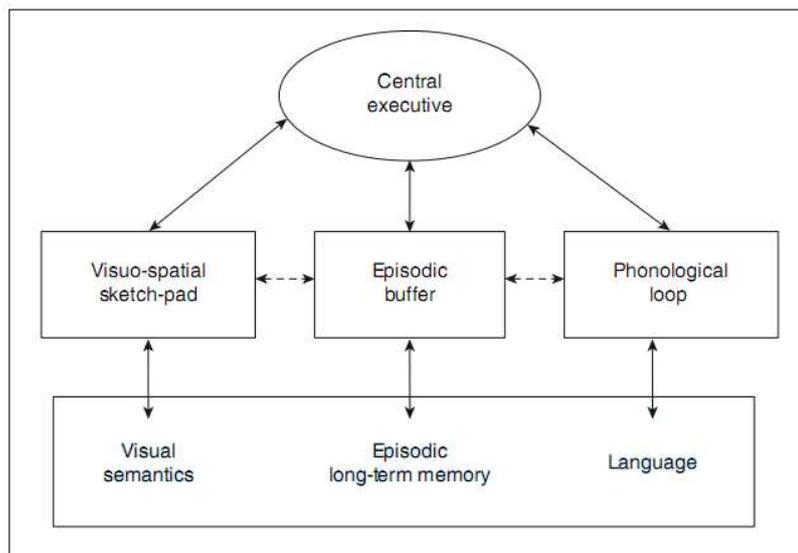


Figura 1. Modelo dos multicomponentes da memória de trabalho (Baddeley, 2010)

A memória de trabalho visuoespacial tem sido relacionada à habilidade de armazenar e manipular mentalmente a informação visual e espacial, por isto a denominação “esboço visuoespacial” ao invés de “armazenador”. Esta definição informa o caráter ativo (processamento) da memória visuoespacial. É uma capacidade selecionada evolutivamente que habilitou o ser humano a detectar perigos ou benefícios em potencial e a se mover no ambiente para se distanciar ou se aproximar destes alvos. É um sistema que possui a propriedade da flexibilidade, pois permite que, mesmo nas condições de variação ambiental (múltiplos objetos apresentados simultânea ou sequencialmente, que mudam de localização em velocidades variadas) ele opera eficientemente para que respostas adequadas sejam dadas em virtude das variações do meio (McAfoose & Baune, 2009).

Recentemente, na literatura científica tem havido um consenso de que o armazenamento visual é dissociado do armazenamento espacial (Baddeley & Lieberman, 1980; Ungerleider & Haxby, 1994; Logie & Marchetti, 1991; Klauer & Zhao, 2004). Um conjunto consistente de evidências da neuropsicologia e dados comportamentais suportam esta hipótese. Áreas cerebrais foram consideradas como organizadas em dois processamentos funcionalmente especializados. As projeções do córtex visual primário que seguem para o córtex temporal inferior (circuito conhecido como rede ventral) são cruciais para processamento da aparência dos objetos. As projeções para o córtex parietal posterior (denominada rede dorsal) correspondem à representação dos objetos nas localizações espaciais (Ungerleider & Haxby, 1994).

Estudos comportamentais obtiveram resultados que apontam na mesma direção. Baddeley e Lieberman (1980) testaram uma tarefa de memória visuoespacial executada concomitantemente a duas tarefas secundárias. A tarefa principal era a de Brooks, que acessa a memória segundo o uso de uma estratégia de imaginação espacial ou de memória verbal. Nesta tarefa o participante visualiza um padrão de matriz e imagina uma sequência de dígitos (1, 2, 3, ...) associados a palavras com sentido (direita, esquerda, acima, abaixo) e sem sentido (bom, mau, lento, rápido), sendo assim consideradas respectivamente, uma matriz espacial e outra verbal. Desta forma, a sequência poderia ser “no próximo quadrado à direita coloque 2, ...acima coloque 3, etc” ou então “no quadrado ‘bom’ coloque 3, no quadrado ‘rápido’ coloque 4, etc.”. As tarefas secundárias foram de dois tipos. Na tarefa secundária espacial o participante deveria acompanhar um pêndulo em movimento direcionando o flash de luz de uma lanterna para o objeto em movimento (Experimento 1). Na tarefa secundária visual o participante deveria julgar o brilho de uma série de cores apresentadas na tela (Experimento 2). Os resultados mostraram que a memória espacial foi prejudicada pela tarefa secundária

espacial e não sofreu interferência da tarefa secundária visual, confirmando que estes processos estão dissociados na memória.

Logie e Marchetti (1991) também estudaram o efeito de interferências em tarefas de memória visual na qual quatro tons de cores apareciam sequencialmente em quatro diferentes localizações espaciais da tela. Após dez segundos de intervalo de retenção os quatro tons reapareciam simultaneamente nas mesmas localizações e o participante deveria julgar se os tons eram os mesmos que foram mostrados previamente. Em metade das provas havia um tom diferente dos anteriormente vistos. Esta tarefa foi executada sob três condições. Nas provas controle não havia interferência. Uma das tarefas secundárias consistia em pedir ao participante que executasse movimentos sequenciais das mãos (*tapping* espacial). A outra tarefa consistia em observar, durante o intervalo de retenção da tarefa principal, figuras de animais e objetos em preto e branco apresentadas em uma tela externa à tela do computador (tarefa secundária visual). Dois grupos foram testados conforme o tipo de tarefa principal de memória. Um deveria responder em relação à informação espacial e outro em relação à informação visual. O desempenho do grupo espacial foi mais prejudicado pela tarefa secundária espacial que a visual, e vice-versa para o grupo visual. A interferência seletiva verificada neste estudo comprova a hipótese da existência de sistemas cognitivos separados para o armazenamento espacial e visual, ou seja, que a informação visual e espacial são dissociadas.

Comparações do desempenho em tarefas de memória para objetos com tarefas de memória para localizações espaciais (Blocos Corsi) resultaram na mesma dissociação. A apresentação de figuras irrelevantes atrapalhou a memória para padrões visuais e o *tapping* espacial (tocar teclas de um teclado em uma sequência definida) prejudicou a memória para a sequência de localizações espaciais (Della Sala, Gray, Baddeley, Allamano & Wilson, 1999).

Logie e Pearson (1997) encontraram que a dissociação visuoespacial possui correspondência no desenvolvimento cognitivo. Os pesquisadores compararam o desempenho de crianças de idades entre cinco e doze anos em tarefas de memória espacial e visual. A tarefa espacial consistia na execução dos Blocos Corsi e a visual compreendia o preenchimento de células em um padrão visual na forma de matriz (*Visual Patterns Test* -VPT ou Teste do Padrão Visual). Os dados mostraram diferenças nas taxas de desenvolvimento em função das tarefas. O *span* para o padrão visual aumentou muito mais rapidamente que o *span* para localizações espaciais, sugerindo que os componentes são preservados em registros independentes.

Klauer e Zhao (2004) também testaram várias tarefas de memória visual e memória espacial realizadas concomitantemente às tarefas intervenientes destas modalidades. Neste estudo, cuidados foram tomados em relação a alguns elementos que poderiam ser considerados fatores de confusão dos resultados, como recodificação verbal do conteúdo, envolvimento de recursos do executivo central e influência de estratégias de acesso à memória de longo prazo. Mesmo com todos estes cuidados metodológicos, a separação visuoespacial foi encontrada, tornando válida e confiável a consideração do armazenamento dissociado da informação visual da informação espacial.

O conhecimento destas propriedades da memória visuoespacial levanta questões sobre a função da memória de trabalho. Uma vez demonstrado exaustivamente em laboratório a dissociação visuoespacial, de que maneira a memória de trabalho pode ser considerada uma função cognitiva base para o desempenho de tarefas do mundo real, no sentido de guiar – visualmente – o comportamento (Richard & Hollingworth, 2008)? Sobre esta questão, Baddeley (2007) argumenta que, no mundo real, objetos são vistos em localizações específicas, ou podem se mover, com suas localizações se modificando ao longo do tempo, ou pode ocorrer uma série de diferentes objetos aparecendo sequencialmente na mesma localização. Estas variáveis também estão presentes em tarefas de laboratório. Nos estudos citados, como o de Logie e Marchetti (1991), por exemplo, existe um claro elemento interferente que é a apresentação sequencial das informações para memorização. A tarefa dos Blocos Corsi, vastamente utilizada como uma tarefa espacial, também possui um componente serial e um componente motor.

Em decorrência destas objeções, a distinção visual-espacial pode soar super simplista. Para alguns pesquisadores, um armazenador visual pode manter as informações visuais estáticas e um componente diferente suportar a retenção e a manipulação de um material dinâmico, como sequências de localizações e trajetórias espaciais (Logie, 2003).

Para Baddeley (2007), mesmo concordando que a memória para objetos, localizações espaciais e, por que não, sequências temporais envolvem diferentes processos de memória, elas podem interagir uma com a outra e com a memória de longo prazo. A natureza exata da interação entre estes processos ainda não está esclarecida e, por isto, assume-se a necessidade de aperfeiçoar o modelo teórico sobre a memória de trabalho visuoespacial (Repovs & Baddeley, 2006). Sob estas circunstâncias, é importante estudar a maneira como a informação é representada nestas dimensões – espacial, visual e temporal.

2.2 Memória de trabalho para ordem serial de informações visuais e espaciais

Codificar, armazenar e recuperar em curto prazo informações sobre a aparência visual (“o quê”) e a localização espacial (“onde”) são habilidades úteis no cotidiano. Entretanto, em ambiente natural, o homem se depara com condições mais complexas do que a simples necessidade de armazenar, isoladamente, estímulos visuais ou suas localizações espaciais. Ele também deve processar a informação de “quando” o evento foi apresentado, ou seja, recordar a ordem dos eventos em uma sequência. Esta habilidade está relacionada com muitos domínios cognitivos, como direcionar o comportamento a um objetivo, perceber e reconhecer uma ação e prever eventos do ambiente (Bahlmann, Schubotz, Mueller, Koester & Friederici, 2009).

Os estudos sobre a memória para a posição dos eventos em uma sequência geralmente empregam tarefas comportamentais de recuperação, reconstrução ou reconhecimento serial. Na recuperação serial, o participante relata a lista de itens na ordem solicitada pelo experimentador, que pode ser do começo para o fim da lista apresentada ou vice-versa. Na tarefa de reconstrução todos os itens são mostrados novamente no teste em uma sequência aleatória e o participante deve reorganizá-los na ordem de apresentação original. Na tarefa de reconhecimento, itens são apresentados sequencialmente e a pessoa deve julgar se a ordem de dois itens de teste é igual à ordem memorizada (Lewandowsky & Farrell, 2008).

Por meio destas tarefas pesquisadores estudam o desempenho dos participantes e interpretam os dados conforme modelos teóricos sobre o funcionamento da memória. Os estudos que empregaram o método da reconstrução (Smyth, Hay, Hitch & Horton, 2005) e do reconhecimento de sequências (Phillips & Christie, 1977a), por exemplo, analisam a curva de posição serial gerada nestas tarefas e verificam se existe um padrão de efeitos de primazia (desempenho superior da memória para itens do começo da lista) e recência (melhor desempenho para itens do fim da lista) característicos da memória visual. Os dados destes estudos mostram que o padrão de desempenho varia conforme a posição dos itens na sequência.

Estudos posteriores que empregaram método similar de reconstrução da sequência, porém com manipulação do intervalo de apresentação dos itens, identificaram que sob a condição em que os itens formavam grupos segundo a ordem temporal, a resposta à tarefa de memória incluiu a informação sobre a posição dos eventos na sequência. Este dado converge com a afirmação de que existe um mecanismo de registro da ordem serial (Parmentier, Andrés, Elford & Jones, 2006).

2.2.1 Neuropsicologia e a memória para ordem serial

A neuropsicologia estabelece que a função de reconhecer a ordem de um objeto em uma sequência é sustentada por uma rede de neurônios, comumente denominada “circuito do quando”. Evidências de estudos de imagem cerebral provam que este circuito possui projeções de neurônios para as áreas cerebrais responsáveis pelo registro da informação visual (circuito do “o quê”) e pelo registro da informação espacial (circuito do “onde”) (Battelli, Walsh & Pasual-Leone, 2008).

O circuito neural de registro da informação sobre a ordem serial é formado por muitas áreas cerebrais distintas anatomicamente e funcionalmente, mas comumente centradas na região do lobo parietal direito. Pacientes com lesões nesta área demonstram déficits no processamento da ordem dos eventos, independentemente do lado do campo visual que os eventos são apresentados, sendo que este padrão de déficit coexiste com outros déficits visuo-espaciais somente no campo de visão contra-lateral à lesão. Este circuito do “quando” é formado por células distintas, porém relacionadas às células que guardam as informações sobre aparência e localização, e, além disso, possui correspondência com redes neurais que fazem as transformações das informações visuais em motoras (Battelli et al., 2008). Outras evidências também consideram a contribuição de neurônios do córtex motor no registro da informação sobre a ordem dos eventos em uma sequência (Carpenter, Georgopoulos & Pellizzer, 1999).

2.3 Modelos teóricos sobre a memória para ordem serial

2.3.1 Modelo contextual

Pesquisadores relacionam a memória para a ordem serial com o fenômeno da distinção da informação. Quando um item é apresentado, ele é associado a uma representação do contexto relacionada com sua posição serial na sequência. Este contexto, portanto, envolve as oscilações que representam a posição dos itens no tempo e serve como dica usada para recordação do item associado a uma posição. Se este sinal contextual associado a um item é distinto dos itens vizinhos (por meio da distinção temporal, por exemplo), a probabilidade de recordar aquele item aumenta (Guérard, Neath, Surprenant & Tremblay, 2010). Este modelo aplica os mesmos princípios do processamento perceptual à memória, independentemente do tipo de estímulo, e, neste caso, não reconhece que a memória em geral é dividida em sub-sistemas de armazenamento.

A representação do contexto, nesta perspectiva, seria subjacente a todas as modalidades da informação. A memória para ordem serial, portanto, seria representada independentemente da modalidade do estímulo, repercutindo de maneira semelhante na memória visual e na memória verbal (Depoorter & Vandierendonck, 2008).

2.3.2 Modelo da Organização Hierárquica

Em outra perspectiva, a retenção de sequências tem sido recentemente interpretada pelo conceito da organização hierárquica das informações, segundo o qual as sequências são representadas em diferentes níveis de controle. Considerando a metáfora de uma árvore, uma lista é feita de grupos e sua respectiva ordem. Por sua vez, estes grupos são feitos de itens e a ordem entre eles. Esta noção de organização hierárquica da cognição tem sido proposta no contexto da aprendizagem espacial de localização de objetos estáticos, no planejamento da ação e no controle motor (Parmentier et al., 2006).

No contexto da memória serial espacial, De Lillo e Lesk (2010) comprovaram os benefícios da organização espacial serial para o desempenho da memória. Em uma variação da tarefa de Blocos Corsi, os participantes do estudo observaram uma sequência de localizações espaciais. As distâncias máxima e mínima entre as localizações foram controladas de modo a apresentar os estímulos em aglomerados de localizações espaciais (condição grupos espaciais) ou em uma estrutura não-organizada (condição de não-agrupamento). Após um intervalo, os participantes deveriam indicar as localizações espaciais na ordem em que apareceram. As sequências separadas em grupos espaciais foram melhor recordadas do que as sequências de não-agrupamento. O resultado do tempo de resposta com padrão em picos conforme os grupos espaciais, também foi consistente com a hipótese da organização hierárquica das informações.

O modelo da organização hierárquica pressupõe a ocorrência de dois processos: uma interface entre memória de trabalho e memória de longo prazo e o processo de recitação da informação. Primeiramente, supõe-se que a representação que abrange uma estrutura hierárquica é melhor recordada porque é gerado um padrão representacional que combina com modelos existentes na memória de longo prazo. Não está claro de que maneira exata este processo ocorre. Em segundo lugar, a organização hierárquica pode ser uma evidência do processo de recitação da informação, mediado pela geração de uma imagem mental ou por movimentos oculares. Isto é, o escaneamento de uma imagem mental através dos movimentos oculares poderia gerar os picos no tempo de resposta verificados nos estudos sobre agrupamento espacial serial (De Lillo & Lesk, 2010).

2.3.3 Modelo de Logie (1995; 2003) sobre a memória de trabalho visuoespacial

A retenção da informação sequencial também é interpretada por alguns pesquisadores como evidência de que a memória visuoespacial é fracionada não somente em termos da modalidade do estímulo, mas quanto à função dos subsistemas. Logie (1995, 2003) (Figura 2), por exemplo, sustenta que a informação sequencial é registrada em um sub-componente denominado *inner scribe*, que mantém ou recita as representações situadas em um armazenador visual passivo denominado *visual cache*.

Para Logie a memória de trabalho visual é fracionada em dois componentes interdependentes. Um componente é o sistema de armazenamento visual passivo (*visual cache*), que guarda a informação sobre cor e forma, por exemplo, e o outro é um mecanismo ativo de recitação espacial (*inner scribe*). Nesta concepção, a informação mantida no *visual cache* é sujeita a decaimento e à interferência pela entrada de uma nova informação visual. Este conteúdo recebe o suporte do *inner scribe*, que opera recitando a informação e, também, durante o planejamento e execução de movimentos. O *visual cache* guardaria a informação estática e a retenção de sequências espaciais ou movimentos seria uma operação do *inner scribe*. Em função destas operações distintas, Logie (2003) supôs que o *inner scribe* possui uma relação direta com o executivo central, que fornece recursos da atenção para recitar as informações e guardar a sequência espacial.

Um diferencial teórico nesta concepção de Logie (1995) é que a entrada da informação na memória de trabalho visuoespacial ocorre via ativação de representações da memória de longo prazo. Interferências nestas representações que causariam prejuízos no desempenho da memória de trabalho. Para Logie (2003) a representação na memória de trabalho é gerada do significado adquirido da experiência prévia com aquele objeto, ou seja, a memória de trabalho é resultado da ativação de um conhecimento base e não um portão de passagem da informação da memória sensorial para a memória de longo prazo.

Outra diferença crítica é a de que o *visual cache* e o *inner scribe* são concebidos como armazenadores temporários que mantêm a informação em separado da informação que está na consciência (imagem consciente). O trabalho do executivo central seria extrair estas informações e torná-las disponíveis à consciência para que elas sejam manipuladas ou inspecionadas (Logie, 2003).

Algumas questões ainda precisam ser esclarecidas neste modelo, como por exemplo, o papel do executivo central na manipulação das informações, a operação realizada pelo *inner scribe* e a natureza da codificação da ordem serial visual. Pesquisas recentes têm questionado

as evidências de que o processamento espacial, atribuído ao *inner scribe*, é separado do executivo central (Quinn, 2008).

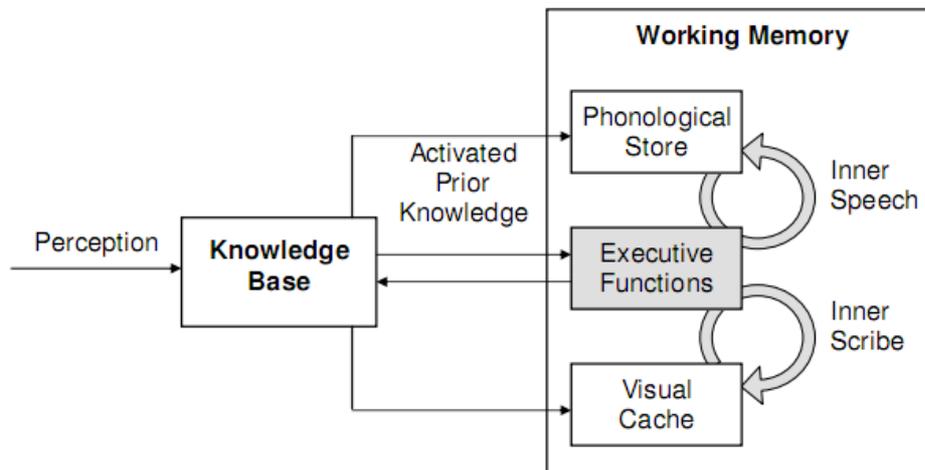


Figura 2. Modelo da memória de trabalho visuoespacial, adaptado de Logie (2003) (Van der Meulen, 2008).

2.3.4 Modelo de Logie revisto por Pearson (2001)

Pearson (2001) propõe uma apresentação revisada e detalhada do modelo exposto por Logie (1995) (Figura 3). Nesta nova perspectiva, é dado destaque a um terceiro componente visual, o *buffer* visual, e o modo como ele opera com os outros subsistemas. O *buffer* visual tem a função de manter uma representação temporariamente na forma de imagem mental consciente. Ele tem capacidade limitada no tempo e na quantidade de itens, sendo incapaz de registrar uma série de estímulos. Isto sugere que podemos manter somente uma informação por vez na consciência, a não ser no caso em que múltiplas informações estejam integradas. Outro limitador deste componente é o recurso que o mantém. A manutenção da imagem consciente depende da operação realizada pelo executivo central. Como o executivo central tem capacidade limitada, sua sobrecarga implica em prejuízo na memória.

Para sustentar o sistema ocorre o trabalho dos demais subcomponentes (*visual cache* e *inner scribe*) que recitam a informação sem necessidade de recursos da atenção. Estes subcomponentes funcionam como um *backup*, onde são guardadas as informações em um estágio prévio da imagem visual consciente. Se a imagem integrada de diferentes dimensões que está na consciência necessitar ser atualizada, existe um conjunto de informações retidas no *visual cache* e no *inner scribe* que não estão mais na consciência, mas que podem ser acessadas.

O *inner scribe* permanece como o sistema que promove a codificação e recitação das informações sequenciais. Esta operação seria realizada independentemente dos outros sistemas visuais, mas pode ocorrer que o *buffer* visual seja acessado se o participante imagina conscientemente a sequência. Neste modelo o efeito de recência restrito a um item é explicado pelo registro de um item que está na consciência, enquanto os demais estímulos da série são processados pelo *visual cache* ou *inner scribe*. Outra função atribuída ao *inner scribe*, além do armazenamento de sequências espaciais, seria manipulação dinâmica e transformação das imagens visuais. Supõe-se que para realizar estas operações, ele execute processos cognitivos relacionados ao planejamento motor (Pearson, 2001).

As funções do *inner scribe* de recitar as sequências espaciais e do *visual cache* de recitar as informações visuais apresentadas sequencialmente ainda não estão esclarecidas. O modo geral de ação destes sistemas necessita de futuras investigações (Pearson, 2001).

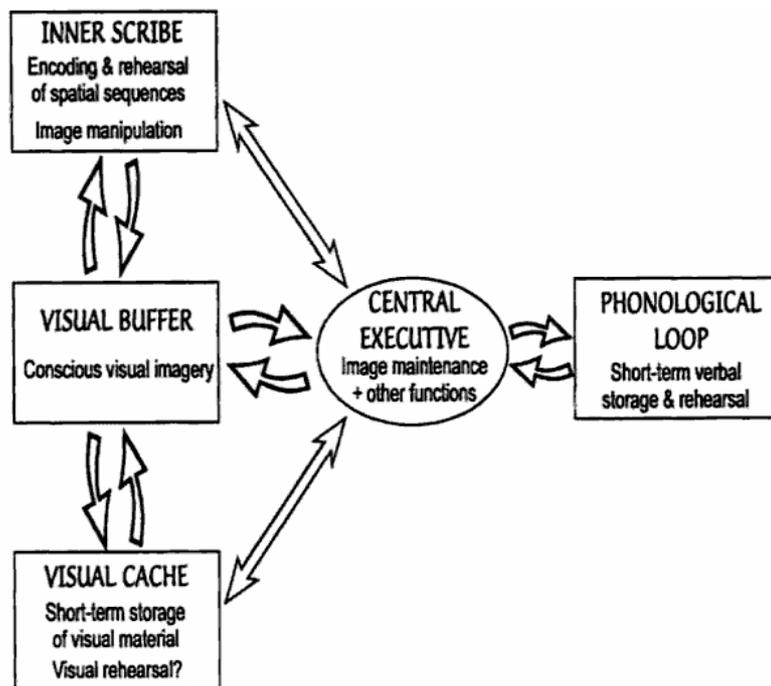


Figura 3. Modelo de memória de trabalho proposto por Pearson (2001)

2.4 Memória para ordem serial e a psicologia cognitiva aplicada

Uma vez identificada a relação funcional entre memória para ordem serial e memória visuoespacial, os pesquisadores poderão delinear os experimentos com maior precisão, escolhendo tarefas experimentais que sejam fiéis com o fenômeno que se pretende estudar. Será possível distinguir tarefas espaciais com ou sem componentes de ordem, por exemplo. Os demais profissionais que utilizam os conhecimentos da psicologia cognitiva básica também serão beneficiados, porque assim, poderão aplicar os conhecimentos da pesquisa

básica no desenvolvimento de testes psicológicos que sejam mais precisos quanto ao fenômeno que se deseja estudar. Estas questões já foram abordadas por estudos prévios, que investigaram a relação entre processamento espacial e temporal e a investigação de problemas de aprendizagem em crianças. Estes estudos salientaram que os protocolos diagnósticos consideram a cognição visuoespacial como um processo geral, quando na verdade, diferentes tarefas acessam distintos aspectos. Existem as tarefas que requerem a recordação da informação visual estática, outras em que a informação espacial-simultânea deve ser registrada e, no caso do presente estudo, tarefas em que a informação espacial-sequencial deve ser mantida. Estas diferenças podem ser determinantes no diagnóstico e no fundamento de estratégias de tratamento, e, por isto, devem ser muito bem exploradas nos estudos de pesquisa básica (Mammarella & Cornoldi, 2005).

Reconhecer em curto prazo a aparência de um objeto, sua localização e identificar a ordem em que este evento ocorreu são habilidades utilizadas em atividades do cotidiano. Um processo mental que relaciona a memória para a ordem serial e a memória de longo prazo é a capacidade de gerar pensamentos relacionados ao futuro (Bar, 2009). Prejuízos nesta capacidade podem dificultar a execução de ações motoras, o planejamento e a organização temporal do comportamento (Battelli et al., 2008).

A memória para a ordem serial participa do processo de gerar pensamentos relacionados ao futuro (predição) no ponto em que são formadas associações entre os eventos, que são transferidas para a memória de longo prazo. A apresentação posterior de um estímulo relacionado ao evento incorre na extração de informações previamente armazenadas, resultando na geração de pensamentos que estão relacionados a uma cadeia ordenada de eventos (Bar, 2009). Esta é uma perspectiva compatível com o modelo atualmente aceito de memória de trabalho, na qual a informação sensorial interage com a memória de curto prazo (memória de trabalho) e com a memória de longo prazo.

2.5 O problema da codificação da ordem serial

As evidências citadas e as interpretações teóricas decorrentes destas evidências põem em discussão o papel da ordem temporal na memória para a sequência de itens, seja durante a codificação ou recuperação da informação. Na codificação, este papel pode estar envolvido com a formação de uma associação entre os itens ou com a associação dos itens com um sinal contextual. Na recuperação, a passagem do tempo envolve o processo de esquecimento da informação (Lewandowsky & Farrell, 2008).

Considerando estas propriedades da natureza da memória, nos aproximamos de um problema central investigado nas pesquisas sobre registro de sequências de eventos. Tratando das informações visuoespaciais, ao observarmos uma sequência de estímulos, codificamos a aparência visual, a localização espacial e, também, a posição de cada evento na série? Não está esclarecido se a ordem serial é codificada somente quando a tarefa exige a extração voluntária desta informação, ou se este atributo tem acesso direto à memória, ou seja, se sua codificação é incidental.

Alguns estudos responderam esta questão afirmando que a ordem não é registrada incidentalmente, ou seja, não é registrada sem esforço. As evidências destes estudos mostraram que a codificação das características visuoespaciais dos estímulos de uma sequência (aparência e localização) é funcionalmente distinta da codificação da posição serial dos elementos que compõem uma sentença, e que, por isto, a ordem dos eventos é registrada somente quando a tarefa exige que esta informação seja recuperada (Mammarella et al., 2006; Pickering, Gathercole, Hall & Lloyd, 2001).

Por exemplo, a avaliação de crianças com prejuízos específicos em tarefas de memória para localização espacial mostrou que algumas crianças apresentaram dificuldades em desempenhar tarefas de reconhecimento de sequências de localizações espaciais, mas não de localizações espaciais apresentadas simultaneamente, enquanto outras crianças demonstraram o padrão oposto (Mammarella et al., 2006). Este perfil também foi identificado no desempenho de crianças em tarefas visuais em dois formatos de apresentação da informação (simultânea e sequencial), evidenciando uma dissociação na memória para o armazenamento do item e da ordem. Neste caso, o desempenho na recuperação de uma matriz visual estática foi melhor do que na condição em que a matriz foi apresentada de maneira dinâmica, com suas células preenchidas sequencialmente (Pickering et al., 2001). A dissociação da memória para o item e memória para a ordem em que os eventos ocorreram indica que a ordem será registrada somente se houver uma demanda da tarefa, ou seja, um esforço intencional para sua codificação.

O esforço intencional relaciona-se com a alocação de recursos da atenção para a tarefa. Estudos sugerem que quando eventos acontecem de forma sequencial, mecanismos da atenção devem operar a fim de manter ativamente cada item para posterior recuperação serial (Marshuetz & Smith, 2006). Supõe-se, então, que recursos de domínio geral devam ser recrutados para controlar este tipo de resposta, independentemente da modalidade do estímulo (Baddeley, 2007). Uma evidência disto é que a realização de uma tarefa secundária de atenção (geração de dígitos aleatórios) prejudica mais o desempenho de uma tarefa de memória

visuoespacial com apresentação sequencial dos estímulos do que em uma tarefa de memória na qual os estímulos foram apresentados simultaneamente (Rudkin, Pearson & Logie, 2007).

Estudos clínicos também mostraram a relação entre funções executivas e memória para ordem serial. Pacientes com esquizofrenia desempenham aquém do esperado em tarefas de memória serial quando a carga cognitiva é alta, mas este prejuízo não é notado quando existem poucos itens a serem recuperados. Em listas pequenas (três itens) o perfil de desempenho destes pacientes foi comparável ao dos sujeitos do grupo controle, com efeitos de recência e primazia semelhantes. Sendo assim, considera-se que a recordação de sequências é um processo que depende de recursos da atenção para manutenção das informações e está relacionado com a carga de memória (Elvevag, Fisher & Goldberg, 2002; Cellard, Tremblay, Lehoux & Roy, 2007). Nesta mesma direção, Price e Shin (2009) avaliaram pacientes com doença de Parkinson e também verificaram alta correlação entre memória para sequências espaciais e medidas neuropsicológicas das funções executivas. Neste estudo, aqueles pacientes que apresentaram danos moderados em áreas cerebrais correspondentes às funções executivas demonstraram dificuldades em aprender sequências espaciais.

Por outro lado, também existem evidências de que a ordem é codificada automaticamente, sem esforço voluntário. No estudo de Jalbert, Saint-Aubin e Tremblay (2008), por exemplo, os participantes observaram cores similares e dissimilares apresentadas sequencialmente em diferentes localizações espaciais na tela do computador. Na recordação, as cores e as localizações foram rerepresentadas simultaneamente, sendo que a tarefa dos sujeitos era indicar a localização espacial das cores memorizadas, na ordem precisa em que apareceram na sequência. A similaridade visual das cores prejudicou o desempenho da memória para localização espacial (onde os itens apareceram) e da memória para a ordem serial (quando os itens ocorreram na série), indicando que não somente a informação espacial é armazenada de forma integrada à informação visual, mas também que a informação para a ordem é armazenada em conjunto com a identidade do estímulo.

Em outro estudo, Zimmer, Speiser e Seidler (2003) mostraram que a realização de uma tarefa secundária espacial (tapping) afetou não somente a memória para “onde” estava o estímulo, mas também, a memória para “quando” ele ocorreu, sugerindo que localização espacial e ordem foram armazenadas de forma integrada. Lecerf e Ribaupierre (2005) testaram se a mudança irrelevante da ordem de apresentação dos itens afetaria a memória de reconhecimento espacial. O desempenho dos sujeitos foi prejudicado pela mudança da ordem dos eventos, sugerindo que a ordem foi integrada à representação memorizada. Parmentier et al. (2006) mostraram, adicionalmente, que outra forma de organização dos estímulos – o

efeito do agrupamento temporal confirma a ocorrência da integração da informação para ordem com as características dos eventos. Neste caso, o desempenho da memória espacial é melhor se os itens formarem sub-grupos organizados conforme a ordem de apresentação. Estas evidências sugerem que a ordem serial é integrada à informação sobre o objeto e sua localização no espaço, e, sendo assim, supõe-se que a ordem serial é codificada de maneira incidental, quer dizer, sem esforço intencional.

2.6 Paradigma da detecção da mudança

O problema da codificação da ordem dos eventos em uma sequência pode ser estudado com uso do paradigma experimental da detecção da mudança, que consiste em observar a interferência no reconhecimento de um determinado aspecto do estímulo pela variação irrelevante de outro (Phillips & Christie, 1977a; Treisman & Zhang, 2006; Zimmer & Lehnert, 2006; Jiang, Olson & Chun, 2000). Este paradigma envolve a capacidade da memória de trabalho de manter uma informação (como por exemplo, um atributo do objeto como cor, forma, tamanho), inibir a interferência de informações irrelevantes para a tarefa, focar a atenção nos elementos relevantes, mesmo que os olhos e a atenção sejam direcionados para outros objetos ou atributos, comparar o conteúdo-teste com o memorizado e selecionar a resposta adequada. Um dos principais elementos deste processo é a habilidade de priorizar estrategicamente um objeto ou um atributo do objeto (Richard & Hollingworth, 2008).

Um dos estudos clássicos sobre a memória visual empregou o paradigma da detecção da mudança. Phillips e Christie (1977a) apresentaram uma matriz 4x4 aos participantes do estudo. As células da matriz poderiam ser preenchidas aleatoriamente, formando um padrão visual que mudava em cada prova. Uma sequência de padrões foi apresentada aleatoriamente e, após um intervalo, a sequência era repetida na ordem inversa para um teste de reconhecimento. O teste poderia ser idêntico ao correspondente para memorização, ou diferir dele por ter uma célula preenchida a mais ou uma célula não preenchida em um dos padrões apresentados. A tarefa do participante era decidir se cada padrão era idêntico ou diferia ao correspondente na sequência memorizada. O forte efeito de recência em todas as seis manipulações experimentais do estudo sugeriu que a memória visual é sustentada pela interação entre persistência sensorial e um armazenamento de curto prazo da informação visual.

O paradigma da detecção da mudança foi usado por Wheeler e Treisman (2002) para investigar o papel da atenção na manutenção de objetos na memória de trabalho visual. Um ou mais objetos coloridos apresentados foram sucedidos por um intervalo e um teste, que

poderia ser o mesmo em metade das provas ou diferir do conteúdo memorizado na outra metade. Quando havia mudança nas provas, todas as características estavam presentes, mas a conjunção entre elas poderia mudar (isto é, um círculo vermelho e um quadrado azul se tornariam um círculo azul e um quadrado vermelho). O desempenho de detecção da mudança da conjunção foi pior em comparação à memória para as características isoladas somente quando havia a apresentação do teste completo (todos os itens presentes, ao invés de somente um teste). Os autores sugeriram que a presença dos distratores retirou a atenção dos objetos integrados que estavam sendo mantidos na memória.

Os pesquisadores De Lillo e Lesk (2010) usaram no experimento 4 do seu estudo uma tarefa de reconhecimento de sequências baseada no paradigma de detecção de mudanças. Neste estudo, nove blocos organizados em três grupos espaciais foram apresentados. Um bloco de cada grupo “piscava” por vez, seguido pelo grupo seguinte até que todos os blocos tivessem uma ordem conforme seu grupo espacial. Depois desta fase, havia um intervalo e, posteriormente, aparecia uma sequência-teste. Esta sequência-teste poderia ser de dois tipos: subordinada (era relevante para a resposta a ordem de apresentação dos itens dentro de cada grupo espacial, independentemente da ordem de apresentação dos grupos) ou superordenada (era relevante para a resposta a ordem de apresentação dos grupos, independentemente da ordem dos itens em cada grupo). Os pesquisadores verificaram que houve melhor reconhecimento na condição superordenada. Os dados foram interpretados segundo o modelo hierárquico de organização da memória. Foi mais fácil executar a condição superordenada, pois o acesso a três nós de representação (três grupos espaciais) é mais fácil que acessar quatro nós de representação (um nó para a representação espacial e três nós para a representação da ordem de cada item dentro do grupo) (De Lillo & Lesk, 2010).

Variações no paradigma de detecção da mudança podem ser encontradas na literatura. Alguns pesquisadores – preocupados com a validade ecológica dos estudos – empregam este método para verificar se os resultados encontrados em laboratório podem ser aplicados às condições reais. Por exemplo, as investigações sobre como mudanças nas propriedades dos objetos de imagens dinâmicas reais como cor, forma e localização espacial são percebidas e armazenadas foram estudadas por Hirose, Kennedy e Tatler (2010). O procedimento consistia em apresentar uma cena, interromper a apresentação, e retomar o vídeo após um pequeno corte, entretanto, sob outro ângulo de visão (mudança no ponto de vista). Nesta retomada, poderia haver uma mudança no ponto de vista da cena (do ator vs. outro) e uma mudança em uma propriedade de um dos objetos observados, seja na cor, forma, identidade visual (objeto diferente) ou localização espacial. O objetivo era verificar se a

representação de uma cena visual dinâmica (que compreende a ordem serial) depende do ponto de vista. Isto é, se a informação visual é integrada após mudanças no ponto de vista quando as propriedades dos objetos mudam entre transições de imagens dinâmicas. Os resultados mostraram que as representações visuais foram mais estáveis que a representação espacial em virtude da mudança do ponto de vista.

2.6.1 Restrições do paradigma de detecção da mudança

Na tarefa de detecção da mudança na qual todos os itens memorizados devem ser reconhecidos no teste pode ocorrer um fator de confusão na avaliação das respostas. Nestas condições, múltiplas comparações devem ser feitas, e, por isto, a probabilidade de recuperação de um item é alterada pela lembrança de um predecessor. As respostas, portanto, vão variar conforme as condições experimentais (distribuição de provas conforme testes que contêm ou não uma mudança) e a estratégia do participante empregada para avaliar a correspondência dos itens. Kyllingsbæk e Bundesen (2009) recomendam que para controlar estes fatores é preciso que o teste seja de um item e que haja controle das estratégias de reconhecimento. Por exemplo, fornecer instruções para que o participante responda que houve mudança somente quando tiver completa certeza disto e comparar três opções de respostas ao invés de duas. Além de “mudou” e “não mudou”, distribuir as provas de modo a permitir que o participante responda que “não sabe” se a mudança ocorreu.

Um outro problema verificado no emprego do paradigma da detecção de mudanças em sequências espaciais é a ocorrência do fenômeno da percepção do movimento aparente. Este fenômeno acontece quando uma série de imagens estáticas é apresentada rapidamente e o cérebro executa uma operação de “preenchimento” dos espaços entre as imagens. O resultado é a percepção de que o que está sendo visto é um único objeto em contínuo movimento. Portanto, ao invés da primeira sequência ser memorizada e, posteriormente, as localizações espaciais da sequência teste serem comparadas com o conteúdo memorizado, são formados dois padrões de movimento – um pré e o outro pós-intervalo de retenção. Neste sentido, a representação mantida na memória é a de um objeto em movimento, e não de diferentes localizações espaciais (Ramachandran & Anstis, 1986).

A percepção do movimento aparente é um processo controlado por um estágio inicial do processamento visual que foi adquirido pelo sistema visual humano através de milhões de anos de seleção natural. A habilidade de detectar rapidamente um objeto em movimento é importante para a sobrevivência, porque pode significar a aproximação de um provável predador ou presa. Evidências de estudos prévios mostraram que, em uma escala

temporal, o sistema visual detecta mudanças nas frequências espaciais antes de identificar características visuais (bordas, por exemplo). As propriedades deste fenômeno devem ser consideradas no planejamento experimental de tarefas de detecção da mudança (Ramachandran & Anstis, 1986).

Em vista destes pressupostos sobre o paradigma de detecção da mudança, é preciso considerar que, para que ele seja adequadamente empregado nos estudos comportamentais sobre a memória visuoespacial, tarefas experimentais devem ser cuidadosamente escolhidas. As tarefas de blocos Corsi e do padrão visual, bem como as suas respectivas variações, foram consideradas medidas confiáveis de memória espacial e memória visual.

2.7 Tarefa serial espacial

A tarefa dos Blocos Corsi é usada para avaliar a memória espacial, especialmente a memória para sequências de localizações espaciais. Nesta tarefa o participante observa o experimentador tocar uma sequência de blocos dispostos irregularmente e deve repetir esta ação. A tarefa é iniciada com sequências curtas até atingir a capacidade máxima de recordação (Della Sala et al., 1999). Uma das variações desta tarefa é a observação de localizações espaciais apresentadas na tela do computador, para posterior recuperação da ordem destas localizações ou mesmo reconhecimento de uma localização-teste. Escolhemos esta tarefa para nosso estudo porque ela tem sido considerada uma boa ferramenta de avaliação da memória espacial (Della Sala et al., 1999; Klauer & Stegmaier, 1997; Darling, Della Sala & Logie, 2009).

Estudo prévio (Corder & Galera, 2009) que empregou uma adaptação computadorizada da tarefa de reconhecimento de localizações espaciais obteve resultados coerentes sobre o funcionamento da memória que corroboraram investigações anteriores sobre a dissociação visuoespacial. A versão computadorizada da tarefa dos Blocos Corsi tem sido uma constante nos estudos de memória serial espacial. Há uma tendência em aperfeiçoar o método e tornar as condições experimentais equiparáveis às condições originais da tarefa, permitindo que a resposta de recordação seja feita através de toques na tela do computador.

2.8 Tarefa serial visual

As variações na tarefa de reconhecimento de padrões visuais são comuns nos testes de memória visual. Uma variação importante para o estudo da memória para ordem dos eventos é a apresentação sequencial dos itens para memorização. Os estudos que fizeram esta manipulação obtiveram importantes considerações sobre o registro de sequências visuais

(Smyth et al., 2005; Parmentier et al, 2006; De Lillo & Lesk, 2010; Darling et al., 2009; Mammarella, Pazzaglia & Cornoldi, 2008). Geralmente, os estímulos empregados nestas tarefas são formas visuais, padrões visuais (matrizes), símbolos ou tons de uma mesma cor, que se enquadram na categoria de estímulos difíceis de serem recodificados verbalmente ou relacionados a conteúdos armazenados na memória de longo prazo. Letras de mesma identidade, mas apresentadas em formas diferentes se enquadram nestas condições. Estudos recentes que empregam este material obtiveram boas medidas da memória visual (Darling, Della Sala & Logie, 2007; Darling et al., 2009).

2.9 Avaliação das estratégias

Outro tópico importante no delineamento experimental de estudos com tarefas comportamentais é a avaliação das estratégias utilizadas pelos participantes para realizar as provas. As instruções em uma tarefa experimental estabelecem para o participante do estudo uma relação entre o estímulo apresentado e uma determinada resposta. Evidências mostram que, uma vez implementada, esta ligação é ativada automaticamente sem necessidade de esforço intencional. Entretanto, o processo de implementação desta relação estímulo-resposta é controlado por recursos da atenção e é um resultado da mobilização de estratégias previamente aprendidas. Esta operação, portanto, ocorre em virtude da interação entre memória de trabalho e memória de longo prazo (Wenke, Gaschler, Nattkempoer & Frensch, 2009). Por ser uma variável que interfere no processo de realização de tarefas de memória, é importante identificar as estratégias usadas pelo participante e a maneira como estas estratégias influenciam as respostas.

2.10 Visão geral do estudo

Em nossa proposta, avaliamos a memória de reconhecimento de sequências definidas pela aparência visual, localização espacial e pela conjunção visuoespacial. Consideramos que, se uma mudança irrelevante na ordem serial dos estímulos prejudicar a memória, poderemos concluir que a ordem serial e as características do evento (aparência visual e localização espacial) foram codificadas de forma integrada (Treisman & Zhang, 2006). O emprego deste paradigma pode ajudar a esclarecer se a ordem dos eventos é codificada incidentalmente e contribuir com novas informações ao corpo de conhecimentos sobre a memória de trabalho visuoespacial.

3. MÉTODO

3.1 Participantes

Participaram deste estudo sessenta estudantes universitários, entre 18 e 40 anos ($M=23$ anos, $DP\pm 5$), de ambos os sexos, com acuidade visual normal ou corrigida. Os participantes foram distribuídos aleatoriamente em três tarefas experimentais.

3.2 Materiais e estímulos

Os estímulos visuais eram letras (21 consoantes, no tamanho 40 x 40 pixels) em 14 diferentes fontes (padrões visuais com forma) apresentadas em localizações espaciais dispersas na tela do computador. O ponto de fixação era um losango de 14 x 17 pixels, localizado no centro da tela do monitor. Os estímulos foram apresentados em um monitor de 15'' com resolução de 1024x768, em preto (0,92 cd/m) sobre o fundo branco (70 cd/m²) da tela. A apresentação dos estímulos e o registro da respostas foi realizado com o software E-Prime, versão 1.2 (Schneider, Eschman & Zuccolotto, 2002).

Duzentos e noventa e quatro estímulos visuais foram selecionados a partir da combinação de 21 consoantes e 14 tipos de fontes de letras selecionadas do arquivo de fontes do computador (Microsoft Office) (Figura 4). Cada sequência visual para memorização foi formada por uma mesma consoante apresentada em quatro tipos de fontes diferentes entre si. A localização espacial dos estímulos foi determinada a partir de dezesseis possíveis localizações espaciais distribuídas de maneira uniforme em dois círculos concêntricos (ocultos durante a apresentação), sendo um com raio de 13,5 cm e outro de 9,2 cm.

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14
<i>B</i>	B	<i>B</i>	B	B	B								
<i>c</i>	c	<i>c</i>	c	c	c								
<i>D</i>	D	<i>D</i>	D	D	D								
<i>f</i>	f	<i>f</i>	f	f	f								

Figura 4. Exemplos de estímulos apresentados no experimento.*

*O nome das fontes segue a numeração: 1=Harlow, 2=Bernard MT Cond; 3=Broadway; 4=Cooperlate; 5=Goudy; 6=Algerian; 7=Europa; 8=Battle Star; 9=Comic Sans MS; 10=Abstract; 11=Informal Roman; 12=Liquid; 13=Galeria; 14=Bauhaus

3.3 Procedimento

A coleta de dados se iniciou após aprovação do projeto pelo Comitê de Ética em Pesquisa da Universidade (Anexos C e D). Os participantes foram levados a uma sala experimental com condições acústicas e de iluminação adequadas, onde o experimento foi realizado individualmente.

A tarefa de reconhecimento de seqüências de estímulos foi baseada na tarefa experimental utilizada por Logie e Marchetti (1991). Cada prova tinha início com a apresentação, por 900 ms, de um sinal de aviso. Após o desaparecimento desse sinal eram apresentados quatro estímulos, em diferentes posições da tela do monitor, um após o outro, cada um por 500 ms, com um intervalo de 100 ms entre cada um. Após um intervalo de retenção de 6 seg tinha início a apresentação dos quatro estímulos da seqüência teste. A tarefa do participante era dizer se as duas seqüências eram iguais ou diferentes em função da dimensão relevante para a tarefa (Anexo A). A resposta foi dada no teclado numérico depois da apresentação da seqüência teste e era seguida por um sinal de *feedback*, que foi apresentado por 100 ms no centro da tela. As respostas corretas eram sinalizadas por um quadrado azul (5 x 5 pixels) e as erradas por um quadrado vermelho (5 x 5 pixels). O intervalo entre este sinal e a próxima prova foi de 400 ms (Figura 5).

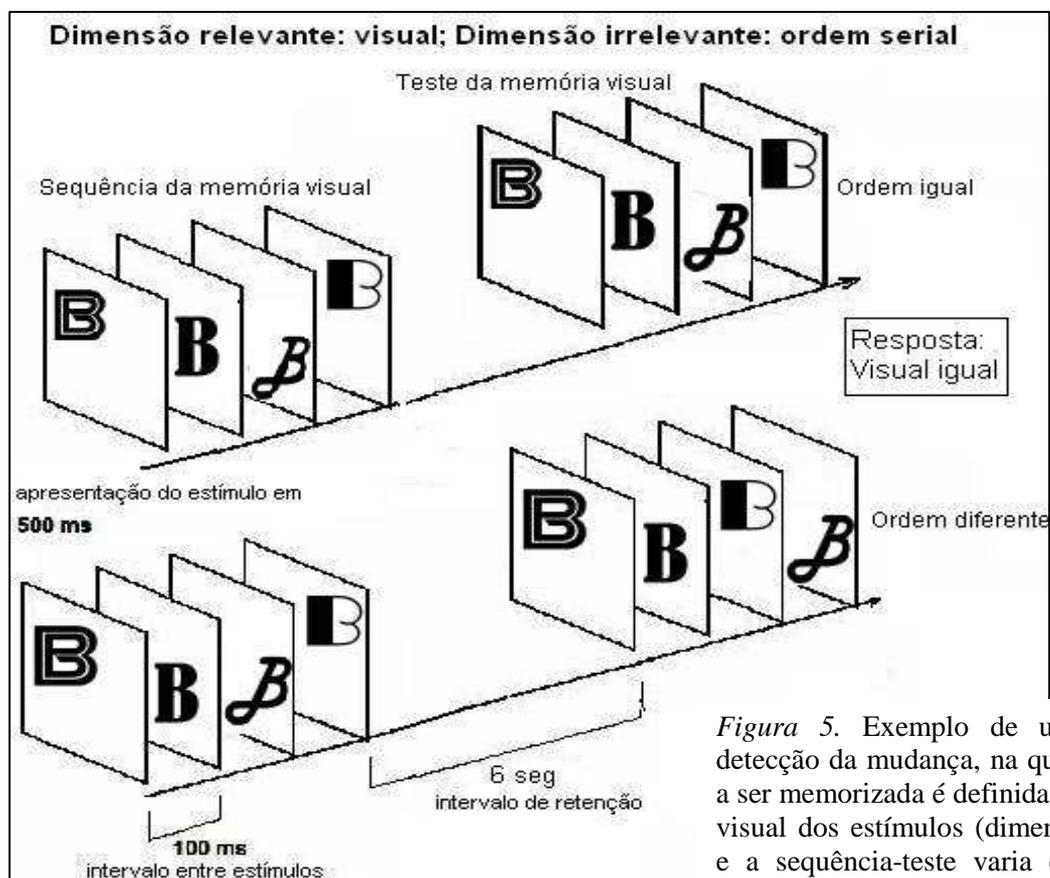


Figura 5. Exemplo de uma prova de detecção da mudança, na qual a seqüência a ser memorizada é definida pela aparência visual dos estímulos (dimensão relevante) e a seqüência-teste varia em termos da posição serial dos itens (dimensão irrelevante) (ordem igual vs. ordem diferente).

A dimensão relevante para a tarefa de reconhecimento foi manipulada entre grupos de participantes. Um grupo de participantes foi instruído a memorizar a aparência visual dos estímulos, outro grupo foi instruído a memorizar a localização espacial dos estímulos e, o terceiro grupo foi instruído a memorizar a aparência e a localização de cada estímulo (conjunção de localização e aparência). No início da sessão os participantes eram instruídos sobre a dimensão relevante da tarefa de reconhecimento e eram instruídos a ignorar explicitamente a ordem na qual os estímulos eram apresentados (dimensão irrelevante). Em metade das provas as sequências eram iguais na dimensão relevante e diferentes na outra metade. Em ambos os casos a dimensão irrelevante (ordem dos estímulos) era igual em metade das provas e diferente na outra metade. A ordem de apresentação foi manipulada conforme sete possibilidades de troca entre as posições da série durante a apresentação: (a) sem troca entre as posições seriais (ordem serial igual entre as sequências); (b) troca entre o primeiro e o segundo estímulos (1-2); (c) entre o primeiro e o terceiro (1-3); (d) entre o primeiro e o quarto (1-4); (e) entre o segundo e o terceiro (2-3); (f) entre o segundo e o quarto (2-4) e (g) entre o terceiro e o quarto (3-4).

Cada uma das provas realizadas foi sorteada de um conjunto de cento e vinte e oito provas criadas a partir da combinação aleatória entre localizações espaciais, aparência visual, e ordem serial. Nas provas em que a dimensão relevante era diferente, a localização espacial ou a aparência visual também foram aleatorizadas. Na tarefa de conjunção localização-aparência, existiram três possibilidades para mudança na dimensão relevante: aparência visual igual e localização espacial diferente; aparência visual diferente e localização espacial igual; tanto aparência quanto localização serem diferentes.

Em cada sessão, cada um dos participantes realizou 100 provas, sendo que as 4 primeiras foram consideradas treino. Em metade das provas válidas (48) a dimensão relevante foi igual nas duas sequências, e foi diferente na outra metade (48 provas). Das sequências iguais, metade (24) apresentou ordem igual e metade (24) ordem diferente. Das sequências diferentes, metade (24) apresentou ordem igual e metade (24) ordem diferente. Os participantes foram distribuídos aleatoriamente em grupos, conforme o tipo de tarefa: visual, espacial ou conjunção visuoespacial.

Após a execução da sessão, os participantes responderam a seguinte pergunta: “Qual estratégia você utilizou para realizar a tarefa que acaba de executar?” As respostas foram registradas por escrito pela pesquisadora.

4. RESULTADOS

4.1 Análise Geral

Foi realizada uma análise de variância (Anova) com medidas repetidas, considerando o tipo de dimensão relevante (visual, espacial, conjunção visuoespacial) como fator manipulado entre participantes e medidas repetidas nos fatores igualdade das sequências nas dimensões relevante e irrelevante. As respostas dos participantes à pergunta referente às estratégias utilizadas para realização da tarefa foram transcritas, lidas e categorizadas de acordo com os termos apontados (Anexo B).

A análise mostra que os participantes que memorizaram a localização espacial apresentaram o melhor desempenho (em média 81% de acertos, $e_{pm} = 3\%$) em comparação aos do grupo visuoespacial ($M = 74\%$, $e_{pm} = 4\%$) e do grupo visual, com média de 64% de acertos ($e_{pm} = 3\%$) [$F(2,54) = 24,30$, $p = 0,000$, $\eta^2_p = 0,47$]. O desempenho foi melhor quando as sequências eram iguais quanto à dimensão relevante ($M = 79\%$, $e_{pm} = 2\%$) do que quando eram diferentes ($M = 67\%$, $e_{pm} = 2\%$) [$F(1,54) = 35,58$, $p = 0,000$, $\eta^2_p = 0,40$]. O desempenho foi afetado também, pela mudança na dimensão irrelevante: sequências com ordens iguais foram melhor recordadas ($M = 75\%$, $e_{pm} = 2\%$) do que sequências com ordens diferentes ($M = 71\%$, $e_{pm} = 2\%$) [$F(1,54) = 14,04$, $p = 0,000$, $\eta^2_p = 0,21$].

O desempenho também foi afetado pela interação entre mudanças nas dimensões relevante e irrelevante [$F(1,54) = 14,32$, $p = 0,000$, $\eta^2_p = 0,21$]. De acordo com esta interação, a mudança na dimensão irrelevante afetou o desempenho apenas quando a dimensão irrelevante não mudava, neste caso a mudança da ordem provoca um prejuízo médio de 9% nas porcentagens de respostas corretas. Nas provas em que a dimensão relevante muda, o efeito da mudança na dimensão irrelevante, em torno de 2%, não é significativo.

O efeito da mudança na ordem de apresentação dos estímulos parece ter um efeito mais acentuado para o grupo que memorizou a localização espacial dos eventos (Figura 6). Embora a interação entre grupos e igualdade das dimensões relevante e irrelevante não seja significativa, essa diferença é confirmada pelo teste post-hoc HSD de Duncan ($p = 0,001$). De forma a avaliar de maneira mais detalhada o efeito da mudança da dimensão irrelevante, os resultados obtidos separadamente por cada um dos grupos foi submetido às análises de variâncias separadas levando em conta medidas repetidas na igualdade da dimensão relevante (sequências iguais ou diferentes) e irrelevante (ordem igual ou diferente).

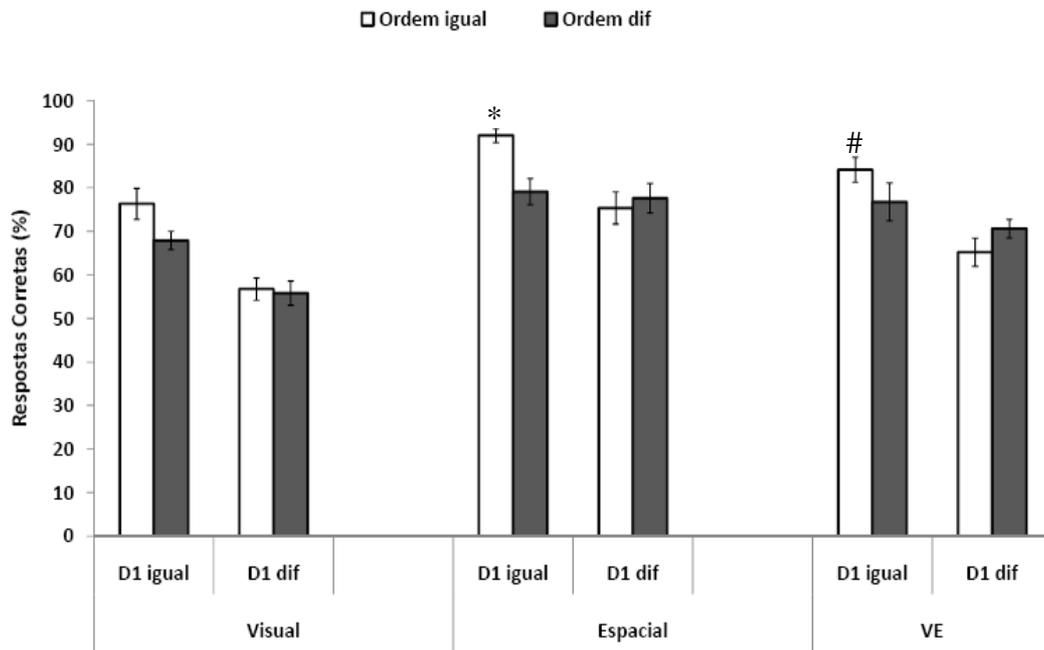


Figura 6. Desempenho médio geral dos participantes nas três tarefas de reconhecimento das sequências definidas pela dimensão relevante (D1) (igual versus diferente) nas condições da dimensão irrelevante (igual versus diferente).

(*) $p < 0,001$ em relação às outras três condições da tarefa espacial.

(#) $p < 0,01$ em relação às duas condições de mudança da dimensão relevante visuoespacial.

4.2 Dimensão relevante visual

No grupo que julgou a igualdade das sequências em termos da aparência visual dos estímulos, o desempenho foi melhor nas provas com sequências iguais ($M = 72\%$, $epm = 3\%$) do que nas provas com sequências diferentes ($M = 56\%$, $epm = 3\%$) [$F(1,19) = 21,65$, $p < 0,000$, $\eta^2_p = 0,53$]. Além disso, também houve efeito de mudança na dimensão irrelevante (ordem) na taxa de respostas corretas [$F(1,19) = 10,44$, $p = 0,004$, $\eta^2_p = 0,35$]; o desempenho nas provas em a ordem de apresentação não mudou foi de 67% ($epm = 4\%$), enquanto que nas provas em que a ordem de apresentação mudou o desempenho foi de 62% ($epm = 3\%$). Não houve interação entre as condições de mudanças nas dimensões relevante e irrelevante.

Reduzimos os seis tipos de mudança de ordem para três, de forma a homogeneizar a avaliação, considerando para a análise as mudanças adjacentes entre estímulos (1-2; 2-3; 3-4). Não foi encontrada diferença de desempenho em função destas mudanças ($p > 0,05$).

Quanto ao relato das estratégias utilizadas pelos participantes para realizar a tarefa, destacam-se duas: a distinção dos estímulos pela similaridade visual e a nomeação dos estímulos, sendo a primeira citada por quatorze dos vinte participantes e a segunda por seis participantes (Anexo B).

4.3 Dimensão relevante espacial

No grupo que julgou a igualdade das sequências em termos da localização espacial de seus eventos a análise da proporção de respostas corretas revelou que o desempenho variou em função da igualdade da localização espacial, o desempenho foi melhor ($M = 86\%$, $epm = 3\%$) quando as sequências eram iguais do que quando elas eram diferentes ($M = 76\%$, $epm = 4\%$) [$F(1,19) = 5,63$, $p = 0,03$, $\eta^2_P = 0,23$]. O desempenho dos participantes também foi afetado pela mudança da dimensão irrelevante (ordem). Neste caso, o reconhecimento das sequências com ordem igual foi melhor ($M = 84\%$, $epm = 3\%$) que o reconhecimento das sequências com ordem diferente ($M = 78\%$, $epm = 3\%$) [$F(1,19) = 7,75$, $p = 0,012$, $\eta^2_P = 0,29$].

Para este grupo também houve uma interação estatisticamente significativa entre os fatores mudança na dimensão relevante e irrelevante [$F(1,19) = 14,68$, $p = 0,001$, $\eta^2_P = 0,44$]. Quando a dimensão relevante não mudava, o desempenho foi melhor quando a ordem era igual ($M = 92\%$, $epm = 2\%$) do que quando era diferente ($M = 79\%$, $epm = 3\%$). Por outro lado, quando a dimensão relevante mudava, não houve diferença no desempenho entre as condições em que a ordem era diferente ($M = 78\%$, $epm = 3\%$) e quando era igual ($M = 75\%$, $epm = 4\%$).

Também realizamos análise do tipo de mudança da ordem dos eventos nas sequências espaciais. Não houve diferença no desempenho dos participantes em função do tipo de mudança de ordem ($p > 0,05$).

No que diz respeito às estratégias cognitivas, doze dos vinte participantes mencionaram que traçaram uma linha imaginária entre as localizações espaciais apresentadas, e assim, formaram um desenho de uma trajetória que posteriormente seria comparado com a sequência teste. Dois utilizaram a estratégia de usar a tela como referencial para memorização, baseando as respostas na distribuição das localizações espaciais em quadrantes da tela (configuração geral). Outros dois participantes preferiram armazenar a distância relativa entre estímulos. Dois participantes utilizaram duas estratégias, sendo uma delas formar uma trajetória e também estabelecer uma relação de distância entre as localizações apresentadas e outros dois utilizaram a estratégia da trajetória juntamente com a configuração geral, estabelecendo um ponto central na tela como referencial.

4.4 Dimensão relevante visuoespacial

No grupo que julgou a igualdade das sequências em termos da conjunção entre a aparência visual e a localização espacial a análise dos dados revelou que houve diferença

entre as médias de respostas corretas para as condições referentes à dimensão relevante (conjunção localização-aparência igual vs. conjunção localização-aparência diferente). Sequências iguais quanto à dimensão relevante foram mais bem reconhecidas ($M = 80\%$, $epm = 4\%$) em relação às sequências diferentes ($M = 68\%$, $epm = 3\%$) [$F(1,19) = 9,07$, $p = 0,007$, $\eta^2_P = 0,32$]. Houve ainda uma interação significativa entre a mudança na dimensão relevante e na irrelevante. O desempenho dos participantes para a condição em que somente a conjunção localização-aparência se modificava ($M = 65\%$, $epm = 3\%$) foi inferior às condições em que nenhuma dimensão foi alterada entre apresentação e teste ($M = 84\%$, $epm = 3\%$) e quando somente a ordem foi alterada ($M = 77\%$, $epm = 4\%$) [$F(1,19) = 4,90$, $p = 0,04$, $\eta^2_P = 0,20$].

Como explicado anteriormente, a condição de reconhecimento da conjunção localização-aparência visual foi delineada levando-se em conta três possibilidades de provas diferentes: provas nas quais a dimensão visual era diferente e a espacial igual; a visual era igual e a espacial diferente e, por fim, visual e espacial diferentes. A análise das respostas para a condição em que as sequências eram diferentes quanto à dimensão relevante (conjunção localização-aparência visual) em função da mudança de ordem dos itens revela que houve uma diferença entre as três possibilidades da condição de mudança da dimensão relevante [$F(2,38) = 28,72$, $p = 0,000$, $\eta^2_P = 0,60$] e, também, houve efeito da mudança da ordem dos estímulos [$F(1,19) = 4,18$, $p = 0,05$] (Figura 7). O desempenho na situação em que a localização espacial era a mesma entre as duas sequências, mas o visual mudava foi inferior ($M = 46\%$, $epm = 5\%$) à situação em que o visual era igual, mas a localização não ($M = 75\%$, $epm = 4\%$) e à condição em que as duas dimensões mudavam ($M = 82\%$, $epm = 3\%$), sugerindo que as respostas foram dadas principalmente, senão exclusivamente, em relação à dimensão espacial, dado confirmado pelo relato dos participantes quanto às estratégias utilizadas para realizar a tarefa. Na condição em que a localização era a mesma, mas o visual mudava, a mudança da ordem acarretou uma queda de 10% no desempenho ($p < 0,05$).

Para distinguir entre sequências iguais ou diferentes quanto à conjunção localização-aparência, somente dez dos vinte participantes utilizaram estratégias para ambas as dimensões, a visual e a espacial. Oito participantes utilizaram somente uma estratégia espacial para realizar a tarefa, por ser considerada por eles mais fácil do que tentar identificar, também, a igualdade visual. A estratégia espacial mais empregada (citada por 07 participantes) foi formar um desenho de uma trajetória, a partir do estabelecimento de uma linha imaginária entre as localizações espaciais.

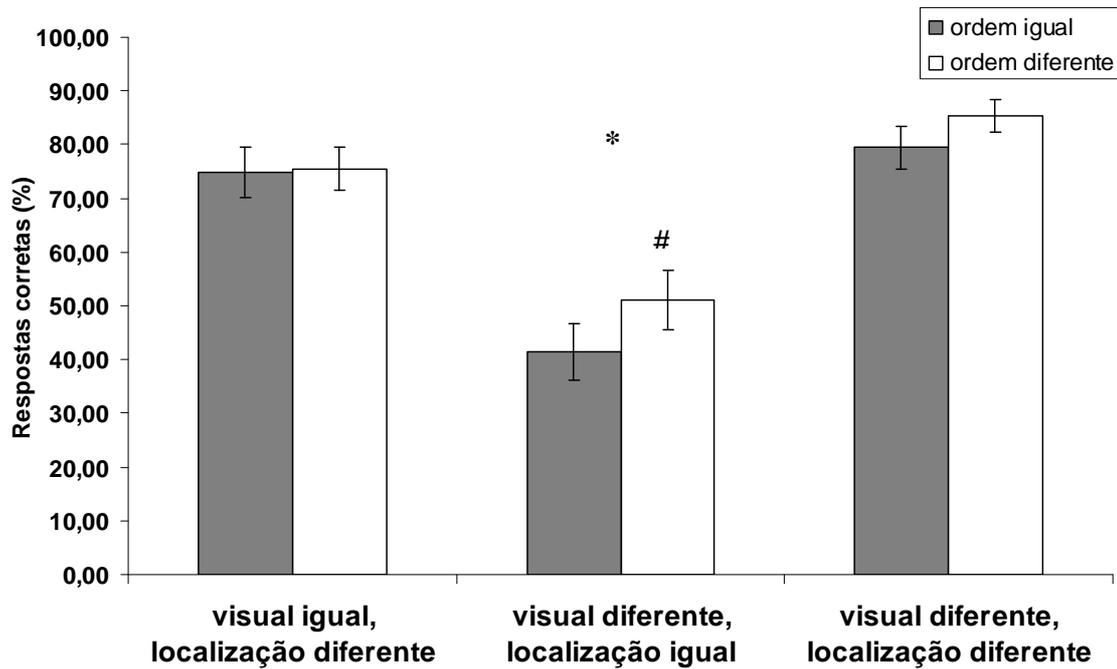


Figura 7. Desempenho médio geral dos participantes nas tarefas de reconhecimento das sequências diferentes quanto à dimensão relevante visuoespacial, nas duas condições de igualdade da dimensão irrelevante.

(*) $p < 0,001$ da condição visual diferente, localização igual em relação às demais condições de mudança da dimensão relevante

(#) $p < 0,001$ da condição visual diferente, localização igual e ordem igual em relação à condição visual diferente, localização igual e ordem diferente.

5. DISCUSSÃO

A proposta deste estudo foi verificar se a posição serial dos itens em uma sequência é codificada de forma incidental com os itens quando a tarefa exige o armazenamento da aparência visual, da localização espacial em que estes eventos são apresentados, ou quando a tarefa exige o armazenamento da conjunção da informação visuoespacial. De acordo com a hipótese inicial, se a ordem fosse codificada incidentalmente, o desempenho na tarefa de reconhecimento seria prejudicado quando a posição serial dos itens fosse modificada entre a sequência memorizada e a teste.

A tarefa experimental consistiu na apresentação de uma sequência de itens definidos por uma das três dimensões relevantes citadas, seguida por um intervalo de retenção e, posteriormente, por uma sequência teste. A sequência-teste poderia ser igual à primeira ou diferir dela quanto à dimensão relevante de um estímulo da série ou quanto à ordem dos eventos, mas esta mudança na posição serial dos itens não deveria ser considerada para a resposta à tarefa.

Nossos dados confirmaram a hipótese inicial, demonstrando que a ordem foi codificada incidentalmente com a informação espacial e com a informação visual, apesar da tarefa não ter exigido esta codificação, concordando com estudos que investigaram de forma mais direta o papel da ordem (Jalbert et al., 2008; Zimmer et al., 2003; Lecerf & Ribaupierre, 2005; Smyth & Scholey, 1996; Parmentier et al., 2006; Ninokura, Mushiake & Tanji, 2004; Amiez & Petrides, 2007).

5.1 Efeito geral da ordem serial

Como a ordem serial (dimensão irrelevante) foi codificada em uma tarefa que não exigia a retenção desta informação, podemos dizer que houve uma falha na seleção da informação relevante para a realização da tarefa. Para elucidar esta falha, é preciso antes compreender que na tarefa de detecção da mudança, primeiramente o observador deve formar uma representação da informação apresentada e manter este conteúdo na memória de trabalho durante o intervalo de retenção para, posteriormente, comparar esta representação com dados da sequência teste, onde ocorrerá uma avaliação da correspondência entre a sequência memorizada e a teste (Richard & Hollingworth, 2008).

Portanto, considerando que a detecção da mudança ocorre mediante um processo de seleção e comparação, a interferência da ordem serial ocorre em um estágio inicial do processamento de informações, ou seja, ela é codificada e armazenada e, por isto, foi incluída

na comparação de características e afetou a decisão no momento da resposta. Este padrão de resultados sugere que a codificação de uma característica relevante é realizada, portanto, com a seleção de todas as características do objeto, mesmo que sejam irrelevantes para a tarefa (Soto & Humphreys, 2009). Após este processo de seleção inicial, os mecanismos de comparação são ativados, e geraram diferentes respostas conforme a modalidade do estímulo.

No caso da dimensão visual, por exemplo, houve efeito principal de ordem serial, mas não houve interação entre as duas dimensões, ou seja, a ordem foi codificada, mas o desempenho na tarefa visual não dependeu da igualdade da ordem. Já no caso da dimensão espacial, houve efeito principal de ordem serial (ou seja, a ordem foi codificada incidentalmente) e ocorreu uma interação entre mudanças nas dimensões relevante e irrelevante.

A codificação incidental da ordem serial pode ser interpretada segundo o modelo da memória de trabalho visuoespacial postulado por Logie (2003) e Pearson (2001). A memória registrou todas as propriedades do estímulo (identidade e ordem), mas somente a dimensão relevante foi mantida na consciência, porque era o alvo das respostas. Uma evidência de que a informação sobre a ordem dos eventos foi registrada é a de que esta informação interferiu nas respostas. As evidências deste estudo também têm correlação com o modelo citado no que diz respeito à dissociação visuoespacial. A interferência da dimensão irrelevante dependendo do tipo de dimensão relevante sugere que a informação visual foi mantida em um registro separado da informação espacial.

5.2 Ordem e espaço

Tratando especificamente da modalidade espacial, ocorreu uma interação entre localização espacial e ordem serial. Houve um prejuízo na seleção da informação relevante para a realização da tarefa de memória espacial, mas este prejuízo não foi generalizado para a condição em que a dimensão relevante muda entre as sequências. A interação entre as dimensões indicou dois extremos de desempenho. Por um lado, a informação sobre a posição serial dos estímulos prejudicou o desempenho na condição em que as duas dimensões eram iguais. Por outro, nas provas em que a localização espacial mudava na sequência teste, não houve diferença entre as duas condições da ordem serial (igual x diferente).

Os dados do nosso estudo corroboram estudos prévios que encontraram uma correspondência entre memória para ordem serial e memória espacial, que pode ser considerada o registro integrado destas dimensões em uma representação espaço-temporal unitária (Zimmer et al., 2003). Evidências mostram que a região cerebral que responde pelo

processo de memória para a ordem serial visuoespacial é o lobo parietal direito, que têm projeções para as áreas responsáveis pelas atividades espaciais. Esta rede está relacionada com a capacidade de diferenciar entre eventos simultâneos e sequenciais, e à identificação de movimento no espaço (Battelli, Pascual-Leone & Cavanagh, 2007). Estas afirmações suportam a hipótese de que a memória para a ordem dos eventos é distinta da memória espacial, porém relacionada a ela.

Como a resposta é dada em relação à dimensão espacial e também leva em conta a ordem serial, presume-se a respeito de mecanismos de retenção da informação espacial. Logie (1995) supõe que o *inner scribe* repete a sequência de movimentos formada pela apresentação sequencial de localizações armazenando estes dados no *visual cache*, à semelhança do que ocorre com informações verbais armazenadas no laço fonológico. Provavelmente os movimentos oculares estejam envolvidos com este mecanismo, sendo que a influência destes movimentos é restrita à informação espacial, e não afeta memória visual (Postle, Idzikowski, Della Sala, Logie & Baddeley, 2006). Esta pode ser uma explicação para a diferença encontrada no desempenho da tarefa visual e espacial. Por outro lado, Postle (2006) considera que a informação espacial é mantida pela relação entre a capacidade de atenção seletiva espacial e controle motor geral e não somente pelos movimentos oculares.

O fato da mudança de ordem não ter influenciado a resposta na condição em que a dimensão relevante era diferente entre sequência memorizada e teste não significa que a mudança de ordem não tinha sido percebida pelos participantes. Talvez uma medida mais sensível do que o relato dos participantes possa ser útil para revelar evidências de detecção da mudança. Estudos sobre movimento ocular durante as respostas de não detecção da mudança mostraram que o tempo de fixação nos objetos mudados foi maior que nos objetos não mudados, indicando que a mudança foi detectada, embora esta informação não tenha sido acessada conscientemente (Hollingworth, Williams & Henderson, 2001). Esta afirmação ratifica a importância de estudar os movimentos oculares em tarefas de memória para sequências visuo-espaciais.

Evidências compatíveis com as obtidas neste estudo no que diz respeito à interação entre dimensão espacial e ordem temporal também foram verificadas no estudo de Parmentier et al. (2006) (Exp. 4). Os pesquisadores apresentaram uma série de nove pontos em duas condições: agrupamento temporal (o intervalo entre os itens foi manipulado conforme a posição serial dos pontos de modo a criar três sub-grupos de três itens) ou não-agrupado (uma sequência de nove itens). Após um intervalo, os pontos eram reapresentados simultaneamente e a tarefa do participante era reconstruir a sequência indicando a ordem exata em que os

pontos foram apresentados. Os resultados mostraram que o agrupamento temporal melhorou o desempenho geral da memória e afetou o tipo de erro de posição serial. Houve um efeito no tempo de resposta associado ao agrupamento temporal tanto na condição controle quanto para a condição de agrupamento. Estes dados foram interpretados como uma evidência de que a proximidade temporal dos objetos foi codificada e influenciou as respostas, como no nosso estudo. Além disso, os pesquisadores sugeriram que o agrupamento temporal foi usado para induzir uma organização da sequência visuoespacial que não exigia que os itens fossem agrupados (controle). A generalização dos processos reflete o emprego de recursos gerais de controle da tarefa (estratégia gerada pelo participante) mais do que um sub-produto da manipulação das condições de codificação.

Para que os participantes realizassem a tarefa no presente estudo, provavelmente ocorreu um processo inicial de mobilização de estratégias de execução da tarefa mediante esforço e recrutamento de recursos da atenção pelos participantes, à semelhança do que foi mencionado por Parmentier et al. (2006). Os participantes da tarefa espacial relataram que, para guardar a informação espacial imaginaram uma trajetória entre as localizações espaciais apresentadas sequencialmente. Supõe-se que, após implementação das estratégias, este processo deixou de ser controlado intencionalmente pelo participante e recursos da atenção foram direcionados para a tarefa de memória.

No nosso estudo, é possível que a apresentação sequencial gerasse uma organização dos estímulos, à maneira como mencionado por Parmentier et al. (2006) em dois níveis: espacial e de ordem serial. Quando a sequência teste foi idêntica à memorizada quanto à localização dos estímulos, mas mudava quanto à ordem serial dos eventos, a referência espacial interna (relação espacial entre os objetos) e a externa (relação dos objetos com as bordas) foram mantidas. Por causa disto, a resposta à tarefa do nível espacial foi transferida para um outro nível – o da mudança da ordem. Como evidência, a mudança da ordem nestas condições prejudicou em 13% o desempenho. Na condição em que a segunda sequência era diferente da primeira quanto à localização espacial, houve uma mudança em um nível hierárquico superior de registro da informação – a configuração espacial, elemento suficiente para ativar a resposta sem necessidade de acionar o próximo nível, que seria a memória para a ordem dos eventos. Neste sentido, existiu uma relação hierárquica das propriedades da sequência: da organização serial em relação à estrutura espacial (De Lillo & Lesk, 2010).

A organização da informação espacial foi mencionada em estudo prévio que investigou os efeitos da simetria da trajetória formada pela apresentação sequencial de localizações espaciais (Rossi-Arnaud, Pieroni & Baddeley, 2006). Os dados deste estudo são

compatíveis com os nossos, no sentido em que o nível de coerência da estrutura apresentada é armazenado e suporta a memória de trabalho espacial serial.

O modo de organização hierárquico da informação presente nos nossos dados pode ser interpretado segundo os pressupostos da arquitetura funcional da memória de trabalho. Para que uma estrutura hierárquica ocorresse – da organização serial em relação à estrutura espacial –, provavelmente a memória de trabalho acessou modelos previamente armazenados na memória de longo prazo e aplicou estas regras na codificação de novas informações. Esta interpretação se aplica à revisão do modelo de memória de trabalho abordada por Logie (2003), que considera que o processo de entrada da informação ocorre via ativação da memória de longo prazo.

Por outro lado, também podemos considerar que houve uma interação entre memória de trabalho e memória de longo prazo, entretanto, ocorrida de outro modo. Supõe-se que o sistema responsável por esta ligação seja externo ao componente visuoespacial. O buffer episódico realizaria esta interface, integrando a informação que chega na memória de trabalho com a estrutura espacial previamente armazenada na memória de longo prazo, integrando estes dados em *chunks* e estes *chunks* em episódios (Rossi-Arnaud et al., 2006). Em comunicação pessoal, o Prof. Parmentier defendeu esta possibilidade. Para ele, os nossos dados podem ser interpretados segundo a literatura recente da conjunção de informações na memória de trabalho. É possível que os participantes tenham codificado o atributo “onde” de maneira vinculada à representação do aspecto do “quando” (isto é, dimensão ordem temporal), formando um conteúdo integrado.

Em síntese, a análise dos dados sustenta a afirmação de que a ordem serial é codificada sem intenção (incidentalmente) no sentido de que a atenção é direcionada para um atributo sem controle deliberado (Norman & Shallice, 2000). Houve efeito de mudança da ordem serial tanto na memória visual quanto espacial, entretanto, na condição espacial este efeito dependeu do tipo de prova. Neste caso, a mudança da posição serial dos itens prejudicou a memória para sequências iguais quanto à localização espacial. Provavelmente um processo de controle de informações atua na etapa de comparação da sequência teste com a sequência espacial memorizada, o que possibilita a ocorrência de diferentes padrões nas condições de igualdade da dimensão relevante.

A consideração de que a ordem pode ser codificada incidentalmente, mas que existe algum tipo de controle desta informação está de acordo com evidências de que a ordem serial e as informações sobre os eventos (aparência e localização) são realmente distintas no processamento cognitivo (Mammarella et al., 2006; Pickering et al., 2001; Avons, 1998;

Smyrnis et al., 2005), mas podem ser armazenadas como um todo em algumas condições (Jalbert et al., 2008; Zimmer et al., 2003; Lecerf & Ribaupierre, 2005; Smyth & Scholey, 1996; Parmentier et al., 2006). Evidências da neuropsicologia também sustentam que existem redes neurais que são ativadas na codificação da ordem serial como regiões do córtex parietal (Marshuetz, Reuter-Lorenz, Smith, Jonides & Noll, 2006; Batelli et al., 2007), mas também existem núcleos de neurônios que respondem ao processo de controle desta informação, como o córtex pré-frontal (Botvinick & Watanabe, 2007; Ninokura et al., 2004, Amiez & Petrides, 2007). Evidências baseadas em neuroimagem poderiam responder se em tarefas semelhantes àquelas utilizadas no presente estudo, em que a ordem foi codificada incidentalmente em uma condição específica, uma região cerebral seria mais ativada do que na condição em que a ordem serial foi controlada e não influenciou a resposta à dimensão relevante.

5.3 Ordem e visual

A memória para sequências visuais foi afetada pela mudança da ordem dos itens, mas não houve interação entre estas dimensões. A princípio, podemos interpretar estes resultados como sendo a ordem uma dimensão mais importante para o registro de localizações do que da aparência dos eventos. Entretanto, esta afirmação não esclarece o mecanismo de registro da informação visual serial.

A distinção entre apresentação estática (simultânea) referindo-se ao visual e apresentação sequencial, referindo-se ao espacial (Pickering et al, 2001) não se aplica neste estudo porque tanto a tarefa visual quanto a tarefa espacial foram apresentadas de maneira dinâmica. Concordamos com Darling et al. (2009) na afirmação de que a dissociação visuoespacial ocorre em função das diferenças de armazenamento da aparência e localização, e não em virtude da diferença no modo de apresentação (simultâneo vs. sequencial). No presente estudo, o modo de apresentação era o mesmo para ambas as modalidades.

De maneira geral, podemos dizer que, paralelamente ao registro da informação sobre a forma dos estímulos, foi guardada a informação sobre a ordem serial. Existem duas prováveis explicações sobre a natureza deste registro. Em primeiro lugar, é possível que cada estímulo tenha sido associado a um marco no sinal temporal codificado paralelamente ao sistema visual e que, quando este sinal temporal foi afetado (provas em que a ordem mudava), houve prejuízo na memória. Por outro lado, é possível que o sistema de memória visual seja capaz de registrar as duas dimensões simultaneamente, a ordem e as características visuais dos itens.

A primeira possibilidade parece ser a mais remota. Se houvesse um mecanismo de registro paralelo da ordem dos eventos que suportasse a memória para qualquer modalidade da informação, a memória para todos os tipos de estímulos (visuais, verbais, espaciais) sofreria os mesmos tipos de interferência e os padrões de desempenho seriam os mesmos. Entretanto, já está consagrado na literatura que existe uma dissociação funcional da memória verbal-auditiva e a memória visuoespacial (Logie & Van der Meulen, 2009).

Sobre a segunda hipótese, é provável que o sistema de retenção da ordem serial visual seja específico ao domínio. Isto sugere que a operação de registrar a posição dos itens da sequência depende dos recursos do próprio sistema visual, e não de um componente externo. Esta operação seria semelhante àquela realizada pelo laço fonológico para guardar a ordem serial de informações verbais (Smyth et al., 2005). Se for este o caso, é possível apreender que o padrão de desempenho depende da instrução da tarefa. Quando é solicitado para registrar a ordem dos eventos, todos os sistemas funcionariam de maneira semelhante. Esta afirmação não pode ser generalizada para o nosso estudo, uma vez que a memória para ordem não foi acessada diretamente.

Pesquisas anteriores consideraram esta hipótese sobre o processo de registro da ordem específico ao domínio. Logie, Della Sala, Wynn e Baddeley (2000) apresentaram aos participantes de seu estudo sequências de letras de dois tipos: aquelas em que a aparência visual em maiúsculo era muito similar da aparência visual em minúsculo (Kk, Cc, Zz, Ww) e, por outro lado, letras visualmente diferentes (Dd, Hh, Rr, Qq). O interesse era verificar se um código visual era guardado concomitantemente ao código verbal. Os participantes deveriam recuperar as informações verbais na ordem em que elas apareceram e no tipo de letra correspondente (maiúsculo vs. minúsculo) fornecendo a resposta escrevendo em um papel onde era possível controlar o registro da forma visual das letras. Os itens similares visualmente foram mais pobremente recordados, mediante a realização ou não de supressão articulatória. Os pesquisadores sugeriram que, paralelamente à informação fonológica, foi registrada a informação sobre a forma das letras. A análise das respostas com base somente na forma visual mostrou que houve efeito de posição serial (primazia), mas este efeito não interagiu com a similaridade visual.

O ingrediente relevante do estudo de Logie et al. (2000) para a interpretação dos nossos dados é que eles também não encontraram interação entre as dimensões ordem e aparência visual. O efeito da similaridade visual foi o mesmo para todas as posições seriais. Isto sugere que é o próprio sistema de memória de trabalho visual que fornece a base para o armazenamento da ordem serial. Entretanto, como a resposta foi baseada em um código

verbal, não está claro neste estudo se a memória para a ordem serial foi relacionada aos recursos do laço fonológico ao invés do sistema visuoespacial (Logie & Van der Meulen, 2009). Já no nosso estudo, a resposta foi baseada em um código visual (forma visual), fato que suporta a consideração de que este sistema visual operou para armazenar tanto a informação visual quanto a ordem dos eventos.

Assumindo a recente atualização do modelo de memória de trabalho visual (Logie, 2003; Pearson, 2001), podemos considerar que as duas dimensões – ordem e aparência visual – foram armazenadas na memória visual. Entretanto, somente a propriedade relevante para a tarefa (visual) foi acessada conscientemente e guiou o padrão de resultados, mas, que este padrão foi afetado pela ordem dos eventos, que estava armazenada na memória em um estado não consciente. Nos termos do modelo, a informação consciente foi representada no buffer visual e a informação não-consciente foi guardada no *visual cache*.

Existe uma possibilidade alternativa, que parte da consideração de que o armazenador visual é limitado em capacidade. Em virtude deste limite, seria arriscado assumir que ele seria capaz de registrar tanto a informação visual quanto a informação sobre a posição serial dos itens. Neste sentido, a integração e o registro de diferentes dimensões (visual e ordem) seriam funções executadas por outro armazenador – o *buffer* episódico – que seria responsável por formar *chunks*, que juntos formariam episódios de informação (Baddeley, 2000). Estas afirmações necessitam de futuras investigações.

5.4 Diferenças no desempenho espacial x visual x visuoespacial

A análise do desempenho da memória serial segundo as dimensões relevantes mostra que o desempenho na tarefa espacial foi superior ao das tarefas visual e de conjunção visuoespacial, indicando que reconhecer sequências de localizações espaciais foi mais fácil do que reconhecer sequências de objetos ou da conjunção entre objetos e suas localizações. Estes dados ratificam a teoria de que as trajetórias de processamento da informação são especializadas (Klauer & Zhao, 2004).

Estas considerações sobre a diferença funcional do registro da informação espacial e da informação visual também foram encontrados em estudos anteriores, que empregaram um método de investigação semelhante, o paradigma de detecção da mudança. Hirose et al. (2010), em um exame das contribuições entre memória de trabalho e memória de longo prazo, investigaram a memória para cenas visuais naturais variando propriedades dos estímulos como cor, forma, identidade visual ou localização espacial. Eles verificaram que as propriedades visuais (cor, forma e identidade) possuem uma representação mais estável que a

localização espacial. Os pesquisadores interpretaram os dados considerando que para ser representada, a informação espacial necessita de uma estrutura de referência que é perdida quando há alteração no ponto de vista. Esta estrutura de referência pode ser interna, quando há uma relação espacial entre os objetos ou externa, quando a localização espacial de um objeto alvo é registrada com base na distância com limites como a tela do computador ou a borda da mesa onde os objetos estão dispostos para observação, por exemplo. Adotando esta concepção, no nosso estudo o desempenho espacial foi diferente do visual porque os processos de armazenamento destas propriedades são diferentes. No caso espacial, as estruturas de referência foram preservadas ao longo da apresentação dos estímulos e, provavelmente, usadas na recuperação das informações e na identificação de alguma mudança.

O pior desempenho na tarefa para conjunção localização-aparência era esperado, de acordo com dados da literatura que mostraram que a detecção da mudança de características integradas é pior que a detecção de uma nova característica de uma dimensão relevante (Wheeler & Treisman, 2002). Nesta tarefa houve uma tendência em responder em relação à localização espacial e não com relação às características integradas. Este dado é previsível se considerarmos que a informação visual é armazenada com base na configuração espacial, em uma relação hierárquica de características. Por isto é mais fácil responder em relação ao espacial que ao visual. Quando as pessoas codificam a dimensão visual, a dimensão espacial também é guardada. Se há alguma mudança na localização espacial dos estímulos, há prejuízo no desempenho de uma tarefa visual (Jiang et al., 2000; Boduroglu & Shah, 2009). A tendência em responder em relação ao espacial na tarefa de conjunção não significa que as informações não foram registradas como objetos integrados, mas sim que a recuperação da dimensão espacial foi preponderante em relação à informação integrada.

5.5 Influência de fatores experimentais nos resultados

Uma análise alternativa do desempenho dos sujeitos nas tarefas é tomá-lo como uma resultante das limitações do delineamento, como um prolongado intervalo de retenção (6 segundos) e quantidade de itens apresentados no teste (sequência completa). Quanto maior o intervalo de retenção ocorre um efeito mais expressivo de decaimento do traço da memória, ou seja, os sujeitos são menos precisos e demoram mais tempo para emitir a resposta numa tarefa de memória visual (Kerr, Ward & Avons, 1998) e, ainda, pode ocorrer algum mecanismo de recitação como estratégia para evitar os efeitos do decaimento (Oberauer & Lewandowsky, 2008). É plausível que esta estratégia seja a confiança na nomeação verbal

mais do que o uso de um código visuoespacial para o desempenho da tarefa (Makovski, Shim & Jiang, 2006). O relato dos participantes da tarefa visual vai ao encontro com esta proposição. Alguns optaram por nomear os estímulos, relacionando-os com temas familiares.

Como a passagem do tempo não justifica todo o problema do esquecimento da ordem serial, este fator pode estar associado ao mecanismo de interferência decorrente da apresentação de quatro estímulos na sequência teste. A interferência da resposta ocorre quando a ação de recordar um item interfere na acessibilidade de outros itens memorizados, para que eles sejam posteriormente recordados (Lewandowsky & Farrell, 2008).

Outra variável que influencia a memória para a sequência de itens concerne o processo de codificação da informação. Existe a possibilidade de um item ser melhor reconhecido que outro porque possui força de codificação maior, que se dá em função da novidade da informação codificada. Estímulos novos ou surpreendentes são codificados fortemente, em contrapartida dos estímulos familiares (Lewandowsky & Farrell, 2008). No presente estudo, as características dos estímulos (como a similaridade visual) não foram controladas e podem ter influenciado as respostas.

O delineamento experimental, mais precisamente as propriedades da tarefa de detecção da mudança também podem ter influenciado a diferença identificada entre o desempenho visual e espacial. As características da tarefa de detecção da mudança são consideradas aqui em dois aspectos. Primeiramente, citamos a distinção entre mudança e movimento. Em termos teóricos, uma tarefa de detecção da mudança abrange alterações estruturais no campo visual ao longo do tempo, enquanto que movimento é tomado como uma alteração de localizações no espaço ao longo do tempo (Rensink, 2002). A maneira como a tarefa espacial foi delineada (apresentação de itens dispersos espacial e temporalmente) eliciou a formação de um movimento. Sendo assim, é possível que a operação subjacente à tarefa espacial seja diferente da tarefa visual porque a detecção do movimento é um processo primário em termos de ativação cerebral e detecção de mudança em uma estrutura visual envolve um processo cognitivo mais sofisticado de comparação de características visuais (Rensink, 2002). Em segundo lugar, é preciso destacar que a interação entre espaço e ordem pode refletir um mecanismo inerente da tarefa de detecção da mudança. Evidências mostram que a resposta a este tipo de tarefa ocorre em consequência à ativação de regiões cerebrais responsáveis pela alocação da atenção para o estímulo no campo visual (Beck, Muggleton, Walsh & Lavie, 2006).

A diferença verificada entre a memória espacial e a memória visual também pode ter sido ocasionada pelas discrepâncias na capacidade de registro destas informações. Estudos

prévios sugeriram que a capacidade de armazenar localizações espaciais é maior que a capacidade de armazenar objetos. Darling et al. (2009) testaram a memória de quatro localizações em comparação à memória de três itens visuais. De modo semelhante, Depoorter e Vandierendonck (2008) compararam a apresentação sequencial de quatro localizações e três objetos visuais. Os pesquisadores De Lillo e Lesk (2010) chegaram a testar a memória para doze posições espaciais apresentadas simultaneamente e, mesmo assim, obtiveram desempenho acima do acaso.

Frente às considerações, argumenta-se que uma tarefa experimental na qual a memória serial é avaliada pelo reconhecimento da ordem de apenas dois itens poderia ser um procedimento que minimizaria os efeitos de interferência, e, ao mesmo tempo, seria útil na testagem direta da ordem serial (julgamento de recência entre dois itens) (Avons, Ward & Melling, 2004). Parâmetros quanto à capacidade visual e espacial também devem ser estabelecidos. Portanto, para estudar melhor estes fatores, é preciso que o intervalo de retenção, a quantidade de itens memorizados e a quantidade de itens na sequência teste sejam controlados, levando em consideração fatores como recitação da informação, capacidade de armazenamento e mecanismos de interferência.

5.6 Aplicação dos conhecimentos obtidos no estudo

Os resultados obtidos neste estudo podem ter implicações em outras áreas do conhecimento, além da pesquisa básica. Por exemplo, uma vez identificado que o processamento da ordem serial é separado, porém interligado à habilidade espacial (Battelli et al., 2007), principalmente motora, estudos podem ser desenvolvidos sobre programas de reabilitação com pacientes que têm comprometida a realização de movimentos corporais em virtude de lesões cerebrais específicas. Estes estudos fundamentarão técnicas que incluam a ativação de redes neurais correspondentes à memória para ordem e interligadas à área lesionada. Sendo assim, a memória para ordem serial pode ser um tópico a ser considerado nos casos de plasticidade neuronal em pacientes neurológicos.

Os resultados mostraram, também, que é admissível a existência de um mecanismo de controle de informações relevantes e irrelevantes que tenha favorecido a eliminação da ordem como uma informação irrelevante em algumas condições, mesmo que ela tenha sido codificada incidentalmente (no caso especial da memória serial para localizações espaciais). Uma vez que o processamento da ordem serial depende de funções cognitivas superiores, a carga cognitiva deve ser considerada nas avaliações de memória para sequências nos diversos contextos, como aprendizagem e testes psicológicos. Estudos sobre funções cognitivas e

psicopatologias demonstraram que pacientes com esquizofrenia têm dificuldades em processar sequências de localizações porque eles apresentam um prejuízo nas funções executivas, mais precisamente no controle de tarefas complexas (Fraser, Park, Clark, Yohanna & Houk, 2004). Sendo assim, ao invés de exigir a recordação da sequência como um todo, diminuir a demanda da tarefa solicitando a recuperação de poucos itens por vez pode beneficiar o desempenho (Elvevag et al., 2002). A ampliação de estratégias cognitivas pode ser um método empregado nos programas de atendimento neuropsicológico com estes pacientes e no aperfeiçoamento de testes psicológicos.

A aceitação da hipótese de que a ordem dos eventos visuais e espaciais é codificada de maneira incidental – sem esforço, leva-nos a crer que esta função tem importantes repercussões no controle do comportamento. Uma destas influências situa-se na possibilidade de guiar o comportamento conforme uma sequência organizada de eventos que foi codificada na memória de trabalho e transferida para a memória de longo prazo.

Em termos mais claros, o conteúdo da memória seria usado para guiar a atenção para eventos do meio que seguem uma ordem serial específica, previamente codificada na forma de episódios. Estas considerações foram abordadas por estudiosos do processo cognitivo de geração de pensamentos sobre o futuro, que partem do pressuposto que armazenar e recuperar sequências são funções necessárias para fazer previsões, reconhecer padrões relacionados ao tempo e gerar comportamentos (Hawkins, George & Niemasik, 2009).

Uma implicação direta deste modelo associativo é a construção de um repertório de previsões sobre o que é esperado no contexto, que estabelecerá condições para guiar determinadas respostas ao ambiente. Isto quer dizer que as respostas ao ambiente não devem ser tomadas em absoluto, mas, sim, que têm relação com um estado gerado pela associação de eventos registrados na memória. Estas questões têm sido demonstradas no contexto clínico, especialmente com pacientes diagnosticados com depressão maior, que demonstram um padrão de ativação de regiões cerebrais relacionadas ao processo de memória associativa hipotativo, o que poderia explicar, em partes a dificuldade verificada nestes pacientes em gerar pensamentos relacionados ao futuro (Bar, 2009).

6. CONCLUSÃO

As evidências obtidas neste estudo mostram que a ordem serial foi codificada incidentalmente (sem intenção) na memória visuoespacial. A variação do efeito de ordem conforme o tipo de dimensão memorizada sugere que o registro da ordem está mais relacionado ao registro da informação espacial do que do registro visual. A interação entre ordem e espaço provavelmente corresponde à representação integrada espaço-temporal e sugere a ocorrência de uma arquitetura funcional da memória de trabalho baseada na organização do conteúdo.

A organização do conteúdo depende da ativação de uma estrutura previamente armazenada na memória de longo prazo e, talvez, da mobilização de recursos gerais da atenção. Supõe-se que para realizar esta operação, seja necessário que um sistema específico (*buffer* episódico) promova a interface entre os dois sistemas de memória, que usará ou não os recursos da atenção conforme a demanda da tarefa. A presença do efeito de ordem na memória visual reitera a necessidade de revisão do modelo de memória de trabalho visual, no sentido de atribuir a função de integração de informações de diferentes dimensões a um sistema externo ao registro da aparência visual dos objetos.

O estudo da memória para a ordem dos eventos em uma sequência pode ser benéfico não somente para o alcance de avanços na compreensão dos modelos teóricos sobre a memória de trabalho, mas também para o refinamento dos conhecimentos sobre as ferramentas diagnósticas para caracterização de déficits de aprendizagem e lesões neurológicas relacionados com o processamento de sequências de informações. Outro benefício refere-se às discussões sobre a relação entre os processos de memória e organização do comportamento em contextos clínicos.

REFERÊNCIAS

- Amiez, C., & Petrides, M. (2007). Selective involvement of the mid-dorsolateral prefrontal cortex in the coding of the serial order of visual stimuli in working memory. *Proceedings of the National Academy of Sciences of the United States of America*, 104(34), 13786-13791.
- Avons, S. E. (1998). Serial report and item recognition of novel visual patterns. *British Journal of Psychology*, 89, 285-308.
- Avons, S. E., Ward, G., & Melling, L. (2004). Item and order memory for novel visual patterns assessed by two-choice recognition. *The Quarterly Journal of Experimental Psychology Section A*, 57(5), 865-891.
- Baddeley, A. D. (1988). But what the hell is it for? In M. M. Gruneberg, P. E. Morris, & R. N. Sykes (Eds.), *Practical aspects of memory: Current research and issues*. Vol. 1: Memory in everyday life (pp. 3–18) Chichester: John Wiley.
- Baddeley, A. D. (2000). The episodic buffer: a new component of working memory? *Trends in Cognitive Sciences*, 4(11), 417-423.
- Baddeley, A. D. (2007). *Working memory, thought, and action*. New York: Oxford University.
- Baddeley, A. D. (2009). Foreword: What's it For? Why Ask? *Applied Cognitive Psychology*, 1049, 1045-1049.
- Baddeley, A. D. (2010). Working memory. *Current Biology*, 20(4), R136-R140.
- Baddeley, A. D., & Hitch, G. J. (1974). Working memory. In: G. A. Bower (ed.). *Recent Advances in Learning and Motivation*. V. 8. pp. 47-89. New York: Academic Press.
- Baddeley, A. D., & Lieberman, K. (1980). Spatial working memory. In R.S. Nickerson (Ed.). *Attention and Performance*. (v.8 , pp. 521- 539). Hillsdale, NJ: Lawrence Erlbaum Associates, Inc.
- Bahlmann, J., Schubotz, R. I., Mueller, J. L., Koester, D., & Friederici, A. D. (2009). Neural circuits of hierarchical visuo-spatial sequence processing. *Brain Research*, 1298(28), 161-170.
- Bar, M. (2009). The proactive brain: memory for predictions. *Philosophical Transactions of The Royal Society-Biological Sciences*. 364, 1235-1243.
- Battelli, L., Pascual-Leone, A., & Cavanagh, P. (2007). The 'when' pathway of the right parietal lobe. *Trends in Cognitive Sciences*, 11(5), 204-210.
- Battelli, L., Walsh, V., & Pascual-Leone, A. (2008). The 'when' parietal pathway explored by lesion studies. *Current Opinion in Neurobiology*, 120-126.

- Beck, D. M., Muggleton, N., Walsh, V., & Lavie, N. (2006). Right Parietal Cortex Plays a Critical Role in Change Blindness. *Cerebral Cortex*, 16, 712-717.
- Boduroglu, A., & Shah, P. (2009). Effects of spatial configurations on visual change detection: An account of bias changes. *Memory & Cognition*, 37(8), 1120-1131.
- Botvinick, M., & Watanabe, T. (2007). From Numerosity to Ordinal Rank: A Gain-Field Model of Serial Order Representation in Cortical Working Memory. *The Journal of Neuroscience*, 27(32), 8636–8642.
- Carpenter, A. F., Georgopoulos, A. P., & Pellizzer, G. (1999). Motor cortical encoding of serial order in a context-recall task. *Science*, 283, 1752-1757.
- Cellard, C., Tremblay, S., & Lehoux, C. (2007). Processing spatial–temporal information in recent-onset schizophrenia: The study of short-term memory and its susceptibility to distraction. *Brain and Cognition*, 64, 201-207.
- Corder, A. P. U., & Galera, C. (2009). A integração da informação visual e espacial na memória de trabalho: processo automático ou controlado? *Monografia de Curso de Graduação em Psicologia*, FFCLRP-USP.
- Darling, S., Della Sala, S., & Logie, R. H. (2007). Behavioural evidence for separating components within visuo-spatial working memory. *Cognitive Process*, 8, 175-181.
- Darling, S., Della Sala, S., & Logie, R. H. (2009). Dissociation between appearance and location within visuo-spatial working memory. *The Quarterly Journal of Experimental Psychology Section A*, 62(3), 417-425.
- De Lillo, C., & Lesk, V. E. (2010). Spatial clustering and hierarchical coding in immediate serial recall. *European Journal of Cognitive Psychology*, 22(2), 216-246.
- Della Sala, S., Gray, C., Baddeley, A. D., Allamano, N., & Wilson, L. (1999). Pattern span: a tool for unwinding visuo-spatial memory. *Neuropsychologia*, 37, 1189-1199.
- Depoorter, A., & Vandierendonck, A. (2008). Evidence for modality-independent order coding in working memory. *The Quarterly Journal of Experimental Psychology Section A*, 62(3), 531-549.
- Elvevag, B., Fisher, J., & Goldberg, T. E. (2002). Probed recall for serial order deficits in short-term memory in schizophrenic patients. *Schizophrenia Research*, 59, 127-135.
- Fraser, D., Park, S., Clark, G. Yohannad, D., & Houk, J. C. (2004). Spatial serial order processing in schizophrenia. *Schizophrenia Research*, 70, 203-213.
- Guérard, K., Neath, I., Surprenant, A. M., & Tremblay, S. (2010). Distinctiveness in serial memory for spatial information. *Memory & Cognition*, 38(1), 83-91.
- Hawkins, J. George, D., & Niemasik, J. (2009). Sequence memory for prediction, inference and behavior. *Philosophical Transactions of The Royal Society-Biological Sciences*. 364, 1203-1209.

- Hirose, Y., Kennedy, A., & Tatler, B. W. (2010). Perception and memory across viewpoint changes in moving images. *Journal of Vision*, 10(4)2, 1-19.
- Hollingworth, A., Williams, C. C., & Henderson, J. M. (2001). To see and remember: Visually specific information is retained in memory from previously attended objects in natural scenes. *Psychonomic Bulletin & Review*, 8(4), 761-768.
- Jalbert, A., Saint-Aubin, J., & Tremblay, S. (2008). Visual similarity in short-term recall for where and when. *The Quarterly Journal of Experimental Psychology Section A*, 61(3), 353-360.
- Jiang, Y., Olson, I. R., & Chun, M. M. (2000). Organization of Visual Short-Term Memory. *Journal of Experimental Psychology: Learning, Memory, and Cognition*, 26(3), 683-702.
- Kerr, J. R., Avons, S. E., & Ward, G. (1998). Effect of retention interval on serial position curves for item recognition of visual patterns and faces. *Journal of Experimental Psychology-Learning Memory and Cognition*, 25(6), 1475-1494.
- Klauer, K. C., & Stegmaier, R. (1997). Interference in Immediate Spatial Memory: Shifts of Spatial Attention or Central-executive Involvement? *The Quarterly Journal of Experimental Psychology Section A*, 50(1), 79-99.
- Klauer, K. C., & Zhao, Z. (2004). Double Dissociations in Visual and Spatial Short-Term Memory. *Journal of Experimental Psychology: General*, 133(3), 355-381.
- Kyllingsbæk, S., & Bundesen, C. (2009). Changing Change Detection: Improving the Reliability of Measures of Visual Short-Term Memory Capacity. *Psychonomic Bulletin & Review*, 16(6), 1000-1010.
- Lecerf, T., & Ribaupierre, A. (2005). Recognition in a visuospatial memory task: The effect of presentation. *European Journal of Cognitive Psychology*, 17(1), 47-75.
- Lewandowsky, S., & Farrell, S. (2008). Short-Term Memory: New Data and a Model. *Psychology of Learning and Motivation*, 49, 1-48.
- Logie, R. H. (1995). *Visuo-spatial Working Memory*. Hove: UK, Lawrence Erlbaum Associates.
- Logie, R. H. (2003). Spatial and visual working memory: a mental workspace. In: *The Psychology of Learning and Motivation*, v. 42. USA: Elsevier Science.
- Logie, R. H., & Marchetti, C. (1991). Visuo-spatial working memory: visual, spatial or central executive? In: Logie, R. H. & Denis, M. (eds.) *Mental Images in Human Cognition*. -: Elsevier Science Publishers.
- Logie, R. H., & Pearson, D. G. (1997). The Inner Eye and the Inner Scribe of Visuo-spatial Working Memory: Evidence from Developmental Fractionation. *European Journal of Cognitive Psychology*, 9(3), 241-257.

- Logie, R. H., & Van der Meulen, M. (2009). Fragmenting and integrating visuospatial working memory. In: Brockmole, J. R. (ed.). *The Visual World in Memory*. Psychology Press.
- Logie, R. H., Della Sala, S., Wynn, V., & Baddeley, A. D. (2000). Visual similarity effects in immediate verbal serial recall. *The Quarterly Journal of Experimental Psychology Section A*, 53A, 626–646.
- Makovski, T., Shim, W. M., & Jiang, Y. V. (2006). Interference from filled delays on visual change detection. *Journal of Vision*, 6, 1459-1470.
- Mammarella, I. C., & Cornoldi, C. (2005). Sequence and space: The critical role of a backward spatial span in the working memory deficit of visuospatial learning disabled children. *Cognitive Neuropsychology*, 22(8), 1055-1068.
- Mammarella, I. C., Cornoldi, C., Pazzaglia, F., Toso, C., Grimildi, M., & Vio, C. (2006). Evidence for a double dissociation between spatial-simultaneous and spatial sequential working memory in visuospatial (nonverbal) learning disabled children. *Brain and Cognition*, 62, 58-67.
- Mammarella, I. C., Pazzaglia, F., & Cornoldi, C. (2008). Evidence for different components in children's visuospatial working memory. *British Journal of Developmental Psychology*, 26, 337-355.
- Marshuetz, C., & Smith, E. E. (2006). Working memory for order information: multiple cognitive and neural mechanisms. *Neuroscience*, 139, 195–200.
- Marshuetz, C., Reuter-Lorenz, P. A., Smith, E. E., Jonides, J., & Noll, D. C. (2006). Working memory for order and the parietal cortex: an event-related functional magnetic resonance imaging study. *Neuroscience*, 139, 311-316.
- McAfoose, J., & Baune, B. T. (2009). Exploring Visual–Spatial Working Memory: A Critical Review of Concepts and Models. *Neuropsychology Review*, 19, 130-142.
- Ninokura, Y., Mushiake, H., & Tanji, J. (2004). Integration of temporal order and object information in the monkey lateral prefrontal cortex. *Journal of Neurophysiology*, 91(1), 555-560.
- Norman, D. A., & Shallice, T. (2000). Attention to Action: Willed and Automatic Control of Behavior. In: Michael S. Gazzaniga. *Cognitive Neuroscience: A Reader*. London: Blackwell Publishing.
- Oberauer, K., & Lewandowsky, S. (2008). Forgetting in immediate serial recall: Decay, temporal distinctiveness, or interference? *Psychological Review*, 115(3), 544-576.
- Parmentier, F. B. R., Andrés, P., Elford, G., & Jones, D. M. (2006). Organization of visuo-spatial serial memory: interaction of temporal order with spatial and temporal grouping. *Psychological Research*, 70, 200-217.
- Pearson, D. G. (2001). Imagery and visuo-spatial sketchpad. In: Andrade, J. *Working memory in perspective*. pp. 33-59, Hove, Sussex: Psychology Press.

- Phillips, W. A., & Christie, D. F. M. (1977a). Components of visual memory. *The Quarterly Journal of Experimental Psychology*, 29(1), 117-133.
- Pickering, S. J., Gathercole, S. E., Hall, M., & Lloyd, S. A. (2001). Development of memory for pattern and path: Further evidence for the fractionation of visuo-spatial memory. *The Quarterly Journal of Experimental Psychology Section A*, 54(2), 397-420.
- Postle, B. R. (2006). Working memory as an emergent property of the mind and brain. *Neuroscience*, 139, 23-38.
- Postle, B. R., Idzikowski, C., Della Sala, S., Logie, R. H., & Baddeley, A. D. (2006). The selective disruption of spatial working memory by eye movements. *The Quarterly Journal of Experimental Psychology Section A*, 59(1), 100-120.
- Price, A., & Shin, J. (2009). The impact of Parkinson's disease on sequence learning: Perceptual pattern learning and executive function. *Brain and Cognition*, 69, 252-261.
- Quinn, J. G. (2008). Movement and visual coding: the structure of visuo-spatial working memory. *Cognitive Process*, 9, 35-43.
- Ramachandran, V. S., & Anstis, S. M. (1986). The perception of apparent motion. *Scientific American*. 254(6), 102-109.
- Rensink, R. A. (2002). Change Detection. *Annual Review Psychology*, 53, 245-277.
- Repovs, G., & Baddeley, A. D. (2006). The multi-component model of working memory: explorations in experimental cognitive psychology. *Neuroscience*, 139, 5-21.
- Richard, A. M., & Hollingworth, A. (2008). Strategic control of visual short-term memory during scene viewing. *Journal of Vision*, 8(6), 204.
- Rossi-Arnaud, C., Pieroni, L., & Baddeley, A. D. (2006). Symmetry and Binding in visuo-spatial working memory. *Neuroscience*, 139, 393-400.
- Rudkin, S. J., Pearson, D. G., & Logie, R. H. (2007). Executive processes in visual and spatial working memory tasks. *The Quarterly Journal of Experimental Psychology Section A*, 60(1), 79-100.
- Schneider, W., Eschman, A., & Zuccolotto, A. (2002). *E-Prime reference Guide*. Pittsburgh: Psychology Software Tools Inc.
- Smyrnis, N., D'Avossa, G., Theleritis, C., Mantas, A., Ozcan, A., & Evdokimidis, I. (2005). Parallel Processing of Spatial and Serial Order Information Before Moving to a Remembered Target. *Journal of Neurophysiology*. 93, 3703-3708.
- Smyth, M. M., & Scholey, K. A. (1996). Serial Order in Spatial Immediate Memory. *The Quarterly Journal of Experimental Psychology Section A*, 49(1), 159-177.
- Smyth, M. M., Hay, D. C., Hitch, G. J., & Horton, N. J. (2005). Serial position memory in the visual-spatial domain: Reconstructing sequences of unfamiliar faces. *The Quarterly Journal of Experimental Psychology Section A*, 58(5), 909-930.

- Soto, D., & Humphreys, G. W. (2009). Automatic selection of irrelevant object features through working memory: Evidence for top-down attentional capture. *Experimental Psychology*, 56, 165-172. *Experimental Psychology*, 56(3):165–172
- Treisman, A., & Zhang, W. (2006). Location and Binding in Visual Working Memory. *Memory & Cognition*, 34(8), 1704–1719.
- Ungerleider, L. G., & Haxby, J. V. (1994). ‘What’ and ‘where’ in the human brain. *Current Opinion in Neurobiology*, 4, 157-165.
- Van der Meulen, M. (2008). Exploring the interaction between working memory and long-term memory. *Tese de Doutorado em Filosofia*, Universidade de Edinburgh.
- Wenke, D., Gaschler, R., Nattkemper, D., & Frensch, P. A. (2009). Strategic influences on implementing instructions for future actions. *Psychological Research*, 73, 587-601.
- Wheeler, M. E., & Treisman, A. M. (2002). Binding in Short-Term Visual Memory. *Journal of Experimental Psychology: General*, 131(1), 48-64.
- Zimmer, H. D., & Lehnert, G. (2006). The spatial mismatch effect is based on global configuration and not on perceptual records within the visual cache. *Psychological Research – Psychologische Forschung*. 70(1), 1-12.
- Zimmer, H. D., Speiser, H. R., & Seidler, B. (2003). Spatio-temporal working-memory and short-term object-location tasks use different memory mechanisms. *Acta Psychologica*, 114(1), 41-65.

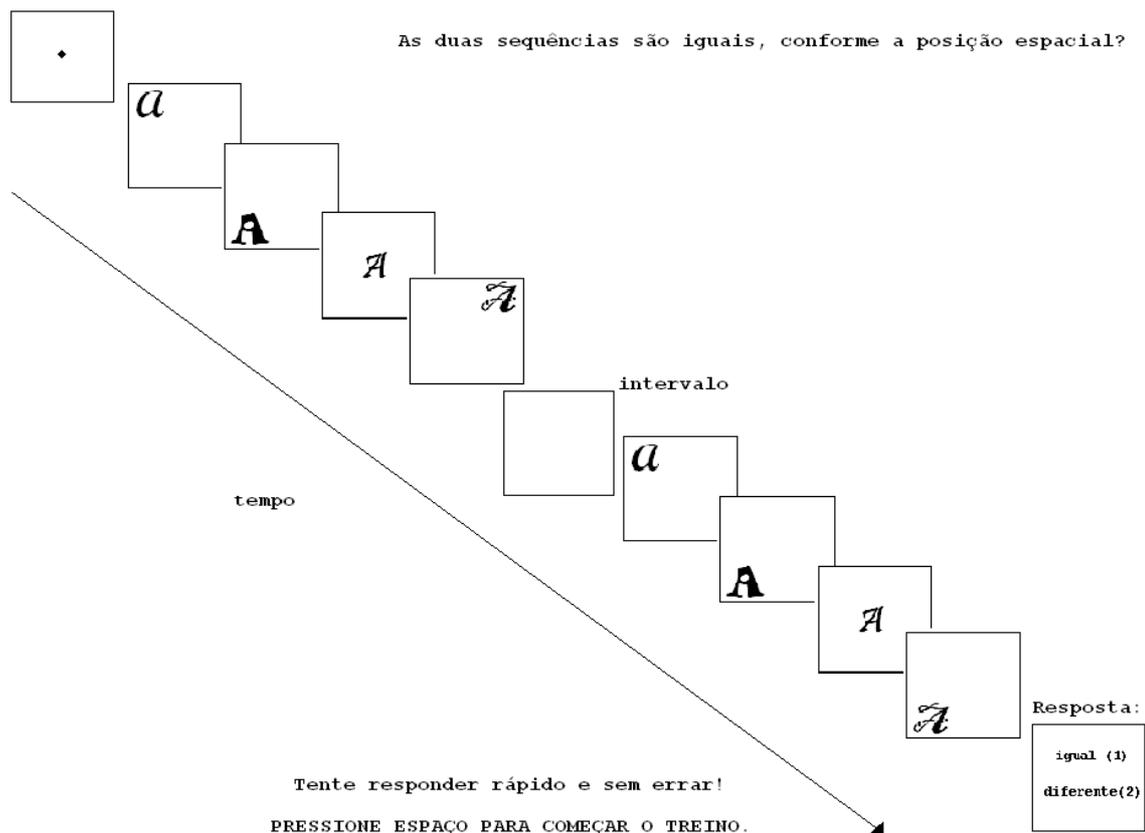
ANEXOS

Anexo A. Instruções da tarefa e Esquema das Provas

1. Instruções fornecidas aos participantes no começo da sessão experimental

“Neste estudo estamos interessados em conhecer algumas características da memória visuoespacial. Somos gratos por sua participação. Duas seqüências de letras serão apresentadas, com um pequeno intervalo separando uma da outra. Sua tarefa será julgar se as letras dessas seqüências foram apresentadas ou não com a mesma aparência visual (forma visual)^{*1}. Se as duas seqüências forem iguais de acordo com a aparência visual (forma visual)^{*1} pressione a tecla 1 do teclado numérico. Se as duas seqüências forem diferentes de acordo com a aparência visual (forma visual)^{*1}, pressione a tecla 2. Se a sua resposta estiver correta, um quadrado azul aparecerá na tela e se estiver errada, um quadrado vermelho aparecerá na tela. Tente responder o mais rápido possível, sem cometer erros. Você deve memorizar a aparência visual (forma visual)^{*1} das letras. A ordem na qual são apresentadas não é relevante. As quatro primeiras provas serão consideradas como treino.”

2. Esquema apresentado aos participantes durante as instruções das provas^{*2}



*1- As instruções foram apresentadas aqui num único texto para evitar redundância de informações, entretanto, para a tarefa espacial, ao invés de “aparência visual (forma visual)”, os participantes liam “posição espacial”. Para a tarefa de conjunção visuoespacial, os participantes liam “a forma visual e a posição espacial”.

*2- O esquema apresentado aqui é referente à tarefa espacial, entretanto, para a tarefa visual, ao invés de “posição espacial”, os participantes liam “aparência visual”. Para a tarefa de conjunção visuoespacial, os participantes liam “aparência visual e posição espacial”.

Anexo B. Estratégias relatadas pelos participantes para execução das provas

TAREFA ESPACIAL

Estratégias para realização da tarefa espacial	Estratégias utilizadas pelos participantes do experimento para realização da tarefa espacial (N=20)			
	trajetória	config. geral	config. entre estímulos	config.com referência
- Trajectoria: formar uma trajetória entre as localizações.				
- Configuração geral: separar a tela em quadrantes, que foram referência para armazenamento.	12 ^A	2 ^D		
- Configuração entre estímulos: estabelecer uma distância relativa entre as localizações.	2 ^B		2 ^E	
- Configuração com referência: estabelecer uma distância relativa entre as localizações e um ponto de referência.	2 ^C			
<i>Participantes: ^A=31, 02, 08, 15, 30, 45,49,50, 54,58, 22,23. ^B=29,24. ^C=51,37. ^D= 20, 11. ^E=32, 44</i>				

TAREFA VISUAL

Estratégias para realização da tarefa visual	Estratégias utilizadas pelos participantes para realização da tarefa visual (N=20)	
	similaridade visual	recodificação verbal
- Similaridade visual: comparar os estímulos segundo detalhes visuais.		
- Recodificação verbal: nomear os estímulos conforme semelhança com uma forma previamente aprendida.		
	similaridade visual	
	recodificação verbal	06 ^A
		14 ^B
<i>Participantes: ^A=03, 26, 04, 07, 16, 18. ^B=09,12,34, 19, 27, 35, 36, 38, 39, 42, 48, 60,41,53.</i>		

TAREFA VISUOESPACIAL

Estratégias para realização da tarefa visuoespacial	Estratégias utilizadas pelos participantes para realização da tarefa visual (N=20)					
	trajetória	config. geral	config. estímulos	config. referência	simil. visual	recod. verbal
- Trajectoria: formar uma trajetória entre as localizações.						
- Configuração geral: separar a tela em quadrantes, que foram referência para armazenamento.	07 ^A				04 ^C	05 ^E
- Configuração entre estímulos: estabelecer uma distância relativa entre as localizações.			01 ^B		01 ^D	
- Configuração com referência: estabelecer uma distância relativa entre as localizações e um ponto de referência.						02 ^F
- Similaridade visual: comparar os estímulos segundo detalhes visuais.						
- Recodificação verbal: nomear os estímulos conforme semelhança com						
<i>Participantes: ^A=01, 10, 13, 14, 17, 21, 59. ^B=47. ^C=46,06,25,43. ^D=28, ^E=05,55, 52, 56, 57. ^F=33,40</i>						

Anexo C. Termo de Consentimento Livre e Esclarecido

TERMO DE CONSENTIMENTO LIVRE E ESCLARECIDO

Título do estudo: A memória de trabalho para o reconhecimento da ordem serial visuo-espacial

Pesquisadora: Jeanny Joana Rodrigues Alves de Santana, jeanny.santana@terra.com.br, (16)3602-4393. Rua Curupaiti, 206, apto 03, Bairro Monte Alegre, Ribeirão Preto-SP, CEP 14051-100.

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

- 1) Eu, pesquisadora, estou lhe convidando a participar deste estudo sobre memória de trabalho, cujo objetivo é investigar o armazenamento de sequências de informações visuais e de posições espaciais. O estudo não lhe fornecerá nenhum benefício direto, mas os dados obtidos podem ser úteis para contribuir com o conhecimento que esta pesquisa procura esclarecer.
- 2) O procedimento será sentar-se em frente à tela de um monitor e realizar uma tarefa de reconhecimento de estímulos visuais e de posições espaciais que serão apresentados na tela. Caso você concorde em participar, sua tarefa será julgar em cada prova se a sequência-teste (visual e espacial) é idêntica à sequência apresentada previamente. Sua resposta será dada no teclado do computador e as respostas corretas e erradas, bem como o tempo gasto em cada prova, serão registrados para análise.
- 3) O estudo não oferece quaisquer riscos a sua saúde física ou mental.
- 4) Informamos que sua privacidade será respeitada, ou seja, seu nome ou qualquer outro dado ou elemento que possa, de qualquer forma, lhe identificar, será mantido em sigilo.
- 5) Você também pode se recusar a participar do estudo, ou retirar seu consentimento a qualquer momento, sem precisar justificar.
- 6) Caso você concorde em participar, manifeste seu livre consentimento assinando este termo.

Nome: _____
 Assinatura: _____ Data: ___/___/___
 Endereço: _____

Confirmando ter explicado a natureza e objetivos desse estudo ao voluntário acima

Nome do Pesquisador: _____
 Assinatura: _____

Anexo D. Protocolo de aprovação do projeto no Comitê de Ética

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

Of.CEtP/FFCLRP-USP. 035/2009-13/05/2009

Senhor(a) Pesquisador(a):

Comunicamos a V. Sa. que o trabalho intitulado "A MEMÓRIA DO TRABALHO PARA O RECONHECIMENTO DE ORDEM SERIAL-VISUO ESPACIAL", foi analisado pelo Comitê de Ética em Pesquisa da FFCLRP-USP, e, enquadrado na categoria: **APROVADO**, de acordo com o Processo CEP-FFCLRP nº 434/2009 – 2009.1.447.59.5.

Atenciosamente,


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

Ilustríssimo(a) Senhor(a)
JEANNY JOANA RODRIGUES ALVES DE SANTANA
Aluna do Programa de Pós-Graduação em Psicobiologia
Desta FFCLRP-USP

Ilustríssimo(a) Senhor(a)
Prof. Dr. **CÉSAR ALEXIS GALERA**
Docente do Departamento de Psicologia e Educação
Desta FFCLRP-USP

Livros Grátis

(<http://www.livrosgratis.com.br>)

Milhares de Livros para Download:

[Baixar livros de Administração](#)

[Baixar livros de Agronomia](#)

[Baixar livros de Arquitetura](#)

[Baixar livros de Artes](#)

[Baixar livros de Astronomia](#)

[Baixar livros de Biologia Geral](#)

[Baixar livros de Ciência da Computação](#)

[Baixar livros de Ciência da Informação](#)

[Baixar livros de Ciência Política](#)

[Baixar livros de Ciências da Saúde](#)

[Baixar livros de Comunicação](#)

[Baixar livros do Conselho Nacional de Educação - CNE](#)

[Baixar livros de Defesa civil](#)

[Baixar livros de Direito](#)

[Baixar livros de Direitos humanos](#)

[Baixar livros de Economia](#)

[Baixar livros de Economia Doméstica](#)

[Baixar livros de Educação](#)

[Baixar livros de Educação - Trânsito](#)

[Baixar livros de Educação Física](#)

[Baixar livros de Engenharia Aeroespacial](#)

[Baixar livros de Farmácia](#)

[Baixar livros de Filosofia](#)

[Baixar livros de Física](#)

[Baixar livros de Geociências](#)

[Baixar livros de Geografia](#)

[Baixar livros de História](#)

[Baixar livros de Línguas](#)

[Baixar livros de Literatura](#)
[Baixar livros de Literatura de Cordel](#)
[Baixar livros de Literatura Infantil](#)
[Baixar livros de Matemática](#)
[Baixar livros de Medicina](#)
[Baixar livros de Medicina Veterinária](#)
[Baixar livros de Meio Ambiente](#)
[Baixar livros de Meteorologia](#)
[Baixar Monografias e TCC](#)
[Baixar livros Multidisciplinar](#)
[Baixar livros de Música](#)
[Baixar livros de Psicologia](#)
[Baixar livros de Química](#)
[Baixar livros de Saúde Coletiva](#)
[Baixar livros de Serviço Social](#)
[Baixar livros de Sociologia](#)
[Baixar livros de Teologia](#)
[Baixar livros de Trabalho](#)
[Baixar livros de Turismo](#)