

# A dinâmica temporal da atenção na memória de trabalho visual

Tamires Zar<sup>1</sup>

Cesar Alexis Galera<sup>1</sup>

<sup>1</sup>Universidade de São Paulo, SP, Brasil

## Resumo

A orientação da atenção, por meio de uma dica retroativa endógena, para locais de uma cena memorizada, favorece positivamente o processamento de forma equivalente ao favorecimento associado à dica endógena nas tarefas perceptivas. Na percepção dicas endógenas e exógenas têm dinâmicas temporais diferentes. Nós investigamos a eficácia e a dinâmica temporal da recuperação da informação armazenada na memória de trabalho visual utilizando dicas retroativas endógenas e exógenas. Nossos resultados mostram que as dicas retroativas endógena e exógena proporcionam um ganho equivalente na acurácia ( $d'$ ) e no tempo de resposta, e que este ganho aumenta com a assincronia entre dica e estímulo teste. Nossos dados mostram que o ganho no desempenho está ligado tanto à validade da dica, como ao intervalo dica-estímulo, mas não aos diferentes tipos de dica, pelo menos nos intervalos investigados.

**Palavras-chave:** Memória de trabalho; Atenção visual; Reconhecimento.

## The temporal dynamics of attention in visual working memory

### Abstract

Orienting attention to a memorized scene using an endogenous cue positively favors processing, in a manner similar to endogenous cueing in perceptual tasks. In perception, endogenous and exogenous cues have different temporal dynamics. We investigated the efficacy and temporal dynamics of retrieval of information held in working memory using two types of retro-cue (endogenous and exogenous), presented in different intervals before the probed stimulus. Our results show that both cue types provide an equivalent benefit in accuracy and response time, which increases at longer cue-target-asynchrony. Our data indicate that performance is linked with cue validity and also with cue-target-asynchrony, but it is not linked with cue type, at least at the investigated intervals.

**Keywords:** Working memory; Visual attention; Recognition.

## La dinámica temporal de la atención en la memoria de trabajo visual

### Resumen

La orientación de la atención, por medio de una pista retroactiva endógena, para lugares de una escena memorizada, favorece positivamente el procesamiento de forma equivalente al favorecimiento asociado a la pista endógena en las tareas perceptivas. En la percepción pistas endógenas y exógenas tienen dinámicas temporales diferentes. Hemos investigamos la eficacia y la dinámica temporal de la recuperación de la información almacenada en la memoria de trabajo utilizando pistas retroactivas endógenas y exógenas, presentadas a diferentes intervalos antes del estímulo test. Nuestros resultados muestran que las pistas retroactivas endógenas y exógenas proporcionan un beneficio equivalente en exactitud ( $d'$ ) y tiempo de respuesta, y que este beneficio aumenta con la asincronía entre pista y estímulo test. El rendimiento parece estar vinculado tanto a la validez de la pista, como al intervalo de estímulo, pero no a los diferentes tipos de pista, al menos en los intervalos investigados.

**Palabras clave:** Memoria de trabajo; Atención visual; Reconocimiento.

## Introdução

A memória de trabalho é o sistema cognitivo que nos permite relacionar, em tempo real, as informações disponíveis no ambiente com aquelas armazenadas na memória de longo prazo e tomar decisões otimizadas em função de nossos objetivos. O sucesso de nossa interação com o ambiente depende da eficácia com que selecionamos as informações mais relevantes, tanto no ambiente como em nosso sistema de memória, e da eficácia com que as processamos. No modelo de memória de trabalho proposto por Baddeley e colaboradores (Baddeley, 2010, 2012; Baddeley & Hitch, 1974) a função atenta de selecionar, da memória de curto ou de longo prazo, informações e estratégias de processamento mais relevantes para as tarefas em andamento cabe ao executivo central (Baddeley & Logie, 1999).

O papel da atenção na codificação (Sperling, 1960) e na manutenção da informação na memória de curto prazo é bem estabelecido há décadas (Carrasco, 2011; Ricker, Vergauwe, & Cowan, 2016). Nas tarefas de memória visual, considera-se que a atenção está envolvida tanto na recitação – em tarefas que exigem a codificação e manutenção de movimentos para posições específicas do espaço (Quinn, 2012) – quanto para sequências de movimentos, como na tarefa de Blocos de Corsi (Klauer & Stegmaier, 1997; Smyth, 1996). De acordo com Awh e colaboradores (Awh & Jonides, 2001; Awh, Jonides, & Reuter-Lorenz, 1998), o processo de recitação da informação espacial memorizada a curto prazo é realizado através do deslocamento da atenção espacial para os locais memorizados. O envolvimento da atenção neste processo de recitação da informação visual tem sido demonstrado, por exemplo, em situações nas quais os participantes são impedidos de recitar a informação memorizada através de tarefas secundárias atencionais (Borst, Niven, & Logie, 2012; Hollingworth & Maxcey-Richard, 2013; Janczyk & Berryhill, 2014).

O envolvimento da atenção na recitação é evidenciado não só quando os participantes são impedidos de recitar os estímulos memorizados através de tarefas atencionais secundárias, mas também quando são incentivados a “pensar” sobre os itens memorizados. Souza, Rerko e Oberauer (2015) mostraram que itens de uma cena memorizada que recebem mais atenção, aqueles sobre os quais os participantes devem pensar, são recuperados com mais eficiência do que itens que recebem menos atenção. Estes autores utilizaram uma tarefa baseada no paradigma de dicas retroativas proposto por Griffin e Nobre (2003). Nesta tarefa, os participantes memorizaram um conjunto de estímulos coloridos e, durante o intervalo de retenção, quando

esses estímulos não estão mais disponíveis à percepção, são orientados, por uma dica retroativa espacial, a dirigir a atenção ao local em que foi apresentado um dos estímulos memorizados. Os resultados mostram que os participantes são mais precisos para identificar os estímulos que estavam presentes nos locais indicados, ou seja, os objetos mais recitados.

No paradigma de dicas retroativas (Griffin & Nobre, 2003), diferentemente do paradigma de Sperling (1960), o intervalo entre o display memorizado e a apresentação da dica retroativa é de cerca de 2500 milissegundos (ms), grande o suficiente para garantir que os estímulos memorizados não estejam mais disponíveis na memória icônica. À diferença do paradigma de dicas preditivas de Posner (1980), no qual o participante é informado sobre o local em que será apresentado o estímulo teste (dica preditiva), o paradigma de Nobre e colaboradores (Griffin & Nobre, 2003; Lepsien & Nobre, 2006) utiliza uma dica retroativa, ou seja, uma dica que informa o local em que o estímulo teste foi apresentado. De acordo com Lepsien e Nobre (2006) a orientação da atenção para um local da cena mantida na memória de trabalho, através da dica retroativa, favorece positivamente o processamento da informação relacionada àquele local, de forma equivalente ao favorecimento associado à dica preditiva nas tarefas perceptivas.

Os resultados comportamentais obtidos por Griffin e Nobre (2003) também mostraram que os participantes são mais rápidos e mais precisos nas provas com dicas válidas do que nas provas com dicas neutras, e tiveram o desempenho prejudicado nas provas com dicas inválidas. Este padrão de resultados foi o mesmo para dicas preditivas e retroativas, sugerindo que a orientação da atenção para uma representação da cena memorizada produziu praticamente resultados idênticos àqueles obtidos com a orientação da atenção para as posições no espaço percebido. Segundo Lepsien e Nobre (2006), quando a dica retroativa é apresentada, o participante recupera a informação da memória de trabalho ou da memória de longo prazo e a mantém em um estado ativo até que o estímulo teste seja apresentado e uma decisão possa ser tomada.

Estudos realizados por Nobre e colaboradores (Griffin & Nobre, 2003; Lepsien & Nobre, 2006) sobre o direcionamento da atenção através de dicas retroativas têm utilizado uma dica endógena, uma seta apresentada no centro da tela que aponta para um local a ser atendido. Este tipo de dicas exige um processamento voluntário e dependente de uma interpretação do participante para que possam guiar, de forma voluntária, a atenção para o local indicado. Nos estudos de orientação da atenção em tarefas de

percepção, a dica endógena é associada a um processo, *top-down*, que atinge sua eficácia máxima quando o intervalo ou a assincronia entre dica e estímulo-teste (ADE) é de aproximadamente 300 ms e se mantém estável por intervalos que chegam a 1000 ms (Wright & Ward, 1998). Já uma dica exógena, a apresentação de um ponto ou traço no local a ser atendido, por exemplo, por não exigir nenhuma interpretação além da informação fornecida pela percepção, permite uma mudança automática, *bottom-up*, do foco da atenção para o local indicado pela dica. A dica exógena tem uma dinâmica temporal mais eficiente do que as dicas endógenas, sua eficácia é máxima quando ADE é de aproximadamente 100 ms, diminuindo depois, em intervalos maiores (Hein, Rolke, & Ulrich, 2006; Liu, Stevens, & Carrasco, 2007).

Nos casos de dicas retroativas, poucos estudos têm investigado as diferenças no processamento de dicas endógenas e exógenas. As diferenças no processamento de dicas endógenas e exógenas, embora bem estabelecidas nos estudos perceptivos, ainda são incipientes nos estudos que envolvem a memória de trabalho. Em um dos poucos estudos do tema, Berryhill, Richmond, Shay, e Olson (2012) compararam três tipos de dicas retroativas, a saber: um dígito que indica a localização do estímulo de interesse (*top-down*); uma barra que aparecia na localização do estímulo de interesse (*bottom-up*); e uma seta no centro do display indicando a localização do estímulo de interesse, que estes autores consideraram como uma dica híbrida (*hybrid cue*). Os resultados obtidos descrevem não apenas um desempenho maior quando a dica é informativa, mas também um aumento na performance quando a dica era híbrida (seta). Isto sugere que os benefícios da dica retroativa podem ser ainda maiores quando são utilizadas dicas que recrutam recursos atencionais *top-down* e *bottom-up* simultaneamente. Para propósitos experimentais, em nosso estudo, assim como Griffin e Nobre (2003), trataremos a seta como dica endógena. Matsukura, Cosman, Roper, Vatterott, e Vecera (2014) também procuraram determinar as diferenças entre as vantagens proporcionadas pelas dicas endógenas e exógenas buscando equalizá-las e dando especial atenção às do segundo tipo. As dicas neutras exógenas foram arranjadas de forma a dividir a atenção do participante por todo o display e não exigir nenhuma interpretação. O estudo concluiu que, apesar das diferenças existentes entre os tipos de dica (nível de interpretação exigido, foco da atenção, entre outras), dicas endógenas e exógenas podem ser equiparadas em termos de desempenho. Além de mais uma vez atestar um desempenho superior nas provas com dicas informativas quando comparadas às neutras.

No presente estudo, investigamos o processo de recuperação da informação memorizada comparando o processamento da dica retroativa endógena com a exógena. Diferentemente das endógenas, os processos cognitivos envolvidos no processamento de dicas retroativas exógenas ainda não foram investigados em profundidade. Alguns poucos estudos têm investigado o processo de recuperação da informação baseado em dicas endógenas e exógenas (Berryhill et al., 2012; Matsukura et al., 2014) mas, até onde é de nosso conhecimento nenhum estudo comparou a dinâmica temporal da recuperação de informação visual de curto prazo utilizando ambos os tipos de dica. A comparação da eficácia do processo de recuperação baseado em dicas endógenas e exógenas pode, além de permitir conhecer melhor o processo de recuperação da informação memorizada, aprofundar as similaridades entre dicas retroativas e dicas preditivas.

## Método

### Participantes

Participaram do experimento 36 estudantes universitários, de ambos os sexos (16 homens) com idades entre 18 e 30 anos ( $M=23,97$ ,  $DP=2,79$ ), com acuidade visual normal ou corrigida. Todos os participantes assinaram o Termo de Consentimento Livre e Esclarecido aprovado previamente pelo Comitê de Ética responsável.

### Materiais e estímulos

Os estímulos foram oito formas geométricas (triângulo, quadrado, círculo, losango, estrela, flecha, arco e cruz) com aproximadamente 1 centímetro quadrado ( $\text{cm}^2$ ) de área, equidistantes 4 centímetros (cm) do ponto de fixação central, apresentados nos vértices de um quadrado imaginário. O ponto de fixação foi uma moldura quadrada com 1 cm de lado, com o contorno desenhado com 1 milímetro (mm) de espessura. A dica endógena informativa, apresentada no centro da tela, tinha as mesmas dimensões do ponto de fixação, mas com dois lados adjacentes desenhados com 2 mm de espessura, apontando para uma das quatro posições ocupadas pelos estímulos (superior esquerda, superior direita, inferior esquerda ou inferior direita). A dica exógena informativa foi um traço com 2 mm de espessura, apresentada no mesmo local de um dos estímulos iniciais. Na dica neutra (endógena e exógena) os quatro lados do quadrado tinham 2 mm de espessura. O estímulo de comparação era uma figura geométrica, com as mesmas dimensões dos estímulos memorizados, apresentado no centro da tela. A apresentação dos estímulos, assim como registro das

respostas, foi realizada através do utilitário E-Prime (Psychology Software Tools, 2012).

### Procedimento

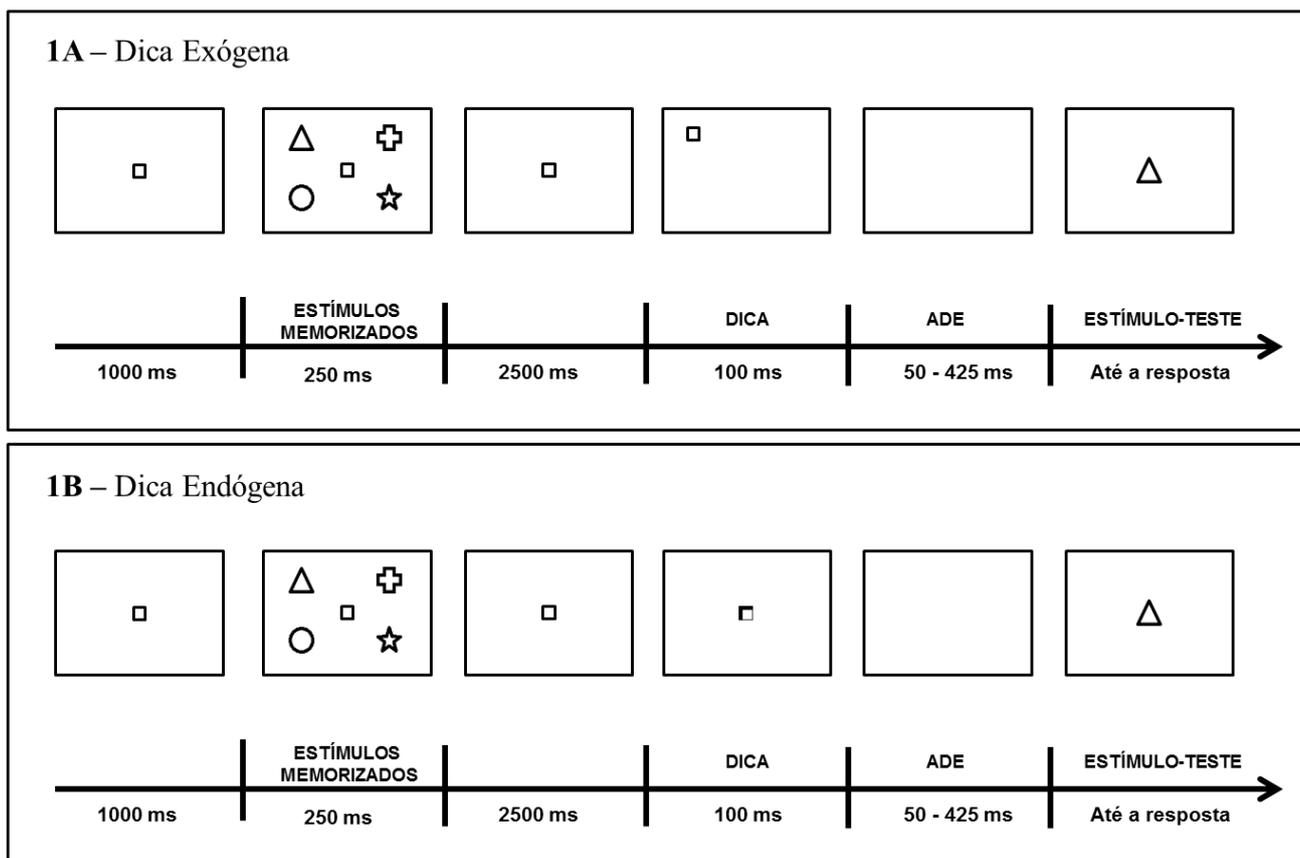
Cada sessão experimental conteve dois blocos de provas (randomizados entre os participantes), um dedicado à dica exógena e um dedicado à dica endógena. Ao início de cada bloco foram realizadas 10 provas treino, seguidas por 80 provas teste. A tarefa do participante era memorizar um conjunto de quatro estímulos e, depois de um intervalo de retenção, frente à apresentação de um estímulo teste, dizer se este era igual a um dos estímulos memorizados, ou não. Em metade das provas o estímulo teste pertencia ao conjunto memorizado (prova positiva) e, na outra metade era um estímulo diferente (prova negativa). Em 80% das provas uma dica informativa indicava uma localização que, nas provas positivas continha o estímulo teste. Nas provas restantes (20%) a dica era neutra.

Cada prova teve início com a apresentação do ponto de fixação. As quatro figuras geométricas a serem memorizadas eram apresentadas 1000 ms depois e permaneciam na tela por 250 ms. Depois de um intervalo de 2500 ms, era apresentada a dica, com

duração de 100 ms. Nas provas com dica endógena, a dica era apresentada no centro da tela sobre o ponto de fixação; nas provas com dicas exógenas, a dica era apresentada sobre o local em que fora apresentado um dos estímulos iniciais. A ADE variou entre 50 e 425 ms (50, 125, 200, 275, 350 e 425 ms). Depois desse intervalo, o estímulo-teste era apresentado e permanecia no centro da tela até a resposta. O participante dava sua resposta pressionando o botão esquerdo do mouse (“sim, o estímulo teste estava presente na cena inicial”) ou o botão direito (“não, o estímulo teste não estava presente na cena inicial”). Um sinal de soma azul sinalizava uma resposta correta; um sinal vermelho sinalizava uma resposta incorreta. A **Figura 1** apresenta de maneira esquemática a sequência de eventos em cada prova.

### Delineamento

Foi empregado um delineamento fatorial com medidas repetidas nos fatores tipo de dica (endógena ou exógena), validade da dica (informativa ou neutra) e ADE, o primeiro manipulado entre blocos de provas e os demais manipulados entre provas. Os tratamentos resultantes da combinação desses fatores foram aleatorizados entre 180 provas em cada bloco.



**Figura 1.** Apresentação esquemática dos eventos de uma prova com dica retroativa exógena (1A) e endógena (1B). Nas provas com dicas neutras, todos os lados do ponto de fixação central tinham sua espessura aumentada.

## Resultados

Os dados obtidos nos seis intervalos da ADE foram reagrupados em três níveis, resultando nos seguintes intervalos médios: 87 ms (50 ms, 125 ms); 237 ms (200 ms, 275 ms) e 387 ms (350 ms, 425 ms). Os resultados – o índice sensibilidade discriminativa ( $d'$ ) e o tempo de resposta – foram analisados através de uma análise de variância (ANOVA) com medidas repetidas ( $2 \times 2 \times 3$ ) nos fatores: tipo de dica, validade da dica e ADE. O  $d'$ , a distância entre as médias das distribuições do ruído e do sinal, foi calculado a partir das notas reduzidas  $z$  dos valores da detecção correta e do falso alarme:  $d' = z$  (taxa de acertos) –  $z$  (1 - taxa de rejeição correta) (Snodgrass & Corwin, 1988).

A análise da sensibilidade discriminativa ( $d'$ ) mostra que o desempenho é melhor nas provas com dicas informativas ( $M=1,46$ ,  $EPM=0,12$ ) do que nas provas com dicas neutras ( $M=0,94$ ,  $EPM=0,10$ ),  $F(1,35)=92,50$ ;  $p<0,001$ ;  $\eta^2p=0,73$ . O desempenho também varia em função da ADE, mas isto é evidente apenas na interação com a validade da dica,  $F(2,70)=3,14$ ;  $p=0,05$ ;  $\eta^2p=0,08$ . De acordo com

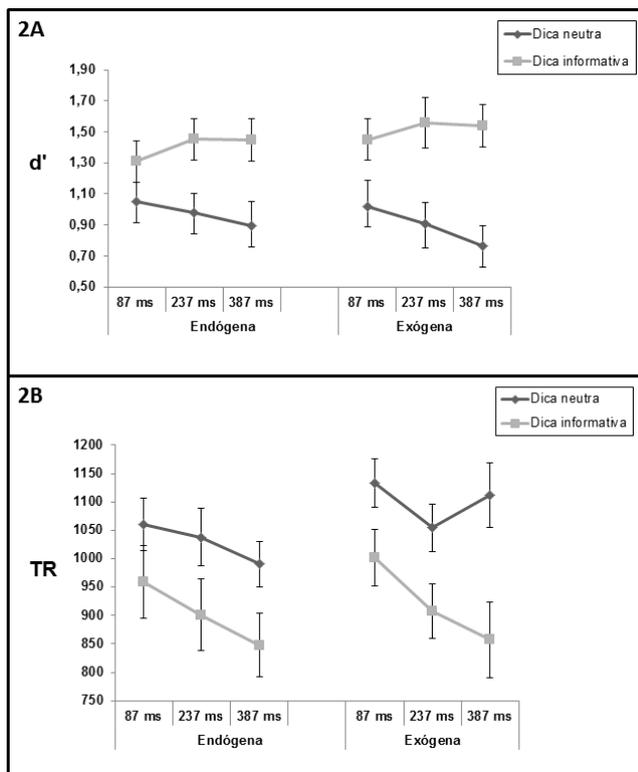
esta interação, o desempenho tende a melhorar com o aumento da ADE nas provas com dicas informativas, e tende a piorar com o aumento da ADE nas provas com dicas neutras. Não foram encontradas diferenças entre os tipos de dica,  $F(1,35)=0,08$ ;  $p=0,78$ ;  $\eta^2p=0,002$ , bem como não houve efeito da ADE por si só,  $F(2,70)=0,47$ ;  $p=0,63$ ;  $\eta^2p=0,013$ . A **Figura 2A** apresenta as relações entre os fatores analisados e o  $d'$ .

A análise do tempo de resposta (**Figura 2B**) mostra que as respostas são mais rápidas nas provas com dicas informativas ( $M=911$  ms,  $EPM=26$  ms) do que nas provas com dicas neutras ( $M=1062$  ms,  $EPM=36$  ms),  $F(1,35)=49,59$ ,  $p<0,001$ ,  $\eta^2p=0,59$ . O tempo de resposta tende a diminuir de forma significativa com o aumento da ADE,  $F(2,70)=22,47$ ,  $p<0,001$ ,  $\eta^2p=0,39$ . Esta diminuição do tempo de resposta em função da ADE é afetada pela validade da dica,  $F(2,70)=3,60$ ,  $p=0,03$ ,  $\eta^2p=0,09$ ; nas provas com dicas informativas o tempo de resposta diminui, em média, 64 ms de um intervalo a outro, enquanto que nas provas com dicas neutras essa queda é de 26 ms. Novamente, não foi encontrada diferença entre os tipos de dica,  $F(1,35)=1,42$ ;  $p=0,24$ ;  $\eta^2p=0,04$ . Porém encontramos uma interação entre validade e tipo de dica,  $F(1,35)=4,81$ ,  $p=0,03$ ,  $\eta^2p=0,12$ . Assim, nas provas com dicas exógenas o efeito da dica informativa é maior (174 ms) do que nas provas com dicas endógenas (127 ms).

## Discussão

Neste estudo, investigamos a dinâmica temporal da recuperação da informação visual de curto prazo utilizando dicas retroativas endógenas e exógenas. Com base na literatura (Berryhill et al., 2012; Griffin & Nobre, 2003; Lepsien & Nobre; Matsukura et al., 2014; Souza & Oberauer, 2016), nossa hipótese inicial era que o desempenho seria melhor nas provas com dicas informativas do que com dicas neutras. Além disso, considerando que os estudos com dicas preditivas exógenas e endógenas relatam dinâmicas temporais diferentes (Muller & Rabbitt, 1989; Wright & Ward, 1998), esperávamos obter resultados equivalentes com dicas retroativas. De maneira mais específica, esperávamos que as dicas endógenas e exógenas apresentassem diferentes dinâmicas temporais.

Nossa primeira hipótese foi sustentada, uma vez que nossos dados demonstraram que o desempenho está ligado à validade da dica, tanto no que diz respeito ao  $d'$ , quanto ao tempo de resposta; nossos participantes obtiveram melhores resultados nas provas com dicas informativas do que naquelas com dicas neutras. O desempenho também foi afetado de forma significativa



**Figura 2.** Resultados gerais para o  $d'$  (2A) e para o tempo de resposta (2B). São apresentados os dados correspondentes à validade da dica (neutra e informativa) em função dos intervalos médios (87, 237 e 387 ms) e do tipo de dica (endógena e exógena). As barras representam o erro médio padrão.

pela ADE em combinação com a validade da dica. É interessante observar que o desempenho tende a melhorar com o aumento da ADE nas provas com dicas informativas e, de forma contrária, tende a diminuir nas provas com dicas neutras. Neste caso, podemos supor que a dica contribui para a manutenção ou para a facilidade de acesso à informação memorizada, especialmente quando a ADE é maior. Souza e Oberauer (2016) levantaram uma série de hipóteses, não necessariamente excludentes, sobre como a dica retroativa atua na melhora do desempenho. Esta interação encontrada em nosso estudo, entre ADE e validade da dica, sugere que o estímulo memorizado ressaltado pela dica pode ter sido mantido, protegido de interferências e fortalecido, de alguma forma, em um sistema como o *visual buffer*. Isto pode ter feito com que o desempenho não fosse prejudicado, especialmente em intervalos maiores (Astle, Summerfield, Griffin, & Nobre, 2012; Gazzaley & Nobre, 2012; Souza & Oberauer, 2016).

No que diz respeito à segunda hipótese, não encontramos diferenças relacionadas ao tipo de dica. De forma resumida, nossos resultados ( $d'$  e tempo de resposta) mostram que o desempenho é afetado pela validade da dica, mas não pelo tipo de dica, sendo que tanto a dica exógena como a endógena têm efeitos equivalentes em termos de validade e de dinâmica temporal, o que difere dos dados relatados por Wright e Ward (1998) e por Berryhill et al. (2012), mas

corroborando o que Matsukura et al. (2014) encontraram em seu estudo.

De maneira geral os dados obtidos são compatíveis com resultados apresentados na literatura, e mostram que a informação armazenada na memória de trabalho pode ser recuperada para um estado ativo, no qual é comparada de forma mais eficiente com a informação contida no estímulo. Em termos do tipo de dica, nossos resultados são inovadores ao mostrar que dicas retroativas exógenas e endógenas utilizadas na recuperação da informação memorizada, ao contrário do que acontece em estudos com dicas preditivas, não apresentam uma dinâmica temporal diferente, pelo menos nos intervalos investigados neste estudo.

Diferentemente do estudo realizado por Matsukura et al. (2014), utilizamos o mesmo tipo de dica neutra para os dois blocos de dicas (exógena e endógena), o que pode explicar a diferença do efeito da dica informativa entre as dicas exógena e endógena. Novos trabalhos poderão avaliar os efeitos no desempenho quando são utilizadas dicas neutras exógenas com características correspondentes às dicas informativas. Além disso, tendo em vista o aumento no desempenho em função do aumento da ADE aqui encontrado, novos estudos poderão investigar os efeitos de interferências atencionais (busca visual, contagem de tons, entre outros) e visuais (ruidos visuais) nas provas com dicas informativas e longos intervalos.

## Referências

- Astle, D., Summerfield, J., Griffin, I. & Nobre, A. (2012). Orienting attention to locations in mental representations. *Attention, Perception & Psychophysics*, 74(1), 146-162. <https://doi.org/10.3758/s13414-011-0218-3>
- Awh, E. & Jonides, J. (2001). Overlapping mechanisms of attention and spatial working memory. *Trends in cognitive sciences*, 5(3), 119-126 [https://doi.org/10.1016/S1364-6613\(00\)01593-X](https://doi.org/10.1016/S1364-6613(00)01593-X)
- Awh, E., Jonides, J., & Reuter-Lorenz, P. A. (1998). Rehearsal in spatial working memory. *Journal of Experimental Psychology: Human Perception and Performance*, 24(3), 780-790. <https://doi.org/10.1037/0096-1523.24.3.780>
- Baddeley, A. (2010). Working memory. *Current biology*, 20(4), R136-R140. <https://doi.org/10.1016/j.cub.2009.12.014>
- Baddeley, A. (2012). Working memory: theories, models, and controversies. *Annual Review of Psychology*, 63, 1-29. <https://doi.org/10.1146/annurev-psych-120710-100422>
- Baddeley, A. D. & Hitch, G. (1974). Working memory. *Psychology of learning and motivation*, 8, 47-89. [https://doi.org/10.1016/S0079-7421\(08\)60452-1](https://doi.org/10.1016/S0079-7421(08)60452-1)
- Baddeley, A. D. & Logie, R. H. (1999). Working memory: The multiple-component model. In A. Miyake & P. Shah (Eds.). *Models of working memory: Mechanisms of active maintenance and executive control* (pp. 28-61). New York: Cambridge University Press. <https://doi.org/10.1017/CBO9781139174909.005>
- Berryhill, M. E., Richmond, L. L., Shay, C. S., & Olson, I. R. (2012). Shifting attention among working memory representations: Testing cue type, awareness, and strategic control. *The Quarterly Journal of Experimental Psychology*, 65(3), 426-438. <https://doi.org/10.1080/17470218.2011.604786>
- Borst, G., Niven, E., & Logie, R. H. (2012). Visual mental image generation does not overlap with visual short-term memory: A dual-task interference study. *Memory and Cognition*, 40(3), 360-372. <https://doi.org/10.3758/s13421-011-0151-7>
- Carrasco, M. (2011). Visual attention: The past 25 years. *Vision research*, 51(13), 1484-1525. <https://doi.org/10.1016/j.visres.2011.04.012>

- Gazzaley, A. & Nobre, A. C. (2012). Top-down modulation: bridging selective attention and working memory. *Trends in cognitive sciences*, 16(2), 129-135. <https://doi.org/10.1016/j.tics.2011.11.014>
- Griffin, I. C. & Nobre, A. C. (2003). Orienting attention to locations in internal representations. *Journal of Cognitive Neuroscience*, 15(8), 1176-1194. <https://doi.org/10.1162/089892903322598139>
- Hein, E., Rolke, B., & Ulrich, R. (2006). Visual attention and temporal discrimination: Differential effects of automatic and voluntary cueing. *Visual Cognition*, 13(1), 29-50. <https://doi.org/10.1080/135062805000143524>
- Hollingworth, A. & Maxcey-Richard, A. M. (2013). Selective maintenance in visual working memory does not require sustained visual attention. *Journal of Experimental Psychology: Human Perception and Performance*, 39(4), 1047-1058. <https://doi.org/10.1037/a0030238>
- Janczyk, M. & Berryhill, M. E. (2014). Orienting attention in visual working memory requires central capacity: Decreased retro-cue effects under dual-task conditions. *Attention, Perception & Psychophysics*, 76(3), 715-724. <https://doi.org/10.3758/s13414-013-0615-x>
- 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. <https://doi.org/10.1080/713755689>
- Lepsien, J. & Nobre, A. (2006). Cognitive control of attention in the human brain: Insights from orienting attention to mental representations. *Brain Research*, 1105(1), 20-31. <https://doi.org/10.1016/j.brainres.2006.03.033>
- Liu, T., Stevens, S. T., & Carrasco, M. (2007). Comparing the time course and efficacy of spatial and feature-based attention. *Vision Research*, 47(1), 108-113. <https://doi.org/10.1016/j.visres.2006.09.017>
- Matsukura, M., Cosman, J. D., Roper, Z. J. J., Vatterott, D. B., & Vecera, S. P. (2014). Location-specific effects of attention during visual short-term memory maintenance. *Journal of Experimental Psychology: Human Perception and Performance*, 40(3), 1103-1116. <https://doi.org/10.1037/a0035685>
- Müller, H. J. & Rabbitt, P. M. (1989). Reflexive and voluntary orienting of visual attention: time course of activation and resistance to interruption. *Journal of Experimental Psychology: Human Perception and Performance*, 15(2), 315-330. <https://doi.org/10.1037/0096-1523.15.2.315>
- Posner, M. I. (1980). Orienting of attention. *The Quarterly Journal of Experimental Psychology*, 32(1), 3-25. <https://doi.org/10.1080/00335558008248231>
- Psychology Software Tools, Inc. [E-Prime 2.0]. (2012). Recuperado em 08 de março de 2017, de <http://www.pstnet.com>.
- Quinn, J. G. (2012). Theories and debate in visuo-spatial working memory: The questions of access and rehearsal. In V. Gyselinck & F. Pazzaglia (Eds.). *From mental imagery to spatial cognition and language: Essays in honour of Michel Denis* (pp. 106-124). Hove: Psychology Press.
- Ricker, T. J., Vergauwe, E., & Cowan, N. (2016). Decay theory of immediate memory: from Brown (1958) to today (2014). *The Quarterly Journal of Experimental Psychology*, 69(10), 1969-1995. <https://doi.org/10.1080/17470218.2014.914546>
- Smyth, M. M. (1996). Serial order in spatial immediate memory. *The Quarterly Journal of Experimental Psychology: Section A*, 49(1), 159-177. <https://doi.org/10.1080/713755615>
- Snodgrass, J. G. & Corwin, J. (1988). Pragmatics of measuring recognition memory: applications to dementia and amnesia. *Journal of Experimental Psychology: General*, 117(1), 34-50. <https://doi.org/10.1037/0096-3445.117.1.34>
- Souza, A. S. & Oberauer, K. (2016). In search of the focus of attention in working memory: 13 years of the retro-cue effect. *Attention, Perception, & Psychophysics*, 78(7), 1839-1860. <https://doi.org/10.3758/s13414-016-1108-5>
- Souza, A. S., Rerko, L., & Oberauer, K. (2015). Refreshing memory traces: thinking of an item improves retrieval from visual working memory. *Annals of the New York Academy of Sciences*, 1339(1), 20-31. <https://doi.org/10.1111/nyas.12603>
- Sperling, G. (1960). The information available in brief visual presentations. *Psychological Monographs*, 74(11), 29-60. <https://doi.org/10.1037/h0093759>
- Wright, R. D. & Ward, L. M. (1998). The control of visual attention. In R. D. Wright (Org.). *Visual attention* (pp. 132-186). Nova York: Oxford University Press.

**Apoio:**

Fundação de Amparo à Pesquisa do Estado de São Paulo (FAPESP), processo nº 2014/07716-4.

**Dados dos autores:**

Tamires Zar – Mestre, Universidade de São Paulo.  
Cesar Alexis Galera – Doutor, Universidade de São Paulo.

**Endereço para correspondência:**

Tamires Zar  
Avenida dos Bandeirantes, 3900  
14040-900 Ribeirão Preto, São Paulo, Brasil  
<[tamireszar@usp.br](mailto:tamireszar@usp.br)>

Recebido em: 04.07.2017

Aceito em: 16.10.2018