

FABRÍCIO BACCHINI DIAS

**O efeito da carga perceptual sobre pistas periféricas em
uma tarefa vai/não-vai**

Dissertação apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Fisiologia Humana do Instituto de Ciências Biomédicas da Universidade de São Paulo, para obtenção do Título de Mestre em Ciências.

Área de Concentração: Fisiologia Humana

Orientador: Prof. Dr. Luiz Eduardo Ribeiro-do-Valle

Versão original

São Paulo
2013

RESUMO

Dias FB. O efeito da carga perceptual sobre pistas periféricas em uma tarefa vai/não-vai. [dissertação (Mestrado em Fisiologia Humana)]. São Paulo: Instituto de Ciências Biomédicas, Universidade de São Paulo; 2013.

Resultados anteriores de nosso laboratório em tarefas de tempo de reação vai/não-vai utilizando uma pista periférica sugerem que a presença do efeito atencional depende da saliência do alvo em relação ao distraidor. O objetivo deste trabalho foi examinar e estender esses resultados assumindo a hipótese de que a interferência de estímulos irrelevantes é menor em condições de alta carga perceptual. No experimento 1, confirmando resultados anteriores, registramos o efeito atencional quando o alvo era uma linha vertical e o distraidor era uma linha horizontal, porém, quando esses estímulos desempenhavam papel oposto, não houve mobilização da atenção. Supusemos que uma maior saliência perceptual da linha vertical em relação à linha horizontal pode ter sido o fator responsável pela ausência do efeito atencional quando a linha vertical assumiu o papel de distraidor. Testamos essa hipótese nos experimentos 2 e 3, onde removemos o distraidor e diminuimos sua saliência, respectivamente. Nos dois casos, registramos o efeito atencional para a linha horizontal. Esse resultado é consistente com a hipótese de menor saliência perceptual da linha horizontal em relação à vertical e também com a hipótese da carga perceptual. O objetivo do experimento 4 foi identificar um dos possíveis fatores responsáveis pela menor saliência da linha horizontal. Replicamos o experimento 1, porém diminuindo a luminosidade da tela, para testarmos um possível efeito de enquadramento, e obtivemos o efeito atencional, como previsto. Porém, ao repetirmos o mesmo experimento, aumentando a saliência dos distraidores, registramos o efeito atencional apenas na condição em que o alvo era a linha vertical. Embora os fatores responsáveis pela maior saliência relativa da linha vertical ainda não estejam claros, o conjunto de resultados corrobora a hipótese de que o processamento da pista é prejudicado em condições de maior carga perceptual.

Palavras-chave: Neurociências. Psicofísica. Tempo de reação. Atenção Visual.

ABSTRACT

Dias FB. The effect of perceptual load on peripheral cues during a go/no-go task. [dissertation (Masters thesis in Human Physiology)]. São Paulo: Instituto de Ciências Biomédicas, Universidade de São Paulo; 2013.

Previous studies from our laboratory suggest that the presence of the attentional effect in go/no-go reaction time tasks using a peripheral cue depends on the salience of the go target stimulus in relation to the distractor. The aim of this study was to examine and extend these results, assuming the hypothesis that there is less interference of irrelevant stimuli during conditions of high perceptual load. In experiment 1, we obtained an attentional effect when the go target was a vertical line and the distractor was a horizontal line, but no effect when the go target was the horizontal line and the distractor was the vertical line. We suggested that a greater perceptual salience of the vertical line relative to the horizontal line might be the factor responsible for the absence of the attentional effect when the vertical line was the distractor. We tested this hypothesis in experiments 2 and 3, where we removed the distractor and reduced its salience, respectively. In both cases, we observed an attentional effect for the horizontal line. This result is consistent with the hypothesis of greater salience of the vertical line relative to the horizontal line and also with the perceptual load hypothesis. The aim of experiment 4 was to identify a possible factor responsible by the smaller perceptual salience of the horizontal line. We replicated experiment 1, but reducing the luminosity of the monitor screen, as a test for a possible framing effect, and obtained an attentional effect as expected. However, when we repeated the same experiment, raising the perceptual salience of the distractors, we observed an attentional effect only when the vertical line was the go target. Although the factors responsible for the greater perceptual salience of the vertical line relative to the horizontal line are not clear yet, our results support the hypothesis that the sensory processing of the cue is reduced in conditions of higher perceptual load.

Key words: Neuroscience. Psychophysics. Reaction Time. Visual Attention.

1 INTRODUÇÃO

1.1 Vieses de Seleção

Nesta seção faremos uma breve explanação dos termos e do modelo teórico que iremos assumir. Em seguida, apresentaremos o problema que motivou esta monografia.

Chamaremos de viés de seleção um dado conjunto de fatores que facilita o processamento sensorial de um determinado local ou estímulo, e que inibe o processamento de estímulos concorrentes.

O que segue é uma adaptação da taxonomia proposta por Awh et al. (2012) para os vieses de seleção de estímulos.

Vieses Bottom-Up

Essa classe de vieses inclui não apenas os fatores ambientais, como a saliência dos estímulos visuais, mas também as assimetrias sensoriais.

Um exemplo clássico da interferência de distraidores salientes em uma tarefa de busca visual é o procedimento de *Singleton* Adicional (Theeuwes, 1992), onde uma condição em que existe um *singleton* distraidor é comparada com uma condição em que esse *singleton* está ausente. A tarefa dos participantes é determinar a orientação da linha que aparece dentro de um losango verde. O alvo também é um *singleton* porque é o único losango na tela. Se o *singleton* distraidor estiver presente na tela, os tempos de reação são significativamente maiores que os tempos de reação quando o *singleton* distraidor está ausente.

Um exemplo de assimetria sensorial é a menor sensibilidade visual na periferia da retina em relação à fóvea, devido ao decréscimo na densidade de fotorreceptores. Outros exemplos incluem a assimetria “horizontal-vertical”, que consiste na melhor resolução espacial e sensibilidade ao contraste ao longo do meridiano horizontal do campo visual¹, e o “efeito oblíquo”, que consiste no desempenho² superior em tarefas psicofísicas nas condições em que os estímulos apresentam orientação cardinal (horizontal ou vertical) comparados a estímulos de orientação oblíqua (Karim, Kojima, 2010; Li et al., 2003; Westheimer, 2003).

¹ Possivelmente uma adaptação nos vertebrados que ocupam habitats cujo campo visual apresenta um horizonte (p. ex., interface ar-terra). A maior densidade de células ganglionares ao longo do meridiano horizontal diminui a necessidade de um grande número de movimentos sacádicos para examinar o ambiente (Collin, 2008).

² O termo desempenho em tarefas psicofísicas refere-se a certas variáveis comportamentais como a acurácia e os tempos de reação

Vieses top-down

Essa classe inclui os vieses de seleção resultantes da história de reforçamento do organismo.

Vieses top-down voluntários (ou direcionados por objetivos). Em um contexto experimental, são os vieses de seleção para locais e estímulos relevantes para a execução da tarefa. Exemplos da orientação top-down da atenção que envolvem um forte viés top-down voluntário incluem as tarefas de busca por um determinado estímulo em uma tela contendo vários distraidores.

Vieses top-down involuntários³. Em um contexto experimental, são os vieses top-down para locais ou estímulos que não são necessariamente relevantes na realização da tarefa. Em Peck et al. (2009), por exemplo, os neurônios da área lateral do córtex parietal posterior exibiram um forte viés para o local de um estímulo condicionado, mesmo quando uma sacada para a direção oposta era necessária.

Outro exemplo de interferência desses vieses (Anderson et al., 2011), ocorreu em uma tarefa de busca por um alvo *singleton* na presença de um distraidor inconspícuo e irrelevante para a tarefa. Esse distraidor podia compartilhar a mesma cor que definia o alvo, associado a uma recompensa financeira, em uma tarefa anterior. Os tempos de reação na condição em que o distraidor possuía a mesma cor que o alvo na sessão anterior foram significativamente maiores que os tempos de reação na condição em que o distraidor apresentava uma cor diferente.

1.2 Competição Enviesada

O modelo de Competição Enviesada (Beck, Kastner, 2009; Desimone, Duncan, 1995) descreve como os vieses descritos anteriormente podem atuar de modo coordenado ou antagônico.

O modelo baseia-se em duas premissas: (1) os estímulos visuais competem pela representação neural no córtex visual, e (2) vieses frontoparietais top-down afetam o resultado dessa competição ao favorecerem determinadas representações em função das exigências da tarefa e da ocorrência de um condicionamento prévio (Reynolds et al., 1999). A primeira proposição é sustentada por um grande número experimentos de registro unitário em neurônios. Por exemplo, a média das respostas a dois estímulos apresentados

³ Baluch e Itti (2011) chamam esses processos de “top-down mandatórios”.

simultaneamente no mesmo campo receptivo de um neurônio de V4 é menor que a média da soma das respostas para cada um dos estímulos isolados (Chelazzi et al., 2011; Reynolds et al., 1999).

Outra previsão do modelo foi confirmada por Kastner et al. (2001), que não encontraram evidências de competição de dois estímulos simultâneos em V1. As interações competitivas aumentam conforme os campos receptivos aumentam, tornando-se mais pronunciadas em áreas como V4 e TEO⁴ (Beck, Kastner, 2005, 2009; Bles et al., 2006).

Há também várias evidências experimentais a favor da segunda proposição. Em vários experimentos onde macacos foram treinados para atender a um dentre dois estímulos no mesmo campo receptivo, as respostas em V2, V4 e MT para o estímulo atendido foram similares à resposta quando o mesmo estímulo era apresentado sozinho (Beck, Kastner, 2009).

1.3 Procedimento de Posner

A psicologia cognitiva classifica a orientação da atenção visual espacial em manifesta ou encoberta⁵. A orientação manifesta associa-se com o direcionamento dos olhos para o alvo da atenção. Em contraste, a orientação implícita não está associada com movimentação ocular (Wright, Ward, 2004).

No início da década de 1980, um procedimento desenvolvido por Michael Posner tornou-se uma ferramenta importante no estudo da orientação da atenção visual encoberta (Posner, 1980; Posner, Cohen, 1984). Em uma sessão usual desse procedimento, o participante deve fixar o olhar em um ponto no centro do monitor de vídeo. Cada tentativa inicia-se com a apresentação de uma pista não-informativa, que consiste em uma alteração de luminância em um dos demarcadores periféricos (veja a Figura 1). Após um breve intervalo, o alvo aparece no interior desse demarcador ou no interior do demarcador do lado oposto (com a mesma probabilidade).

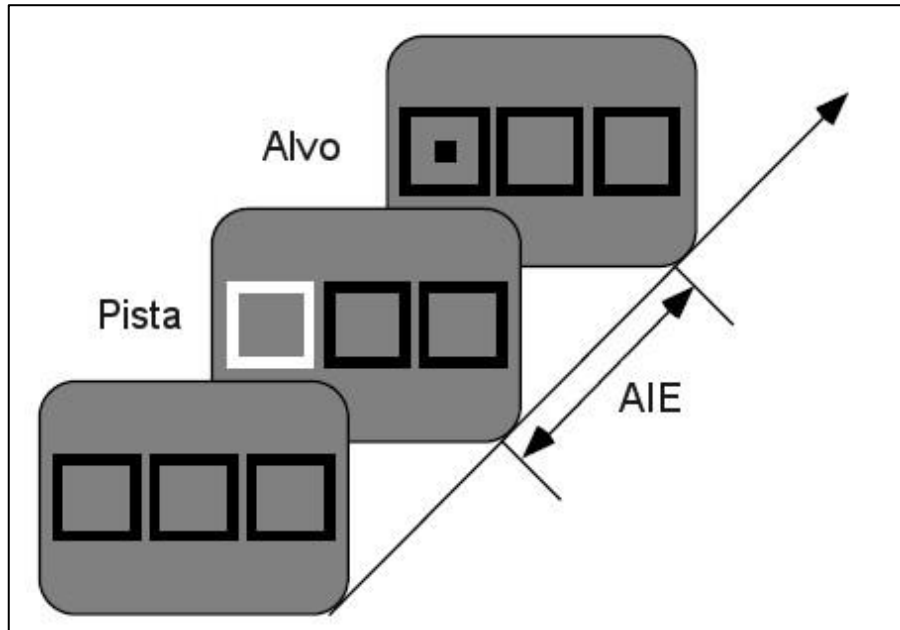
Em geral, os tempos de resposta ao alvo são significativamente mais baixos se o alvo aparece na posição em que pista apareceu e significativamente mais altos se o alvo aparece na posição oposta. Essa diferença, chamada por Posner de efeito atencional, é utilizada como indicador comportamental da atenção encoberta⁶.

⁴ Área têmporo-occipital.

⁵ *Overt* e *covert orienting*, respectivamente.

⁶ Como a pista periférica aparece abruptamente e não é simbólica, há um forte viés bottom-up nessa tarefa. Existem variantes do procedimento de Posner com uma pista central e simbólica, onde há um maior componente top-down.

Figura 1 - Exemplo de uma tentativa no procedimento de Posner com pistas periféricas.



AIE (Assincronia entre o Início dos Estímulos) refere-se aos diferentes intervalos de tempo entre a pista e o alvo. Fonte: Adaptado de Chun e Wolfe (2001).

1.4 Ausência do Efeito Atencional

Apesar da natureza bottom-up do viés de seleção produzido pela pista periférica, os seus efeitos sobre os tempos de reação variam de acordo com as condições experimentais.

No estudo de Folk et al. (1992), por exemplo, a pista afetava os tempos de reação dos voluntários apenas quando compartilhava a mesma propriedade que definia o alvo naquele bloco. Assim, durante a busca por um alvo vermelho, os tempos de reação eram menores apenas no local de aparecimento de uma pista vermelha. Resultados obtidos em nosso laboratório indicam a possibilidade de diversos outros fatores além da similaridade entre pista e alvo influenciarem os tempos de reação.

No estudo de Baldini e Ribeiro-do-Valle (2005), 12 voluntários realizaram uma tarefa vai/não-vai cuja pista periférica (E1) consistia no escurecimento da borda de um dos anéis periféricos. Havia dois grupos de seis voluntários: o grupo LV, que respondia para uma linha vertical, e o grupo LH, que respondia para uma linha horizontal. Para os dois grupos havia um distrator (ED) contralateral, que para o grupo LV era a linha horizontal e para o grupo LH, a linha vertical.

O efeito atencional apareceu quando o alvo (E2+) era a linha vertical e o ED a linha horizontal (grupo LV). Curiosamente, o efeito atencional não apareceu quando esses estímulos desempenhavam função oposta (grupo LH).

Continuando essa linha de pesquisa, replicamos o experimento de Baldini e Ribeiro-Valle (2005), e realizamos quatro experimentos adicionais na tentativa de explicar o resultado inesperado observado com a linha horizontal como E2 e a linha vertical como ED.

9 CONCLUSÕES

Embora as causas para a maior saliência da linha vertical em relação à linha horizontal ainda não tenham sido completamente elucidadas, os dados apresentados sugerem que um maior carga perceptual é um fator determinante para o aparecimento do efeito atencional e, portanto, suportam a hipótese da carga perceptual (Lavie, 2006, 2010).

REFERÊNCIAS⁷

- Anderson B, Patryk AL, Yantis S. Value-driven attentional capture. *Proc Natl Acad Sci U S A*. 2011;108(25):10367-71.
- Awh E, Belopolsky AV, Theeuwes, J. Top-down versus bottom-up attentional control: a failed theoretical dichotomy. *Trends Cogn Sci*. 2012;16(8):437-43.
- Baldini M, Ribeiro-do-Valle LE. Assimetria na capacidade de orientação da atenção visuoespacial automática para os dois lados do espaço. In: Resumos da XX Reunião Anual da Federação de Sociedades de Biologia Experimental, 2005. Águas de Lindóia (São Paulo): FESBE; 2005. vol. 1, p. 98.
- Baluch F, Itti L. Mechanisms of Top-Down Attention. *Trends Neurosci*. 2011;34(4):210-24.
- Beck DM, Kastner S. Stimulus context modulates competition in human extrastriate cortex. *Nat Neurosci*. 2005;8(8):1110-6.
- Beck DM, Kastner S. Top-down and bottom-up mechanisms in biasing competition in the human brain. *Vision Res*. 2009;49(10):1154-65.
- Bles, M, Schwarzbach J, De Weerd P et al. Receptive field size-dependent attention effects in simultaneously presented stimulus displays. *Neuroimage*. 2006;30(2):506-11.
- Bruder C, Ribeiro-do-Valle, L. Influence of separate and mixed experimental designs on reaction times to two simple visual stimuli. *Psychol Neurosci*. 2009;2(1):3-9.
- Chelazzi L, Della Libera C, Sani I. et al. Neural basis of visual selective attention. *WIREs Cogn Sci*. 2011;2(4):392-407.
- Chun MM, Wolfe JM. Visual Attention. In: Goldstein BE, editor. *Blackwell handbook of perception*. Oxford, UK: Blackwell Publishers Ltda; 2001. p. 272-310
- Collin, SP. A web-based archive for topographic maps of retinal cell distribution in vertebrates. *Clin Exp Optom*. 2008;91(1):85-95.
- Desimone R, Duncan J. Neural mechanisms of selective visual attention. *Annu Rev Neurosci*. 1995;18:193-222.
- Folk CL, Remington RW, Johnston JC. Involuntary covert orienting is contingent on attentional control settings. *J Exp Psychol Hum Percept Perform*. 1992;18(4):1030-44.
- Forster S, Lavie N. Failures to ignore entirely irrelevant distractors: the role of load. *J Exp Psychol Appl*. 2008;14(1):73-83.

⁷ De acordo com:

International Committee of Medical Journal Editors. [Internet]. Uniform requirements for manuscripts submitted to Biomedical Journal: sample references. [updated 2011 Jul 15]. Available from: <http://www.icmje.org>.

- Karim AK, Kojima H. The what and why of perceptual asymmetries in the visual domain. *Adv Cogn Psychol.* 2010;6:103-15.
- Kastner S, Ungerleider LG. The neural basis of biased competition in human visual cortex. *Neuropsychologia.* 2001;39(12):1263-76.
- Künnapas TM. The vertical-horizontal illusion and the visual field. *J Exp Psychol.* 1957;53(6):405-7.
- Lavie N, Cox S. On the efficiency of visual selective attention: efficient visual search leads to inefficient distractor rejection. *Psychol Sci.* 1997;(8):395-8
- Lavie N. The role of perceptual load in visual awareness. *Brain Res.* 2006;1080(1):91-100.
- Lavie N. Attention, distraction, and cognitive control under load. *Curr Dir Psychol.* 2010; 19(3):143-8.
- Li B, Peterson MR, Freeman RD. Oblique effect: a neural basis in the visual cortex. *J Neurophysiol.* 2003;90(1):204-17.
- McGraw PV, Whitaker D. Perceptual distortions in the neural representation of visual space. *Exp Brain Res.* 1999;125(2):122-8.
- Macea DD, Abbud GA, Lopes-de-Oliveira ML et al. Control of attention by a peripheral visual cue depends on whether the target is difficult to discriminate. *Braz J Med Biol Res.* 2006;39(7):957-68.
- Morales M., Ribeiro-do-Valle L.E. (2007) Efeito atencional para uma linha horizontal na ausência de um estímulo distraidor. In: Resumos da XXII Reunião Anual da Federação de Sociedades de Biologia Experimental, 2007. Águas de Lindóia (São Paulo): FeSBE; 2007.
- Peck CJ, Jangraw DC, Suzuki M et al. Reward Modulates Attention Independently of Action Value in Posterior Parietal Cortex. *J Neurosci.* 2009;29(36):11182-91.
- Posner MI. Orienting of attention. *Q J Exp Psychol.* 1980;32(1):3-25.
- Posner M.I., Cohen Y. Components of Visual Orienting. In: Bouma H, Bouwhuis DG, editors. *Attention Performance X: Control of language processes.* London: Lawrence Erlbaum Associates; 1984. p. 531-56.
- Prinzmetal W, Gettleman L. Vertical-horizontal illusion: one eye is better than two. *Percept Psychophys.* 1993;53(1):81-8.
- Reynolds JH, Chelazzi L, Desimone R. Competitive mechanisms subserve attention in macaque areas V2 and V4. *J Neurosci.* 1999;19(5):1736-53.
- Sperandio I, Savazzi S, Marzi CA. Is simple reaction time affected by visual illusions? *Exp Brain Res.* 2010;201(2):345-50.

Theeuwes J. Perceptual selectivity for color and form. *Percept Psychophys.* 1992;51(6):599-606.

Torralbo, A, Beck, DM. Perceptual-Load-Induced Selection as a Result of Local Competitive Interactions in Visual Cortex. *Psych Sci.* 2008;19(10):1045-50.

Vera-Diaz FA, McGraw PV, Strang NC et al. A Psychophysical Investigation of Ocular Expansion in Human Eyes. *Invest. Ophthalmol. Vis. Sci.* 2005;46(2):758–63.

Westheimer G. The distribution of preferred orientations in the peripheral visual field. *Vision Res.* 2003;43(1):53-7.

Wright RD, Ward LM. *Orienting of attention.* New York: Oxford University Press; 2008. 304 p.

Xu J, Monterosso J, Kober H et al. Perceptual load-dependent neural correlates of distractor interference inhibition. *PLoS ONE.* 2011;6(1):e14552.