

O sistema de percepção-ação frente às ilusões geométricas visuais

Maria Amélia Cesari Quaglia

*Universidade Federal de São João del Rei
São João del Rei, MG, Brasil*

Sérgio Sheiji Fukusima

*Universidade de São Paulo (USP)
Ribeirão Preto, SP, Brasil*

RESUMO

As descobertas da neurofisiologia e neuropatologia evidenciam duas vias neuronais distintas para a percepção visual: a via ventral responsável pela percepção de objetos e suas características, e a via dorsal responsável pela percepção de localizações dos objetos e pela ação frente a eles. Pesquisas experimentais sobre ilusões geométricas visuais, ora convergem para acolher as discrepâncias entre tarefas visuo-perceptuais e ações frente a estímulos como decorrentes da dissociação entre a via ventral e dorsal, ora mostram-se ineficientes para estabelecer esta dissociação funcional entre essas duas vias neuronais. Foram revisados subsídios teóricos que tentam explicar e englobar essas discrepâncias em pesquisas.

Palavras-chave: Ilusões geométricas visuais; percepção visual e ação; via ventral e dorsal.

ABSTRACT

Perception-action system and the visual geometrical illusions

Neurophysiological and neuropathological findings pointed out evidences for two visual pathways: the ventral pathway, responsible for processing the perception of objects and their features, and the dorsal pathway, responsible for processing the perception of object locations and the actions towards them. Experimental researches on geometrical visual illusions sometimes indicate that the discrepancies between visual perception and action are consequences of the functional dissociation between the ventral and dorsal pathways, but sometimes they failed to indicate that these discrepancies are actually consequences of this dissociation. A revision of theoretical points tried to explain and to embrace theses discrepancies among researches.

Keywords: Visual geometrical illusions; visual perception and action; ventral and dorsal pathways.

RESUMEN

El sistema de percepción-acción frente a las ilusiones visuales geométricas

Los descubrimientos científicos que se han hecho en neurofisiología y neuropatología evidencian diferentes vías neuronales para la percepción visual: la vía ventral responsable de la percepción de objetos y sus características y la vía dorsal responsable de la ubicación de los objetos y de la acción frente a ellos. Los estudios experimentales sobre ilusiones visuales geométricas, o acojen las discrepancias entre las tareas visuoespaciales y acciones frente a estímulos como resultantes de la disociación entre la vía ventral y dorsal, o son ineficientes para establecer la disociación funcional entre las dos vías neuronales. Se presentan respaldos teóricos que intentan exponer y englobar estas discrepancias en los estudios.

Palabras clave: Ilusiones visuales geométricas; percepción visual y acción; vía ventral y dorsal.

INTRODUÇÃO

Embora o interesse pelas ilusões geométricas visuais seja antigo, há algum tempo atrás esse interesse ganhou um reforço adicional devido aos resultados de Aglioti, DeSouza e Goodale (1995), em uma pesquisa com os discos da ilusão de Ebbinghaus-Titchener. Os

participantes julgaram o tamanho dos discos, moveram o dedo indicador e o polegar, e expressaram uma abertura entre os dedos para pegar os discos centrais. A impressão visual e ilusória dos discos de Ebbinghaus-Titchener é de que o primeiro disco, circundado por discos pequenos, possuía um tamanho maior que o do segundo disco, circundado por discos maiores, embora

ambos os discos centrais possuísem tamanhos físicos iguais. Supunha-se que os participantes levariam em consideração o tamanho percebido do disco, afetado pela ilusão visual. Mas quando foram pegar os discos centrais, realizaram movimentos precisos, demonstrando que não foram afetados pelos tamanhos ilusórios. Os autores compararam estas diferenças entre os resultados do experimento com as ações de indivíduos lesionados em distintas áreas visuais do córtex cerebral, de acordo com as pesquisas neuropsicológicas de Goodale e Milner (1992). Pacientes com lesões em regiões superiores do córtex parietal posterior eram incapazes de utilizar as informações de tamanho, forma, orientação e localização de um objeto para controlar a postura da mão e dedos durante o movimento de agarrar. Ainda assim podiam identificar e descrever o objeto que não podiam apanhar. Uma dissociação oposta foi observada em outro paciente, que apresentava lesões na região ventrolateral do lobo occipital. Este paciente podia realizar movimentos acurados de agarrar objetos, mas não conseguia identificá-los ou discriminá-los. Este experimento de Aglioti et al. (1995), com as observações para dois sistemas neurológicos diferenciados frente ao comportamento perceptual e motor, tornou-se um estudo clássico que sugeriu uma série de experimentos com ilusões visuais.

Evidências da dissociação entre o processamento da percepção visual e visomotor dirigido para a ação também foram encontradas por Haffenden e Goodale (1998, 2000). Eles observaram que, quanto mais próximos os pequenos círculos do círculo central de Ebbinghaus-Titchener, ou uma exposição de estímulos variantes desta ilusão, maior era seu tamanho percebido. No entanto, o relacionamento entre a distância do elemento circunvizinho e a amplitude da resposta não foi observado na escala da pegada. Durante a apresentação dos estímulos, os participantes utilizaram uma abertura dos dedos menor para pegar o círculo com uma aparência maior e emitiram uma abertura de pegada maior quando os círculos centrais não eram circundados. De acordo com os autores, o sistema visomotor, ao planejar uma abordagem, faz um exame dos obstáculos potenciais em torno do alvo e, conseqüentemente, reduz ligeiramente a abertura da mão para evitar uma colisão com aqueles obstáculos.

Outras ilusões visuais geométricas de contraste de tamanho, além dos círculos de Ebbinghaus-Titchener, também foram testadas para o comportamento visual e motor e os resultados das pesquisas fortaleceram aqueles obtidos por Aglioti, et al. (1995). Por exemplo, Dewar e Carey (2006) utilizaram a ilusão de Müller-Lyer e Stöttinger e Perner (2006), a ilusão diagonal. Nos experimentos, os julgamentos foram influenciados pela ilusão visual, enquanto que as ações dirigidas para

os estímulos foram imunes às ilusões, reforçando a teoria da dissociação entre percepção e ação.

Estas pesquisas deram margem a duas amplas discussões. A primeira diz respeito à susceptibilidade do julgamento perceptual e à imunidade do comportamento motor frente a uma ilusão visual devido aos aspectos neuroanatômicos da circuitaria ventral e dorsal, respectivamente. A segunda discussão derivou especialmente dos resultados do experimento de Haffenden e Goodale (1998), em relação à abertura diferenciada da mão para o comportamento de agarrar os círculos de Ebbinghaus-Titchener percebidos como maior ou menor, mas também envolvendo a circuitaria neurológica ventral e dorsal.

EVIDÊNCIAS PARA A DISSOCIAÇÃO ENTRE VIAS VISUAIS PARA PERCEPÇÃO E AÇÃO

O sistema visual que possibilita a percepção representativa do mundo é relativamente novo no cenário evolutivo. Sua emergência permitiu o desempenho de operações cognitivas complexas como, por exemplo, reconhecimento e identificação, que aumentaram o potencial do organismo para o comportamento adaptativo. Neuroanatomicamente, a via ventral projeta-se da área visual primária (V1) para o lobo temporal. Por sua vez, a via dorsal, responsável pela ação, projeta-se da área visual primária (V1) para o córtex parietal posterior, possibilitando um controle mais flexível dos módulos visomotores subcorticais, ancestrais do controle motor (Goodale e Milner, 1992; Goodale e Westwood, 2004).

As pesquisas sobre a hipótese de duas vias visuais se desenvolveram a partir dos estudos das áreas 17 e 18 de *hamsters*, do qual se descobriu que o córtex visual primário tinha um papel essencial na identificação de estímulos, enquanto que estruturas primitivas como o colículo superior seria responsável pela localização dos estímulos (Schneider, 1969). Posteriormente, em estudos com macacos, foi identificada uma via ventral projetada do córtex visual primário para o córtex inferotemporal, responsável pela visão dos objetos e uma via dorsal projetada do córtex visual primário para o córtex parietal posterior, habilitando os animais a localizar objetos no espaço. Mais recentemente, a via dorsal foi percebida como dissociada da via ventral. Observou-se que o sistema ventral desempenhava um papel maior na construção de representações perceptuais do mundo e dos objetos, enquanto que o sistema dorsal mediava o controle visual de ações dirigidas para aqueles objetos (Ungerleider e Mishkin, 1982). Assim, o sistema ventral transformava a informação visual em uma estrutura exocêntrica, aloccêntrica, possibilitando a percepção do

objeto como relacionado ao mundo visual, enquanto que o sistema dorsal transformava a informação visual numa estrutura egocêntrica possibilitando ao indivíduo agarrar ou manipular o objeto (Goodale e Milner, 1992; Goodale e Humphrey, 1998; Norman, 2002).

Mas esta distinção do sistema ventral como responsável pela percepção de forma e cor e o sistema dorsal como responsável pelo movimento e análise espacial é simplificada. O sistema dorsal também tem acesso a informações sobre tamanho e forma dos objetos, embora para servir a propósitos diferentes como, por exemplo, o de desempenhar movimentos motores frente aos objetos e utilizar uma estrutura mais egocêntrica do que aloccêntrica. Os dados de entrada dos sistemas ventral e dorsal precisam se combinar em algum ponto. Estudos recentes têm focado a segregação continuada dos dois sistemas no lobo frontal (Milner, 1997; Norman, 2002).

INCONSISTÊNCIA ENTRE OS RESULTADOS DAS PESQUISAS QUE DISSOCIAM PERCEPÇÃO E AÇÃO

Muito se tem investigado sobre a percepção e a resposta motora frente às ilusões geométricas visuais de contraste de tamanho. No entanto, os resultados dessas pesquisas experimentais ora convergem aos resultados obtidos por Aglioti, et al. (1995), denotando uma diferenciação para as respostas perceptuais e motoras frente aos estímulos ilusórios, ora divergem, conforme pode ser observado a seguir. O funcionamento dos sistemas ventral-perceptual e dorsal-motor não é tão simples quanto parecia ser.

Por exemplo, com tarefas de bissecção, Ellis, Flanagan e Lederman (1999) utilizaram uma variante da ilusão de Müller-Lyer, a ilusão de Judd e a ilusão de Ponzo. Os participantes julgaram visualmente o centro ilusório dos estímulos e por meio de uma barra comparativa, escolheram uma posição para pegá-la e levá-la. As distâncias reveladas para demonstrar suas percepções do centro da barra foram significativamente diferentes das distâncias reais do centro da barra, conforme esperado. Mas tanto o julgamento perceptual quanto a ação guiada visualmente foram igualmente influenciados pelos estímulos da ilusão visual. Os autores sugeriram que o sistema motor pode integrar os dois ramos de informação e dirigir uma solução de compromisso inicial para seu dispositivo de saída.

Mon-Williams e Bull (2000) também não observaram diferenças entre tarefas de julgar verbalmente e de estender a mão visível para o centro da barra da ilusão de Judd, numa tarefa de bissecção. Mas observaram que os participantes foram mais acurados quando desempenhavam a tarefa com a mão visível dirigindo-se

para o alvo, provavelmente devido à oclusão do cenário ilusório durante a fase de transporte do movimento. Os autores sugeriram cautela na interpretação de diferenças de desempenho entre as duas condições, que não foram estritamente equivalentes.

Reforçando os resultados obtidos pelo método de bissecção de Mon-Williams e Bull (2000) e Ellis et al. (1999), Franz, Fahle, Bühlhoff e Gegenfurtner (2001) também não encontraram diferenças no desempenho de tarefas de agarrar e julgamentos perceptuais com os estímulos das ilusões de Muller-Lyer e de linhas paralelas. Como pode ser observado até aqui, as pesquisas nem sempre fornecem suporte para se diferir entre o comportamento perceptual e motor frente a ilusões visuais como proposto por Aglioti et al. (1995).

Marotta, DeSouza, Haffenden e Goodale (1998) apresentaram os discos da ilusão de Ebbinghaus-Titchener em condições de observação monocular e binocular. Sob a condição de observação binocular, os participantes foram capazes de ajustar a abertura da pegada com acurácia, de acordo com o tamanho real do disco-alvo. Porém, sob a condição monocular, os participantes foram influenciados pela ilusão. Quando confrontados com discos-alvo fisicamente diferentes, dispostos em um plano que os fazia parecer equivalentes em tamanho, trataram os dois discos como equivalentes, mesmo quando lhes foi pedido para levantar estes discos. Segundo os autores, quando a informação binocular não está disponível, o sistema visomotor se fia nas informações monoculares, o que poderia torná-lo mais suscetível às ilusões visuais. Provavelmente essa susceptibilidade seria mediada pela circuitaria da via occipitotemporal, implicada na percepção visual de objetos. Embora estejam de acordo com os resultados obtidos por Aglioti, et al. (1995) na condição de observação binocular, estes não sustentam os do experimento de Haffenden e Goodale (1998), que obtiveram dos participantes uma abertura da pegada menor para o estímulo percebido binocularmente como maior.

As pesquisas a seguir envolveram especialmente a manipulação dos tamanhos e distâncias dos discos da ilusão de Ebbinghaus-Titchener, com o objetivo de investigar as diferenças nas aberturas do pegar aos discos centrais, percebidos como maior e menor, segundo as informações da pesquisa de Haffenden e Goodale (1998).

Franz, Gegenfurtner, Bühlhoff e Fahle (2000) designaram taxas mais amplas para os tamanhos dos discos e apresentaram apenas uma figura da ilusão de cada vez como um disco central circulado de círculos maiores ou um disco central circulado por círculos menores, ou ainda, as duas figuras da ilusão com

diferentes contextos de círculos de uma só vez. Eles observaram que, se as tarefas motoras e perceptuais fossem cuidadosamente emparelhadas, ocorreriam efeitos similares tanto para o tamanho percebido quanto para a abertura dos dedos na tarefa de agarrar. Os mesmos resultados foram obtidos por Franz, Bühlhoff e Fahle (2003) com os círculos circundantes grandes e pequenos localizados próximos ou distantes do círculo central, em condições geométricas similares às utilizadas por Aglioti et al. (1995).

Haffenden, Schiff e Goodale (2001) manipularam o espaço entre o círculo central da ilusão de Ebbinghaus-Titchener e os círculos pequenos que o circundavam, de forma a deixá-los com uma distância equivalente à do círculo central circundado por círculos grandes. A ilusão de contraste de tamanho eliciada pelos estímulos não afetou a escala da pegada. A variável crítica para a escala da pegada parece ser mesmo a distância entre o disco-alvo e a margem dos anéis que o circundam, e não o tamanho do círculo central. Também foi observado que, quando o espaço entre o círculo central e os elementos que o circundavam era equidistante, o efeito aparente na escala da pegada da ilusão era eliminado.

Franz (2003a) comparou o efeito da utilização de diferentes métodos de estimativas de tamanho. Ele utilizou as estimativas manuais de tamanho dos discos centrais da ilusão de Ebbinghaus-Titchener a tarefas de agarrar o estímulo e as tarefas de ajustamento mais tradicionais. As estimativas manuais de tamanho mostraram efeitos ilusórios maiores comparativamente aos resultados obtidos pelo método de ajustamento. O autor corrigiu o efeito do tamanho físico dos discos ao levar em conta a inclinação da função linear que relacionava as medidas dependentes ao estímulo físico. Tanto os resultados das estimativas manuais quanto os resultados dos ajustamentos e os das tarefas de agarrar o estímulo mostraram efeitos ilusórios similares. O autor apontou para um mesmo sinal neuronal responsável pela ilusão independentemente da tarefa realizada. Este experimento foi replicado parcialmente por Franz (2003b) para as tarefas de abertura da mão e preensão do estímulo, que reiterou que os efeitos ilusórios dos discos permaneceram constantes ao longo das tarefas.

Pesquisadores interessados em cinemática aderiram ao grupo de discussões e ofereceram uma outra explicação para a ocorrência do fenômeno. Donkelaar (1999) observou que os participantes moveram o dedo mais vagarosamente para o centro do círculo da ilusão de Ebbinghaus-Titchener que eles percebiam como menor. Na condição em que um dos círculos centrais, dos pares de círculos da ilusão, fora modificado para aparentar o mesmo diâmetro, tanto o erro tangencial como os tempos dos movimentos foram similares. Quando os discos que circulavam os discos centrais de

diferentes diâmetros foram removidos, os participantes moveram o dedo mais vagarosamente para os alvos, o que indicaria objetivamente a manutenção de níveis iguais de acurácia. Os resultados foram explicados de acordo com a Lei de Fitts, que estabelece que os tempos de movimentos de apontar dependem da amplitude da resposta e da largura do alvo. Para o autor, esta lei explicaria os resultados melhor que a proposta oferecida por Aglioti et al. (1995) e Haffenden e Goodale (1998).

O comportamento de agarrar também pode ter suas peculiaridades. Gonzalez, Ganel, Whitwell, Morrissey e Goodale (2007) utilizaram as retas da ilusão de Ponzo, que apresentaram um efeito significativo no comportamento grosseiro de agarrar, mas não nos movimentos de agarrar mais precisos. De acordo com os autores, os movimentos hábeis dirigidos ao alvo parecem ser controlados por mecanismos visuais, provavelmente localizados no hemisfério esquerdo, distintos daqueles que controlam movimentos menos hábeis.

As críticas às conclusões das pesquisas de Aglioti et al. (1995) e Haffenden e Goodale (1998) partiram de Plodowski e Jackson (2001). Estes comentaram sobre a incerteza das implicações da ação da mão que resistem a ilusões visuais e sua relação aos sistemas cerebrais anatômica e funcionalmente distintos.

No entanto, Goodale e Westwood (2004) explicaram que várias descobertas desafiam a noção de que as ilusões visuais não têm impacto no controle de ações dirigidas ao objeto. Estes desafios podem ser classificados como aquele: (a) que não replica dados experimentais; (b) que suspeita de que os estudos anteriores não emparelharam adequadamente as tarefas de ação e percepção para vários dispositivos de entrada; (c) que sugere o envolvimento da atenção e demandas dos dispositivos de saída e (d) que sugere a idéia de que as tarefas de ação envolvem múltiplos estágios de processamento, desde o puramente perceptual até o mais automático controle visomotor.

Esses autores crêem que a maioria destes desafios possa ser acomodada numa estrutura básica da hipótese percepção-ação, com cada qual fornecendo novos subsídios sobre a natureza de mecanismos processuais que subjazem à percepção e ação.

MODELOS ALTERNATIVOS PARA A HIPÓTESE PERCEPÇÃO-AÇÃO FRENTE ÀS ILUSÕES VISUAIS

Os pesquisadores continuaram buscando respaldo para as evidências neurológicas das vias ventral e dorsal e suas relações a resultados controversos de pesquisas sobre ilusões visuais.

Bruno, Bernardis e Gentilucci (2008) revisaram 33 estudos independentes sobre a ilusão de Muller-Lyer e ilusões relacionadas e verificaram que 80% da variabilidade dos experimentos poderiam ser explicados por dois conceitos gerais. O efeito da ilusão é enfraquecido (1) quando a ação é programada a partir da visão do alvo, mais do que de memória e (2) quando os participantes aprendem a atender seletivamente às localizações do alvo sobre provas repetidas. Estes resultados estão amplamente de acordo com a distinção de visão para a ação e visão para a percepção. Os autores também sugeriram um envolvimento potencial dos processos de aprendizagem e atenção durante a preparação motora. Mas ainda precisa ser estabelecido se estes processos são específicos dos mecanismos visomotores ou compartilhados com a visão para a percepção.

Glover (2002), por sua vez, observou a existência de três modelos de pesquisas na área das ilusões visuais e propôs um modelo alternativo. O primeiro modelo, o de *percepção-ação*, resultou de estudos em que as ilusões visuais têm um efeito menor sobre a ação do que sobre a percepção. A este modelo pertence Aglioti et al. (1995). O segundo modelo, de *demandas da tarefa*, resultou de pesquisas em que as ilusões afetaram mais a percepção do que a ação; porque as tarefas de ação requereram o uso de quadros de referência absoluta, com *inputs* independentes do contexto visual, pouco suscetíveis às ilusões visuais. Ao contrário, as tarefas de percepção dependeram das informações do contexto visual, que são mais suscetíveis aos efeitos ilusórios. O terceiro modelo, da *representação comum*, em que se inclui Franz et al. (2003a, 2003b) deriva-se do método utilizado, que enviesa os resultados em favor de uma subestimação dos efeitos ilusórios sobre a ação. Glover (2002) propôs, então, um modelo do *planejamento-controle* de sua autoria e de Peter Dixon (Glover e Dixon, 2001). Este modelo, que sugere que o que tem sido visto como dissociação entre a percepção e ação, poderia ser descrito com mais acurácia como representações visuais separadas entre percepção e controle *on-line*. Ilusões induzidas pelo contexto afetam apenas o planejamento e não o controle. O planejamento precisa levar em consideração o contexto que circunda um alvo, que deve ser selecionado dentre vários alvos potenciais, mesmo porque os objetos que não são alvos frequentemente agem como obstáculos que precisam ser evitados. Mas a inclusão do contexto na fase do planejamento pode redundar em erros no planejamento que ocorrem quando o contexto induz à ilusão visual. O autor ainda levantou a possibilidade de que os efeitos da ilusão sobre o planejamento podem ser corrigidos *on-line*, o que poderia sugerir que o movimento é imune ao efeito ilusório. O modelo proposto não se rivaliza com

os modelos da *percepção-ação*, *demandas da tarefa* ou o modelo de *representação comum*.

O modelo do *planejamento-controle* foi fortemente rejeitado por Franz, Scharnowski e Gegenfurtner (2005). Em sua pesquisa, os participantes desempenharam tarefas perceptuais e motoras com quatro variantes da ilusão de Ebbinghaus-Titchener apresentadas em 2 ou 3 dimensões, com e sem a visão do estímulo. A abertura da pegada dos participantes não foi corrigida nem sob a condição de nenhuma visão, nem sob a condição de visão plena, inviabilizando a possibilidade de um *planejamento-controle* em tarefas motoras. Mas os autores não rejeitaram a proposta das teorias do *controle on-line*.

Outro modelo alternativo para a explicação do funcionamento das vias ventral e dorsal na percepção visual surgiu de Daprati e Gentilucci (1997). Os resultados de sua pesquisa com a ilusão de Muller-Lyer mostraram que a configuração da mão para agarrar uma barra de madeira entre setas era influenciada pelas configurações para as quais a barra era imposta. E este efeito foi menor do que o observado em tarefas de reprodução de tamanho por meio do desenho e da abertura dos dedos polegar e indicador. É presumível a presença de dois estágios parcialmente independentes para agarrar um objeto durante uma integração visomotora. No primeiro estágio, o objeto é codificado junto a um quadro de referência centrado no objeto, num quadro de referência aloccêntrico. No segundo estágio, o quadro de referência é transposto para um quadro de referência egocêntrico, em que as relações espaciais entre o objeto e o agente são computadas. Neste segundo estágio, a influência das dicas que circundam o alvo é minimizada. Segundo os autores, e de acordo com as descobertas neuropsicológicas, o lobo parietal está envolvido na transposição da posição espacial do alvo para movimentos de aproximação. Em cérebros de macacos foram registrados *neurônios-canônicos* ativados pela ação num objeto e *neurônios-espelho* ativados pela visão da interação da mão de outro animal/experimentador com o objeto (Fabbri-Destro e Rizzolatti, 2008). Pode-se especular a existência de uma atividade concorrente entre os dois tipos de neurônios, de um quadro de referência aloccêntrico, centrado no objeto, utilizado pelos *neurônios-espelho* para um quadro de referência egocêntrico, utilizado pelos *neurônios-canônicos*. Estas descobertas disponibilizam um avanço a ser acrescentado na proposta de Goodale e Milner (1992).

Fornecendo apoio para a teoria da transferência dos estágios aloccêntrico para o egocêntrico durante o comportamento de agarrar, Kwok e Braddick (2003) não encontraram efeitos ilusórios para a ação de apanhar os discos-alvo bidimensionais e tridimensionais da ilusão

de Ebbinghaus-Titchener, porém, a ilusão influenciou as estimativas manuais. Eles reafirmaram que uma ação precisa ser dirigida para o objetivo para que aquela ação seja desempenhada pelos processos da via dorsal.

Os resultados de Wraga, Creem e Proffitt (2000) sobre a ilusão de Muller-Lyer em grande escala também reforçaram a explicação de Daprati e Gentilucci (1997). A permanência dos participantes no ponto final da seta eliciou uma codificação egocêntrica da extensão, fazendo com que o caminhar cego não exibisse o viés ilusório observado na tarefa de julgamentos verbais. A codificação egocêntrica é importante para que ocorra a dissociação percepção-ação em tarefas motoras.

O apoio de pesquisas sobre a neurofisiologia visual tem somado conhecimento ao funcionamento dos sistemas de percepção e ação. Por exemplo, Lee e Donkelaar (2002) observaram o comportamento das vias ventral e dorsal para as interações entre percepção e ação pela estimulação magnética transcranial (TMS) durante uma tarefa de apontar aos círculos da ilusão de Ebbinghaus-Titchener. Os resultados mostraram respostas das vias ventral e dorsal sobre a redução da influência da ilusão em tarefas de rapidez do movimento de apontar, mas não afetaram os tempos de reação ou a acurácia dos movimentos. Em outro experimento, a TMS foi liberada durante movimentos para o círculo-alvo de diferentes tamanhos físicos que não eram circundados por círculos pequenos ou grandes. O efeito sobre a rapidez de movimentos de apontar estava presente na via dorsal, mas não na estimulação da via ventral. O apoio da via ventral para movimentos de apontar baseia-se na informação do tamanho relativo do objeto por meio de suas projeções às áreas pré-frontais e não necessariamente pelas interações com a via dorsal. Estes resultados podem contribuir para o aperfeiçoamento da hipótese ventral-dorsal de Goodale e Milner (1992).

É inegável que foram realizados avanços na busca de esclarecimentos para o funcionamento dos comportamentos perceptual e motor. Mas este avanço tem-se mostrado lento e a impressão resultante é a de que foram levantadas apenas as colunas da construção.

CONSIDERAÇÕES FINAIS

Há muita discórdia na literatura sobre o que é dissociável entre percepção e ação e quando são encontradas estas dissociações. Boa parte das pesquisas com tarefas de agarrar o estímulo pode ser reexaminada e reconciliada no modelo dos dois sistemas visuais tão logo se reconheça que alguns aspectos da ação podem ser propensos a efeitos ilusórios, enquanto que outros permanecem relativamente imunes. Ainda não está totalmente claro se as dissociações visomotoras

ocorrem devido à operação de dois módulos visuais separados ou de diferentes operações de processamento de informações num sistema integrado. Se as respostas ilusórias e acuradas podem ser obtidas tanto na percepção quanto na ação, a proposta de um sistema interconectado parcialmente utilizando diferentes quadros de referência em diferentes tarefas poderia ser mais parcimoniosa. Mesmo se parcialmente incorreta, a hipótese dos dois sistemas visuais proposta por Goodale e Milner (1992) demonstrou grande valor heurístico. Para o futuro, será interessante situar a natureza das interconexões entre os subsistemas visuais e propor emendas para o entendimento da arquitetura funcional do sistema visual (Bruno, 2001).

Goodale e Westwood (2004) mencionaram a existência de evidência psicofísica de que o controle visomotor processa mecanismos diferentes dos que estão sob nossa experiência visual consciente do mundo, quando são requeridas respostas rápidas para alvos visíveis. Neste sentido, e embora não tratando diretamente de ilusões geométricas visuais, os resultados de experimentos sobre percepção visual da distância em grandes espaços abertos realizados por Loomis, Da Silva, Fujita e Fukusima (1992) também confirmaram a acurácia dos participantes na realização de tarefas de percepção egocêntrica da distância, mas não de distância exocêntrica. Além de corroborar a hipótese de que a percepção exocêntrica da distância independe, em alguma forma, da percepção egocêntrica da distância, esta (a) possibilita a percepção correta do movimento do indivíduo e (b) permite a atualização deste movimento em direção ao alvo. Resultados semelhantes também têm sido observados em experimentos com outro tipo de ilusões visuais, além das geométricas.

O desafio, agora é o de mapear estas descobertas experimentais e reconciliá-las com o que já foi descoberto sobre as vias dorsal e ventral do sistema visual de primatas (não humanos e humanos). Foram feitos avanços no estudo da neurofisiologia primata e, mais recentemente, por meio da TMS, mas ainda há muito a fazer. O papel das projeções da via dorsal na rede visomotora ainda não está tão claro e pode representar uma diferença fundamental entre os sistemas perceptual e de ação.

As pesquisas têm apresentado resultados distintos sob as mais diversas condições. Ainda há muito que pesquisar. O imperativo agora é reunir tudo num modelo coerente que englobe os fenômenos e as diversidades encontradas nas pesquisas neurológicas e psicofísicas.

REFERÊNCIAS

- Aglioti, S., DeSouza, J.F.X., & Goodale, M.A. (1995). Size-contrast illusions deceive the eye but not the hand. *Current Biology*, 5, 6, 679-685.

- Bruno, N. (2001). When does action resist visual illusions? *TRENDS in Cognitive Sciences*, 5, 9, 379-382.
- Bruno, N., Bernardis, P., & Gentilucci, M. (2008). Visually guided pointing, the Muller-Lyer illusion, and the functional interpretation of the dorsal-ventral split: Conclusions from 33 independent studies. *Neuroscience and Biobehavioral Reviews*, 32, 423-437.
- Daprati, E., & Gentilucci, M. (1997). Grasping and illusion. *Neuropsychologia*, 35, 12, 1577-1582.
- Dewar, M., & Carey, D. (2006). Visuomotor "imunity" to perceptual illusion: A mismatch of attentional demands cannot explain the perception-action dissociation. *Neuropsychologia*, 44, 1501-1508.
- Donkelaar, P.V. (1999). Pointing movements are affected by size-contrast illusions. *Experimental Brain Research*, 125, 517-520.
- Ellis, R.R., Flanagan, J.R., & Lederman, S.J. (1999). The influence of visual illusions on grasp position. *Experimental Brain Research*, 125, 109-114.
- Fabbri-Destro, M., & Rizzolatti, G. (2008). Mirror neurons and mirror systems in monkey and humans. *Physiology*, 23, 171-179.
- Franz, V.H. (2003a). Manual size estimation: a neuropsychological measure of perception? *Experimental Brain Research*, 151, 471-477.
- Franz, V.H. (2003b). Planning versus online control: dynamic illusion effects in grasping? *Spatial Vision*, 16, 3-4, 211-223.
- Franz, V.H., Bühlhoff, H.H., & Fahle, M. (2003). Grasp effects of the Ebbinghaus illusion: obstacle avoidance is not the explanation. *Experimental Brain Research*, 149, 470-477.
- Franz, V.H., Fahe, M., Bühlhoff, H.H., & Gegenfurtner, K.R. (2001). Effects of visual illusions on grasping. *Journal of Experimental Psychology: Human Perception and Performance*, 27, 5, 1124-1144.
- Franz, V.H., Gegenfurtner, K.R., Bühlhoff, H.H., & Fahle, M. (2000). Grasping visual illusions: no evidence for a dissociation between perception and action. *Psychological Science*, 11, 20-25.
- Franz, V.H., Scharnowski, F. & Gegenfurtner, K.R. (2005). Illusion effects on grasping are temporally constant, not dynamic. *Journal of Experimental Psychology: Human Perception and Performance*, 31, 6, 1359-1378.
- Glover, S. (2002). Visual illusion affect planning but not control. *Trends in Cognitive Sciences*, 6, 7, 288-292.
- Glover, S., & Dixon, P. (2001) Dynamic illusion effects in a reaching task: evidence for separate visual systems in the planning and control of reaching. *Journal of Experimental Psychology: Human Perception and Performance*, 27, 560-572.
- Gonzalez, C.L.R., Ganel, T., Whitwell, R.L., Morrissey, B., & Goodale, M. A. (2007). Practice makes perfect, but only with the right hand: Sensitivity to perceptual illusions with awkward grasps decreases with practice in the right but not the left hand. *Neuropsychologia*, 46, 624-631.
- Goodale, M.A., & Humphrey, G.K. (1998). The objects of action and perception. *Cognition*, 67, 181-207.
- Goodale, M.A., & Milner, A.D. (1992). Separate visual pathways for perception and action. *Trends in Neuroscience*, 15, 1, 20-25.
- Goodale, M.A., & Westwood, D.A. (2004). An evolving view of duplex vision: separate but interacting cortical pathways for perception and action. *Current Opinion in Neurobiology*, 14, 203-211.
- Haffenden, A.M., & Goodale, M.A. (1998). The effect of pictorial illusion on prehension and perception. *Journal of Cognitive Neuroscience*, 10, 122-136.
- Haffenden, A.M., & Goodale, M.A. (2000). Independent effects of pictorial displays on perception and action. *Vision Research*, 40, 10-12, 597-607.
- Haffenden, A.M., Schiff, K.C., & Goodale, M.A. (2001). The dissociation between perception and action in the Ebbinghaus illusion: nonillusory effects of pictorial cues on grasp. *Current Biology*, 11, 17-181.
- Kwok, R.M., & Braddick, O.J. (2003). When does the Titchener Circles illusion exert an effect on grasping? *Neuropsychologia*, 41, 932-940.
- Lee, J.H., & Donkelaar, P. (2002). Dorsal and ventral visual stream contributions to perception-action interactions during pointing. *Experimental Brain Research*, 143, 4, 440-446.
- Loomis, J.M., Da Silva, J.A., Fujita, N., & Fukusima, S.S. (1992). Visual space perception and visually directed Action. *Journal of Experimental Psychology: Human Perception and Performance*, 18, 4, 906-921.
- Marotta, J.J., DeSouza, J.F.X., Haffenden, A.M., & Goodale, M.A. (1998). Does a monocularly presented size-contrast illusion influence grip aperture? *Neuropsychologia*, 36, 6, 491-497.
- Milner, A.D. (1997). Vision without knowledge. *Philosophical Transactions of the Royal Society London B: Biological Sciences*, 352, 1249-1256.
- Mon-Williams, M., & Bull, R. (2000). The Judd illusion: evidence for two visual streams or two experimental conditions? *Experimental Brain Research*, 130, 273-276.
- Norman, J. (2002). Two visual systems and two theories of perception: an attempt to reconcile the constructivist and ecological approaches *Behavioral and Brain Science*, 25, 73-144.
- Plodowski, A., & Jackson, S.R. (2001). Getting to grips with the Ebbinghaus illusion. *Current Biology*, 11, 304-306.
- Schneider, G.E. (1969). Two visual systems. *Science*, 163, 3870, 895-902.
- Stöttinger, E., & Perner, J. (2006). Dissociating size representation for action and for conscious judgment: Grasping visual illusions without apparent obstacles. *Consciousness and Cognition*, 15, 269-284.
- Undergleider, L.G., & Mishkin, M. (1982). In Inge, D.T, Goodale, M.A., & Mansfield, R.J.W. *Analysis of visual behavior* (pp.549-586). Cambridge MA: MIT Press.
- Wraga, M., Creem, S.H., & Proffitt, D.R. (2000). Perception-action dissociations of a walkable Müller-Lyer configuration. *Psychological Science*, 11, 239-243.

Recebido em: 30/07/2008. Aceito em: 12/09/2008.

Apoio:

Primeira autora: PICDT/CAPES; segundo autor: CNPq (Proc. 303592/2005-2).

Autores:

Maria Amélia Cesari Quaglia – Professora da Universidade Federal de São João del Rei. Doutoranda em Psicobiologia pela FFCLRP-USP.
Sérgio Sheiji Fukusima – Doutor, Professor da FFCLRP-USP.

Endereço para correspondência:

MARIA AMÉLIA CESARI QUAGLIA
Departamento das Psicologias
Universidade Federal São João Del Rei – Campus Dom Bosco
Praça Dom Helvécio, 74
CEP 36301-160, São João Del Rei, MG, Brasil
E-mail: melinha@ufsj.edu.br