

O impacto de jogar videogames de ação em habilidades perceptuais e cognitivas

Gabriel A. Tiraboschi¹; Sérgio S. Fukusima²

¹ Graduado em Psicologia pela FFCLRP (USP) e mestre pelo programa de Psicobiologia do Departamento de Psicologia do mesmo departamento. Atualmente é doutorando no laboratório de Percepção e Psicofísica, realiza pesquisas sobre os efeitos de videogames sobre a percepção, cognição e comportamento. Colabora com outras linhas de pesquisa do laboratório sobre percepção visual, e tem interesse em temas relacionados a enriquecimento cognitivo.

² Professor Doutor do Departamento de Psicologia da Faculdade de Filosofia, Ciências e Letras de Ribeirão Preto, Universidade de São Paulo. Gradou-se em psicologia pela Universidade de São Paulo, Ribeirão Preto. Obteve título de mestre e de doutor em Psicobiologia pela Universidade de São Paulo, Ribeirão Preto, SP. Desenvolveu parte do doutorado na Universidade da Califórnia, Santa Bárbara, investigando percepção do espaço e ação. Atua em pesquisas sobre percepção e cognição do espaço, percepção e reconhecimento de faces e métodos psicofísicos.

Departamento de Psicologia, Universidade de São Paulo, Ribeirão Preto, SP

Resumo

Videogames de ação são jogos eletrônicos de ritmo frenético com cenários tridimensionais complexos, múltiplos estímulos visuais efêmeros de movimentação rápida, alta demanda do processamento visual, da atenção e coordenação mão-olho. Diversos trabalhos nos últimos quinze anos têm demonstrado que jogar videogames de ação pode aprimorar diversos processos cognitivos. As evidências mais robustas apontam para aprimoramento da atenção visual das pessoas que jogam esses videogames. Entretanto há evidências de aprimoramento de diversas habilidades e/ou domínios cognitivos relacionados à prática de jogar esses jogos, como sensibilidade ao contraste, velocidade do processamento visual, cognição espacial, flexibilidade mental e funções executivas. Nesse capítulo, abordaremos a principais evidências que corroboram ou não a hipótese de aprimoramento cognitivo relacionados ao uso de videogames de ação apresentadas nos últimos 15 anos desse campo de estudo. Assim como também discutiremos as principais críticas, meta-análises e discussões sobre o tema que vem gerando tanto destaque na literatura internacional.

Palavras-chave:

Videogames

Videogames são uma das formas de entretenimento mais populares atualmente, vide a receita mundial anual de aproximadamente US\$138 bilhões, mais que o dobro da receita da bilheteria internacional de cinema. Na América Latina são 209 milhões de jogadores e só no Brasil

a receita anual estimada é de aproximadamente US\$1,5 bilhão, sendo o primeiro país da América do Sul em consumo de videogames, o segundo da América Latina e 13º no mundo (Newzoo, 2018). O videogame não só é popular, como apela para diversas faixas etárias e gêneros: segundo relatório de 2015, referente à população norte americana, a *Entertainment Software Association* calcula que a média de idade do jogador é de 35 anos, sendo a maior parte do sexo masculino (56%), totalizando uma população de aproximadamente 155 milhões de jogadores nos EUA (Entertainment Software Association, 2015). Dessa maneira, nota-se o grande volume e variedade de pessoas que jogam videogame sejam no Brasil ou no mundo, portanto estudar os impactos dessa atividade no ser humano é importante por si só.

Dado a relevância do videogame na sociedade, não é incomum observar em meios de comunicação a veiculação de informações sobre os impactos do videogame no ser humano. Entretanto tais informações, por vezes, mostram-se equivocadas e sem embasamento científico. Não é incomum observar nessas informações manipuladas uma polarização maniqueísta sobre os efeitos do videogame, muitas vezes classificando-se a atividade de jogar videogame entre “faz muito bem” ou “faz muito mal”. Contudo, o efeito de tal atividade sobre o ser humano é complexo, multifacetado e depende do uso que a pessoa faz dele (Bavelier et al., 2011). Para se avaliar os reais efeitos do videogame é necessário mensurar e controlar todas as variáveis com o devido rigor científico. Dessa maneira, psicólogos experimentais e neurocientistas têm estudando os efeitos do videogame no ser humano no âmbito cognitivo, emocional e comportamental. De particular interesse deste texto é o efeito de jogar videogame em habilidades cognitivas, objeto de estudo há mais de 30 anos, com um número cada vez maior de trabalhos e crescente interesse, e alguns resultados surpreendentes nas duas últimas décadas (Latham, Patston & Tippett, 2013a).

Videogames, aprendizado, transferência e habilidades cognitivas

Para estudar os efeitos do jogar videogame sobre habilidades cognitivas, pesquisadores têm utilizado predominantemente dois desenhos experimentais: delineamento transversal e longitudinal (Eichenbaum, Bavelier & Green, 2014). No delineamento transversal quase-experimental se recruta dois tipos de participantes: pessoas que não tem o costume de jogar o gênero de videogame estudado (*Non video game player* ou NVGP) e jogadores experientes (*Video game player* ou VGP). Em seguida compara-se a performance dos dois grupos (NVGP x VGP) em determinada tarefa de laboratório, referida como tarefa de transferência. O objetivo desse desenho é verificar se diferenças observadas entre os grupos no desempenho da tarefa correlacionam-se com experiência em um determinado gênero de VG. Uma vez observada diferenças entre os grupos, usualmente são realizados experimentos longitudinais (ou de treinamento) sobre a mesma medida, para se aventar conclusões de causa-efeito. Nesses experimentos recrutam-se somente participantes inexperientes em videogame (NVGP) os quais são treinados em determinado videogame. Realiza-se um pré-teste antes do treinamento e um pós-teste ao final do treinamento, ambos com as mesmas tarefas de laboratório. O objetivo desse delineamento é detectar se há diferenças nos desempenhos dos participantes entre o pré e o pós-teste que teria como causa o treinamento. Estudos de treinamento são mais relevantes, contudo são delineamentos mais raros, devido a sua dificuldade e custo de realização, muitos estudos de treinamento chegam a durar meses.

Esse campo de pesquisa no qual há estudo de aprimoramentos cognitivos a partir de determinados treinamentos é conhecido como transferência e aprendizagem, pois se estuda a transferência de aprendizagens adquiridas em determinada tarefa para outras tarefas não previamente treinadas. Também é comum denominar-se generalização da aprendizagem adquirida

no treino. Tais benefícios são aferidos através de tarefas de laboratório, geralmente referidas como tarefas de transferência, pois é a partir do desempenho nessas tarefas que os pesquisadores observam se o aprendizado a partir do videogame é generalizável. Em outras palavras, se o desempenho do participante na tarefa de laboratório sofre alterações em decorrência do treino, e visto que a tarefa de laboratório não tem relações com o treino em questão, assume-se que houve uma transferência de aprendizado do treino para a tarefa.

Videogames de ação e transferência de aprendizagem

Um dos gêneros de videogame que foi mais estudado transferência de aprendizagem é o gênero de ação. Videogames de ação, referidos na literatura como videogames de ação (*Action Video Games – AVG*), são definidos como jogos de ritmo frenético; com cenários tridimensionais complexos; múltiplos alvos efêmeros com movimentação rápida; alta demanda de processamento periférico da visão; uma substancial poluição visual e tumulto; e a necessidade do jogador constantemente alternar entre uma atenção altamente focada e uma atenção distribuída no espaço, enquanto realiza ações rápidas e acuradas. (Green & Bavelier, 2015). A exigência de respostas rápidas e acuradas a diversos estímulos faz com que jogadores profissionais, por exemplo, executem mais de 250 ações por minuto (Latham, Patston & Tippett, 2013b).

Pesquisas experimentais sobre efeitos dos videogames de ação evidenciam aprimoramento de diversas habilidades, desde capacidades visuais de baixa ordem até habilidades cognitivas mais complexas (Green & Bavelier, 2015). As habilidades aprimoradas incluem: sensibilidade ao contraste (Li, Polat, Makous, & Bavelier 2009); velocidade processamento visual (Li, Polat, Scalzo & Bavelier, 2010); diversas funções da atenção visual (Green & Bavelier, 2003, 2006a, 2006b); velocidade de processamento (Dye, Green, & Bavelier, 2009); cognição espacial (Feng, Spence &

Pratt, 2007); flexibilidade mental e funções executivas (Colzato, Van Leeuwen, Van Den Wildenberg, & Hommel, 2010); entre outros efeitos que vem sendo publicados. Em outras palavras, foram observadas transferências de aprendizagem a partir do comportamento de jogar videogames de ação para outras tarefas não treinadas cuja função é avaliar tais habilidades. Segundo Spence & Feng (2010), as habilidades mentais aprimoradas são determinadas pelas demandas de habilidades específicas, que por sua vez variam de acordo com os mecanismos do videogame em questão – geralmente relacionado ao gênero do videogame. Tal proposta poderia explicar, por exemplo, o porquê de o gênero de ação aprimorar tais domínios cognitivos, uma vez que as características dos videogames de ação parecem exigir tais habilidades para que o jogador obtenha sucesso no jogo.

A possibilidade de transferência de aquisições de habilidades perceptuais e cognitivas a partir de videogames de ação para outros contextos é fascinante, visto que essa possibilidade contradiz uma vasta literatura em que se afirma que o treinamento em uma determinada tarefa dificilmente melhorará o desempenho em outra tarefa diferente (Hertzog, Kramer, Wilson & Lindenberger, 2009). Esse problema é conhecido como especificidade da aprendizagem, pois a aprendizagem é usualmente bem específica para determinada tarefa e contexto. Ademais, acrescentam-se as evidências de que até muitos treinos cognitivos hoje comercializados com esse objetivo não conseguem atingir esse grau de transferência de aprendizagem que observamos com os videogames (Owen et al., 2010).

Eichenbaum et al. (2014) explicam que o que torna os videogames ferramentas poderosas para aprendizagem é o tempo dispendido nos jogos, a variedade das tarefas realizadas nos jogos e o poder reforçador deles. Os autores também descrevem pesquisas cujos resultados mostram que ao se jogar videogame é liberado uma série de neuroquímicos relacionados ao processo de

recompensa (Koepp et al., 1998). Esses mecanismos são essenciais em permitir a plasticidade cerebral e conseqüentemente o aprendizado. Estudos de neuroimagem mais recentes corroboram essa hipótese (Kuhn et al., 2011; Lorenz, Gleich, Gallinat & Kühn, 2015)

Dessa maneira já se relata na literatura diversos usos do videogame devido ao seu grande potencial para aprendizagem e plasticidade cerebral. Como no caso da ambliopia, uma desordem do desenvolvimento que ocorre quando uma anormalidade da visão na infância perturba os circuitos neurais da visão. O resultado é um comprometimento severo da acuidade visual e percepção espacial. Por muito tempo acreditou-se que o comprometimento era irreversível na fase adulta, porém estudos mais recentes mostram que o treinamento com videogame pode melhorar pelo menos parte do comprometimento visual no adulto amblíope (Li, Ngo, Nguyen, & Levi, 2011; Li et al., 2013). Também é relatado o uso de videogame para intervenção cognitiva com população idosa (Anguera et al., 2013) e população clínica com dislexia (Franceschini et al., 2013).

Visando a investigar as bases neurais das mudanças de desempenho cognitivo através de videogames de ação, Bavelier, Achtman, Mani e Föcker (2012) utilizaram ressonância magnética para verificar a ativação de circuitos neurais entre jogadores experientes em videogames de ação (*Action Video Game Player* ou AVGP) e jogadores inexperientes (NVGP) em tarefas que demandam atenção. Os autores descobriram que, para o processamento de estímulos distratores, os AVGP apresentam uma menor ativação das áreas do encéfalo sensíveis ao movimento. E conforme a carga perceptual da tarefa aumentava os AVGP apresentavam uma menor ativação do circuito fronto-parietal em relações aos NVGP, circuito envolvido com controle atencivo e processamento de estímulos. Mishra, Zinni, Bavelier e Hillyard (2011) em um estudo utilizando-se EEG demonstram resultados similares, no qual AVGP apresentam uma menor ativação para processamento de estímulos distratores. Na mesma linha, Wu et al. (2012) treinaram universitários

NVGP em videogames de ação, e não só constataram que os participantes melhoraram em tarefa de atenção visual em relação aos controles, como apresentaram maior amplitude de ondas P2 e P3, medidas por ERP, que por sua vez estão relacionadas com alocação top-down de atenção visual e a habilidade de suprimir processamento de eventos distratores.

Gong et al. (2015) utilizando ressonância magnética, compararam AVGP profissionais e NVGP, e descobriram que os AVGP profissionais apresentam um volume maior de substância cinzenta e conexões funcionais mais eficientes nas sub-regiões do córtex insular, com predominância do hemisfério esquerdo - correlacionada a funções sensoriais motoras e ativas. Em contrapartida, West et al. (2017) ao submeterem participantes a treinamentos de 90 horas com diferentes gêneros de videogames, verificaram através de ressonância magnética que participantes treinados com videogames de ação poderiam apresentar uma redução na matéria cinzenta do hipocampo esquerdo ou um aumento de matéria cinzenta no mesmo local, a depender do tipo de estratégia de navegação espacial que utilizavam para se orientar. Já para outro grupo que treinou com outro gênero de videogame, um videogame de plataforma 3D, os participantes poderiam apresentar um aumento no hipocampo direito ou um aumento no cortex entorhinal, também a depender do tipo de estratégia de navegação espacial que utilizam. Esse estudo corrobora outros estudos anteriores cujos achados demonstram um aumento do volume de massa cinzenta de certas áreas do encéfalo de participantes que jogaram videogames de plataforma nos quais a navegação espacial é uma habilidade muito demandada pelo jogo (Kuhn et al., 2013; West et al., 2017). Em suma todas essas evidências sugerem que ao jogar videogames, os jogadores estão sujeitos à alterações morfológicas no encéfalo as quais se correlacionam com determinadas habilidades cognitivas, e essas alterações dependem de variáveis intrínsecas dos jogadores e do gênero do videogame em questão.

Videogames de ação e atenção visual

O processo mental mais bem estudado na literatura de transferência e aprendizagem com videogames de ação é a atenção – mais especificamente a atenção visual. A atenção é um domínio mental fundamental cuja função é a de seleção de informações a serem processadas (Goldstein, 2013), pois o processamento de estímulos pelo ser humano é limitado a uma carga máxima de elementos perceptuais (Lavie, Beck & Konstantinou, 2014). Sem esta limitação o processamento neural estaria sobrecarregado.

Apesar de a atenção ser limitada, sua capacidade pode ser ampliada com treino, como alguns estudos de treinamento com videogames de ação vem demonstrando ao longo dos últimos anos. Por exemplo, os resultados de Vallet, Lamb e Annetta (2013) sugerem que aqueles que passam mais tempo jogando videogames de ação tem uma menor probabilidade de sucumbir ao fenômeno de *Inattentional Blindness* (Simons e Chabris, 1999), que ocorre quando não se percebe algo que se está olhando diretamente, por uma limitação da atenção visual. Também há diversas evidências de melhora na atenção visual quanto a capacidade de monitorar múltiplos alvos simultaneamente. Para mensurar essa capacidade geralmente utiliza-se um paradigma de tarefa de rastreamento de múltiplos objetos (do inglês *multiple object tracking task* – MOT). Nesse tipo de tarefa o participante deve monitorar um ou diversos estímulos alvo em movimento simultaneamente. Quanto mais recursos atentos o participante dispõe, mais objetos o participante consegue monitorar simultaneamente. Já foi demonstrado que crianças (Dye & Bavelier, 2010; Trick, Jaspers-Fayer, Sethi, 2005) e adultos (Green & Bavelier, 2006b; Boot, Kramer, Simons, Fabiani, & Gratton, 2008) jogadores de videogames de ação apresentam um desempenho superior nessas tarefas. Assim como também já foi demonstrada uma melhora de desempenho nessa tarefa

após treinamento com videogame de ação (Green & Bavelier, 2006b). Tarefas de MOT além de serem consideradas como uma medida da capacidade atentaiva como um todo, também refletem a capacidade de dividir a atenção entre múltiplos alvos, portanto uma medida de atenção dividida.

Estudos com videogames de ação também demonstram diminuição das limitações da distribuição espacial da atenção visual. Uma série de estudos vem demonstrando um aprimoramento da distribuição espacial atenção seletiva. Um dos paradigmas mais utilizados para avaliar atenção visual seletiva nesses estudos é a tarefa do campo visual útil (do inglês *useful field of view* – UFOV). Nessa tarefa é apresentado ao participante uma tela em um amplo campo visual que contém um conjunto de estímulos distratores – usualmente 24 distratores. Essa tela é exibida muito rapidamente – entre 10 a 30 milissegundos – e entre os distratores é apresentado um estímulo alvo. Esse estímulo alvo pode aparecer em diferentes excentricidades do campo visual, e a tarefa do participante é ignorar os distratores e detectar em que direção esse estímulo alvo foi apresentado. Uma série de estudos demonstraram que pessoas as quais são jogadores experientes de videogames de ação apresentam um desempenho melhor nessa tarefa (Green & Bavelier, 2003; Green & Bavelier, 2006a; Dye & Bavelier, 2010; Feng et al., 2007; Wu et al., 2012), assim como participantes que treinam nessa tarefa (Green & Bavelier, 2003; Green & Bavelier, 2006a; Feng et al., 2007). Também há estudos sobre transferência de aprendizagem com videogames de ação, os quais utilizam paradigmas mais clássicos de tarefas de atenção seletiva, como experimentos de busca visual, cuja tarefa do participante é, por exemplo, identificar letras alvo entre estímulos distratoras. Há diversos estudos que apontam evidências de transferência de aprendizagem do jogo de ação para essas tarefas mais clássicas de atenção (Hubert-Wallander, Green, Bavelier, 2011; Wu & Spence, 2013; Castel, Pratt, Drummond, 2005).

Também há diversos estudos os quais mostram que jogar videogames de ação podem não só atenuar gargalos de como a atenção se dilui no espaço, mas como também gargalos temporais da atenção seletiva – gargalo temporal pode ser entendido como um intervalo de tempo mínimo necessário para o processamento, ou discriminação, de dois estímulos diferentes. Um fenômeno representativo desse gargalo é o fenômeno chamado de *Attentional Blink* (Raymond, Shapiro & Arnell, 1992). *Attentional Blink* (AB) ocorre quando em uma apresentação visual rápida e serial na qual o indivíduo é instruído a detectar e identificar dois alvos consecutivos em intervalos variados de tempo, após reconhecer o primeiro alvo, falha em reconhecer o segundo. Há diversas evidências de que esse fenômeno é atenuado em pessoas que jogam videogames de ação (Green & Bavelier, 2003; Cohen, Green, & Bavelier, 2008; Oei & Patterson, 2013). Porém, há alguns resultados mistos na literatura, com trabalhos os quais não mostram aprimoramento na performance de AB em estudo de delineamento transversal (Murphy & Spencer, 2009) e outro longitudinal (Boot et al., 2008). Contudo, é apontado que o estudo transversal de Murphy e Spencer (2009) pode refletir problemas de seleção de amostra, e que o estudo de treinamento de Boot et al. (2008) possui falhas metodológicas (Green, Strobach & Schubert, 2013; Oei & Patterson, 2014).

Videogames de ação e cognição espacial

Um outro processo cognitivo com impactos muito bem estudados na literatura de transferência de aprendizagem com videogames é a cognição espacial. A cognição espacial pode ser entendida como um processo mental no qual, através da percepção, pensamento, raciocínio, memória e ação, há aquisição, armazenamento, recuperação e manipulação de propriedades espaciais de estímulos ambientais ou mentais. Propriedades estas que incluem localizações, distâncias, direções, movimento, formas e tamanhos de objeto. É a partir deste processo que

interagimos com outros seres, objetos, ferramentas, navegamos e nos orientamos pelo espaço (Montello, 2001).

Os trabalhos que avaliam o impacto da prática com videogame na cognição espacial começam em meados da década de 1980 com o trabalho de Ganon (1985). Nesse experimento de treinamento de 5 horas com videogame foi realizado um pré e pós-teste utilizando-se de uma bateria de testes que evoluiu a mensuração de relações espaciais de tamanho e profundidade e navegação. Somente as mulheres beneficiaram significativamente do treino medido no teste de visualização espacial. A diferença de transferência de aprendizado entre sexo também ocorreu em Cherney (2008) que treinou universitários em videogame por quatro horas, e somente mulheres que jogaram melhoraram significativamente nos testes de rotação mental. Outras pesquisas também corroboram com a hipótese de que mulheres beneficiam-se mais com os treinamentos de videogame do que os homens, minimizando a diferença entre sexos para testes de rotação mental (Feng et al., 2007; Cherney, Bersted & Smetter, 2014). Em contrapartida, Dorval & Pépin (1986) encontram efeito significativo de treino com o videogame *Zaxxon* tanto para homens como para mulheres testes de relações espaciais. Assim como De Lisi e Cammarano (1996) também não encontraram diferenças, universitários de ambos sexos melhoraram no teste de rotação mental depois de uma hora de treinamento com o videogame *Blockout*. Os efeitos de videogames na cognição espacial também foram observados em crianças e adolescentes (McClurg & Chaillé, 1987; Subrahmanyam & Greenfield, 1994; De Lisi & Wolford, 2002).

Posteriormente outros estudos foram realizados demonstrando a transferência ou a limitação da transferência de aprendizagem dos videogames para a cognição espacial (e.g. Okagaki & Frensch, 1994; Sims & Mayer, 2002). Em suma muitos desses estudos apresentam, em geral, evidências a favor da hipótese que treinamentos com videogames promovem transferências de

aprendizado de habilidades espaciais para outros contextos, como corrobora a meta-análise conduzida por Ferguson (2007). E participantes do sexo feminino em geral beneficiam-se mais do treino. Contudo, as habilidades espaciais não são as mesmas para as diferentes escalas. Sendo os testes aplicados nesses estudos somente de pequena escala (i.e. rotação mental), o treinamento com videogame também aprimoraria habilidades em espaços psicológicos maiores?

Poucos estudos até então avaliaram transferência de habilidades espaciais em ambientes de larga escala psicológica a partir da prática com videogame e as evidências até então são inconclusivas, pois são conflitantes. Enquanto os experimentos de Adams, Pilegard e Mayer (2016) não apontam evidências de transferências de habilidades espaciais de larga escala (e.g. orientação espacial), o experimento de Shut, Ventura e Ke (2015) apresenta evidências opostas, de há transferências, porém somente para ambientes virtuais, e não para ambientes reais – que pode-se considerar como uma limitação da transferência, ou uma transferência curta (*near transfer*).

Muitos desses estudos sobre videogames e cognição espacial até então discutidos, não diferenciam o gênero de videogames e apresentam o videogame como um conceito unitário. Isso se dá principalmente pelo fato de alguns desses estudos serem antigos e datarem antes dos primeiros trabalhos que diferiram os gêneros do videogame como uma variável essencial (e.g. Green & Bavelier, 2003). Entretanto, como já foi discutido anteriormente, as mecânicas de cada videogame são essenciais para definir quais habilidades cognitivas são exigidas para que o jogador tenha sucesso no jogo. E as mecânicas dependem essencialmente do gênero do videogame. E como esse texto tem por objetivo destacar videogames do gênero de ação, enfocaremos agora em estudos que trabalharam com essa distinção em treinamentos com videogames e mensuraram habilidades espaciais ou correlatas.

A maior parte das pesquisas até então sobre videogames do gênero de ação apresentam evidências que estes jogos aprimoram habilidades visuoespaciais elementares e essenciais para processos cognitivos e espaciais mais elaborados. Dentre esses mecanismos elementares dos quais há evidências de aprimoramento podemos destacar: sensibilidade ao contraste (Li et al., 2009); resolução espacial do sistema visual (Green & Bavelier, 2007); e distribuição espacial da atenção visual (Green & Bavelier, 2003). Até onde sabemos, há atualmente somente um único trabalho que estudou a relação de habilidades espaciais mais elaboradas (rotação mental) e videogames do gênero de ação. Feng et al. (2007) demonstraram que participantes que treinaram com videogame de ação melhoraram significativamente o desempenho em rotação mental e distribuição espacial da atenção visual. A diferença de desempenho em rotação mental entre homens e mulheres foi drasticamente reduzida. Esses benefícios se estenderam para cinco meses depois do experimento. Entretanto, apesar das evidências de que videogames de ação promovem aprendizagem e transferência para tarefas visuoespaciais básicas e tarefas de rotação mental, ainda não há evidências de que essa transferência se estendesse para habilidades espaciais em ambientes de larga escala. Em outras palavras, não se sabe se há uma melhora de habilidades espaciais em contextos maiores, como por exemplo a habilidade de se orientar em um determinado local.

Panorama geral do campo

Nos últimos quinze anos, estudos sobre videogames, em especial videogames de ação, têm recebido bastante destaque na mídia e literatura científica internacionais. Esses estudos trazem evidências de transferências de aprendizagem do videogame para outras tarefas não relacionadas ao videogame (Green & Bavelier, 2003; Bavelier & Green 2016). Dessa maneira houve um crescente interesse em entender como jogar videogames poderia produzir um

aprimoramento cognitivo em crianças (Dye et al., 2009), adultos (Bavelier & Davidson, 2013), e idosos (Belchior et al., 2013). Diversos trabalhos publicados apontam evidências que jogar videogames de ação aprimoraria uma série de processos cognitivos incluindo atenção visual (Feng et al., 2007; Green & Bavelier, 2003, 2006; Cohen, Green, & Bavelier, 2008; Oei, & Patterson, 2013; Dye et al., 2009; Wu et al., 2012), memória visual de curto prazo (Blacker & Curby, 2013), velocidade de processamento (Dye et al., 2009), funções executivas (Green, Sugarman, Medford, Klobusicky, & Bavelier, 2012; Strobach, Frensch, & Schubert, 2012) e habilidades procedurais (Green, Pouget, & Bavelier, 2010; Bavelier, Green, Pouget, & Schrater, 2012).

Em contrapartida, outros estudos não encontraram nenhum ou pouco efeito de videogames de ação em habilidades cognitivas (Boot et al., 2008; Irons, Remington, & McLean, 2011; Murphy, & Spencer, 2009; Gobet et al., 2014; van Ravenzwaaij, Boekel, Forstmann, Ratcliff, & Wagenmakers, 2014; Unsworth et al., 2015). Por exemplo, Gobet et al. (2014) mostraram que um grupo de jogadores de videogames de ação não mostrou maior reserva de carga perceptual ou uma performance superior em uma tarefa de detecção de mudança, quando comparados a um grupo controle. Irons et al. (2011), Murphy e Spencer (2009), e Unsworth et al. (2015) não encontraram diferenças de performance cognitiva entre jogadores habituais de videogames de ação e não jogadores. E Boot et al. (2008) ao tentar replicar experimentos de treinamento com videogames e encontraram pouca influência do treino na performance cognitiva de seus participantes.

Ao analisar os estudos de meta-análise dessa literatura científica o cenário fica mais confuso. Alguns estudos corroboram a hipótese de aprimoramentos moderados em habilidades visuoespaciais e atentas a partir da experiência prévia ou treinamento com videogames de ação

(Ferguson, 2007; Powers, Brooks, Aldrich, Palladino, & Alfieri, 2013; Wang et al., 2016; Bediou et al., 2017). Contudo, há críticas de que essas meta-análises apresentam vieses na seleção de estudos (não incluindo estudos que contradizem sua hipótese), e outra meta-análise recente encontrou de pouca a nenhuma evidência de aprimoramento cognitivo a partir da experiência com videogames (Sala, Tatlidil & Gobet, 2017). Dessa maneira observa-se que não há consenso absoluto sobre se treinamento com videogames promove aprimoramento cognitivo.

Críticas metodológicas

Agregando ao debate sobre aprimoramento cognitivo de videogames de ação, foi sugerido que falhas metodológicas em estudos de transferência de aprendizado com videogames podem gerar variáveis intervenientes que alterariam os resultados, e provocariam erros do tipo I (Boot, Blakely, & Simons, 2011). Tais limitações metodológicas impediriam conclusões mais claras e unânimes sobre o assunto. Dentre essas limitações metodológicas, a falta de controle sobre as expectativas dos participantes é um dos tópicos que mais tem recebido atenção. Alguns autores discutem sobre a importância de se controlar efeitos de expectativas, como o efeito placebo e o efeito Hawthorne, em estudos de treinamento cognitivo nos quais se avalia transferência de aprendizagem (Boot, Blakely, & Simons, 2011; Boot & Simons, 2012; Boot, Simons, Stothart, & Stutts, 2013; Chabris, 2017). Em outras palavras, esses autores sugerem que nos estudos com videogames, as expectativas dos participantes sobre o treinamento que eles vão receber (nos casos de experimentos com treinamentos), ou expectativas sobre uma bagagem de treinamento que eles já possuem (estudos que comparam jogadores com não-jogadores) podem ser responsáveis por diferenças observadas entre participantes, gerando, por exemplo, um efeito placebo.

Foroughi, Monfort, Paczynski, McKnight, e Greenwood (2016) recrutaram para um experimento dois grupos de participante de maneiras diferentes: para um grupo era dito que se tratava de um experimento de treinamento cognitivo sendo esperado aprimoramento cognitivo (grupo placebo), e para o outro grupo nada era dito a esse respeito (grupo controle). Participantes de ambos os grupos realizavam um pré-teste com dois testes de inteligência geral, passavam por um treinamento de memória de trabalho por uma hora, e, por fim, realizaram um pós-teste no dia seguinte com os mesmos testes de inteligência. Somente o grupo placebo obteve uma melhora significativa de QI no pós-teste, corroborando as hipóteses levantadas por Boot et al. (2011, 2013) sobre a possibilidade de efeitos de expectativas permearem e interferirem em treinamentos cognitivos. Entretanto, ainda não era claro se o efeito placebo também se aplicaria para outras tarefas além dos testes de inteligência geral, e também não era claro se esse efeito se aplica em pesquisas sobre treinamento cognitivo com videogames mais especificamente.

Em uma pesquisa recente de nosso laboratório, notamos que os efeitos de expectativa podem surgir sim em um treinamento com videogame e podem interferir em tarefas de atenção visual (Tiraboschi, Fukusima, & West, 2019). Em nosso estudo recrutamos de maneira encoberta participantes com o engodo que estavam sendo recrutados para um estudo sobre atenção. Todos os participantes no experimento primeiramente recebiam instruções, em seguida, em um pré-teste realizam as tarefas atencionais (tarefas do campo visual útil e da piscada atencional), depois jogavam o videogame “Sudoku 2” durante 15 minutos, e por fim refaziam as tarefas de atenção visual em um pós-teste. Metade dos participantes (grupo placebo) recebia uma instrução que induzia o participante a acreditar que o Sudoku deixava a pessoa com o pensamento mais rápido e mais atenta. A outra metade dos participantes (grupo controle) recebia uma instrução neutra, cuja função era de induzir os participantes a acreditar que o Sudoku era somente uma pausa do

experimento. Surpreendentemente, observamos uma melhora de desempenho significativa na tarefa de campo visual útil somente para os participantes do grupo placebo do pré-teste para o pós-teste. O que sugere a existência de um efeito de expectativa.

Em contrapartida, contrários as ideias de que efeitos de expectativas dificultam as conclusões de estudos de treinamentos cognitivos (em especial com videogames), outros autores argumentam que o efeito placebo, não seria significativo o suficiente para alterar resultados de trabalhos que evidenciaram transferências de aprendizagem (Green, Strobach, & Schubert, 2013). Esses autores argumentam que se o simples fato de se criar expectativas aprimoraria a cognição e percepção das pessoas, então bastaria fazer com que essas acreditassem que estão aprimoradas para assim estarem. Adicionalmente, os autores afirmam que para que haja esse efeito, os participantes precisariam estar cientes da hipótese do experimento e isso teria que se traduzir para dados comportamentais, o que não acontece segundo eles. Além dos argumentos apresentados por esses autores, é muito difícil explicar somente por efeitos de expectativas, evidências de diferenças de substância cinzenta entre jogadores e não-jogadores de videogame (Tanaka et al., 2013; Kuhn et al., 2011; West et al., 2017) e evidências de transformações neuroplásticas resultantes de treinos com videogame (Kuhn et al., 2013; West et al., 2017; West et al., 2017).

Conclusão

Os efeitos dos videogames sobre o comportamento, o cérebro e a cognição humana têm despertado interesse de psicólogos e neurocientistas desde que o videogame surgiu como mídia de entretenimento. Essa área tem ganhado bastante destaque desde o ano de 2003 com a publicação de Green e Bavelier (2003) na revista *Nature*, cujos resultados mostram com muita elegância a diferença de desempenho em testes de atenção seletiva entre pessoas treinadas em

videogames de ação e pessoas sem treinamento. Desde então a número de publicações sobre o assunto tem crescido de maneira exponencial, assim como tem aumentado o rigor científico, o nível de detalhamento (e.g. diferenciar gêneros de videogames) e as evidências que corroboram ou não a hipótese de aprimoramento cognitivo. De maneira geral as evidências nos permitem concluir que há sim uma grande interferência do videogame sobre o desempenho cognitivo, o comportamento dos jogadores, e que também há mudanças importantes na fisiologia do sistema nervoso central dos jogadores. Entretanto, ainda não é claro quais são todas as várias que desempenham um papel nessas mudanças e qual a extensão dessas mudanças. Esta é uma área de estudo recente, e trata sobre o impacto de uma mídia de entretenimento que está sempre em constante mudanças, o que também torna difícil a aplicabilidade de certos achados. Ainda há muitas falhas metodológicas a se corrigir, e é necessário um aprofundamento sobre diversas variáveis, como mecanismos do jogos, mudanças do comportamento e de estruturas do sistema nervoso, além de que se faz necessário que as pesquisas se expandam para outros gêneros de videogames a fim de entender como outros mecanismos podem interferir em outros processos cognitivos. Somente dessa maneira, com aprofundamento e ampliação das pesquisas, que conclusões mais definitivas possam ser tiradas sobre o assunto e reportadas na mídia com mais clareza e honestidade.

Referências

- Adams, D. M., Pilegard, C., & Mayer, R. E. (2016). Evaluating the Cognitive Consequences of Playing Portal for a Short Duration. *Journal of Educational Computing Research*, 54(2), 173–195. doi:10.1177/0735633115620431
- Anguera, J. A., Boccanfuso, J., Rintoul, J. L., Al-Hashimi, O., Faraji, F., Janowich, J., Kong, E., Yudy, L., Rolle, C., Johnston, E., & Gazzaley, A. (2013). Video game training enhances cognitive control in older adults. *Nature*, 501(7465), 97-101. doi:10.1038/nature12486

- Bavelier, D., & Davidson, R. J. (2013). Brain training: Games to do you good. *Nature*, *494*(7438), 425-426.
- Bavelier, D., Green, C. S., Han, D. H., Renshaw, P. F., Merzenich, M. M., & Gentile, D. A. (2011). Brains on video games. *Nature Reviews Neuroscience*, *12*(12), 763-768. doi:10.1038/nrn3135
- Bavelier, D., Green, C. S., Pouget, A., & Schrater, P. (2012). Brain Plasticity Through the Life Span: Learning to Learn and Action Video Games. *Annual Review of Neuroscience*, *35*(1), 391-416. doi: 10.1146/annurev-neuro-060909-152832
- Bavelier, D., & Green, C. S. (2016). The brain-boosting power of video games. *Scientific American*, *315*(1), 26-31. doi: 10.1038/scientificamerican0716-26
- Bavelier, D., Achtman, R.L., Mani, M., & Föcker, J. (2012). Neural bases of selective attention in action video game players. *Vision Research*, *61*, 132-143. doi:10.1016/j.visres.2011.08.007
- Bediou, B., Adams, D. M., Mayer, R. E., Tipton, E., Green, C. S., & Bavelier, D. (2017). Meta-Analysis of Action Video Game Impact on Perceptual, Attentional, and Cognitive Skills. *Psychological Bulletin*. Advance online publication. doi:10.1037/bul0000130
- Belchior, P., Marsiske, M., Sisco, S. M., Yam, A., Bavelier, D., Ball, K., & Mann, W. C. (2013). Video game training to improve selective visual attention in older adults. *Computers in Human Behaviour*, *29*(4), 1318-1324.
- Blacker, K. J., & Curby, K. M. (2013). Enhanced visual short-term memory in action video game players. *Attention, Perception & Psychophysics*, *75*(6), 1128-36. doi:10.3758/s13414-013-0487-0
- Boot, W. R., Blakely, D. P., & Simons, D. J. (2011). Do action video games improve perception and cognition? *Frontiers in Psychology*, *2*(SEP), 1-6. doi:10.3389/fpsyg.2011.00226
- Boot, W. R., Kramer, A. F., Simons, D. J., Fabiani, M., & Gratton, G. (2008). The effects of video game playing on attention, memory, and executive control. *Acta psychologica*, *129*(3), 387-398. doi:10.1016/j.actpsy.2008.09.005
- Boot, W. R., & Simons, D. J. (2012). Advances in video game methods and reporting practices (but still room for improvement): A commentary on Strobach, Frensch, and Schubert (2012). *Acta Psychologica*, *141*(2), 276-277. doi:10.1016/j.actpsy.2012.06.011
- Boot, W. R., Simons, D. J., Stothart, C., & Stutts, C. (2013). The Pervasive Problem With Placebos in Psychology: Why Active Control Groups Are Not Sufficient to Rule Out Placebo Effects. *Perspectives on Psychological Science*, *8*(4), 445-454. doi: 10.1177/1745691613491271
- Castel AD, Pratt J, Drummond E. (2005) The effects of action video game experience on the time course of inhibition of return and the efficiency of visual search. *Acta Psychol.*, *119*(2): 217-230. doi:10.1016/j.actpsy.2005.02.004

- Chabris, C. F. (2017). Six Suggestions for Research on Games in Cognitive Science. *Topics in Cognitive Science*, 9(2), 497–509. doi: 10.1111/tops.12267
- Cherney, I. D. (2008). Mom, let me play more computer games: They improve my mental rotation skills. *Sex Roles*, 59(11–12), 776–786. doi:10.1007/s11199-008-9498-z
- Cherney, I. D., Bersted, K., & Smetter, J. (2014). Training spatial skills in men and women. *Perceptual and Motor Skills*, 119(1), 82–99. doi:10.2466/23.25.PMS.119c12z0
- Cohen, J.E., Green, C.S., & Bavelier, D. (2008). Training Visual Attention with Video Games: Not all Games are Created Equal. In O'Neil, H.F. & Perez, R.S. (eds), *Computer Games and Team and Individual Learning* (pp. 205-227). Amsterdam: Elsevier.
- Colzato, L. S., Van Leeuwen, P. J., Van Den Wildenberg, W., & Hommel, B. (2010). DOOM'd to switch: superior cognitive flexibility in players of first person shooter games. *Frontiers in psychology*, 1, 8. doi:http://dx.doi.org/10.3389/fpsyg.2010.00008
- De Lisi, R., & Cammarano, D. M. (1996). Computer experience and gender differences in undergraduate mental rotation performance. *Computers in Human Behavior*, 12(3), 351–361. doi:10.1016/0747-5632(96)00013-1
- De Lisi, R., & Wolford, J. L. (2002). Improving children's mental rotation accuracy with computer game playing. *The Journal of Genetic Psychology*, 163(3), 272–282. doi:10.1080/00221320209598683
- Dorval, M., & Pépin, M. (1986). Effect of playing video game on a Measure of Spatial Visualization. *Perceptual Motor Skills*, 62, 159–162.
- Dye, M. W., Green, C. S., & Bavelier, D. (2009). Increasing speed of processing with action video games. *Current directions in psychological science*, 18(6), 321-326.
- Dye MWG, Bavelier D. (2010). Differential development of visual attention skills in schoolage children. *Vision Res*, 50(4): 452–459. doi:10.1016/j.visres.2009.10.010
- Eichenbaum, A., Bavelier, D., & Green, C. S. (2014). Video Games Play that can do Serious Good. *American Journal of Play*, 7(1).
- Entertainment Software Association (2015). Essential facts about the computer and video game industry: sales, demographic and usage data. Recuperado de <http://www.theesa.com/wp-content/uploads/2015/04/ESA-Essential-Facts-2015.pdf>
- Feng, J., Spence, I., & Pratt, J. (2007). Playing an action video game reduces gender differences in spatial cognition. *Psychological science*, 18(10), 850-855.
- Ferguson, C. J. (2007). The good, the bad and the ugly: A meta-analytic review of positive and negative effects of violent video games. *Psychiatric Quarterly*, 78(4), 309–316. doi:10.1007/s11126-007-9056-9

- Franceschini, S., Gori, S., Ruffino, M., Viola, S., Molteni, M., & Facoetti, A. (2013). Action video games make dyslexic children read better. *Current Biology*, 23(6), 462-466. doi:10.1016/j.cub.2013.01.044
- Foroughi, C. K., Monfort, S. S., Paczynski, M., McKnight, P. E., & Greenwood, P. M. (2016). Placebo effects in cognitive training. *Proceedings of the National Academy of Sciences*, 113(27), 7470–7474. doi:10.1073/pnas.1601243113
- Gagnon, D. (1985). Videogames and spatial skills: An exploratory study. *Educational Communication and Technology*, 33(4), 263–275. doi:10.1007/BF02769363
- Gobet, F., Johnston, S. J., Ferrufino, G., Johnston, M., Jones, M. B., Molyneux, A., Terzis, A., Weeden, L. (2014). “No level up!”: No effects of video game specialization and expertise on cognitive performance. *Frontiers in Psychology*, 5(NOV), 1–9. doi:10.3389/fpsyg.2014.01337
- Goldstein, E. B. (2013). *Sensation and perception*. Cengage Learning.(pp. 127-149).
- Gong, D., He, H., Liu, D., Ma, W., Dong, L., Luo, C., & Yao, D. (2015). Enhanced functional connectivity and increased gray matter volume of insula related to action video game playing. *Scientific reports*, 5, 9763. doi: 10.1038/srep09763
- Green, C. S., & Bavelier, D. (2003). Action video game modifies visual selective attention. *Nature*, 423(6939), 534–537. doi:10.1038/nature01647
- Green, C. S., & Bavelier, D. (2006a). Effect of action video games on the spatial distribution of visuospatial attention. *Journal of experimental psychology: Human perception and performance*, 32(6), 1465. doi: 10.1037/0096-1523.32.6.1465
- Green, C. S., and Bavelier, D. (2006b). Enumeration versus multiple object tracking: The case of action video game players. *Cognition*, 101, 217–245. doi: 10.1016/j.cognition. 2005.10.004
- Green, C. S., & Bavelier, D. (2007). Action-video-game experience alters the spatial resolution of vision. *Psychological Science*, 18(1), 88–94.
- Green, C. S., & Bavelier, D. (2015). Action video game training for cognitive enhancement. *Current Opinion in Behavioral Sciences*, 4, 103–108. doi: 10.1016/j.cobeha.2015.04.012
- Green, C. S., Pouget, A., & Bavelier, D. (2010). Improved probabilistic inference as a general learning mechanism with action video games. *Current Biology*, 20(17), 1573–1579. doi: 10.1016/j.cub.2010.07.040.Improved
- Green, C. S., Sugarman, M. A., Medford, K., Klobusicky, E., & Bavelier, D. (2012). The effect of action video game experience on task-switching. *Computers in Human Behavior*, 28(3), 984–994. doi: org/10.1016/j.chb.2011.12.020

- Green, C. S., Strobach, T., & Schubert, T. (2013). On methodological standards in training and transfer experiments. *Psychological Research*, Epub ahead of print. doi:10.1007/s00426-013-0535-3
- Hertzog, C., Kramer, A. F., Wilson, R. S., & Lindenberger, U. (2009). Enrichment effects on adult cognitive development. *Psychological Science in the Public Interest*, *9*, 1–65. doi: 10.1111/j.1539-6053.2009.01034.x
- Hubert-Wallander B, Green CS, Bavelier D. (2011) Stretching the limits of visual attention: The case of action video games. *Wiley Interdiscip Rev Cogn Sci.*, *2*(2): 222–230. doi:10.1002/wcs.116
- Koepp, M. J., Gunn, R. N., Lawrence, A. D., Cunningham V. J., Dagher, A., Jones, T., Brooks J. D., Bench, C.J., & Grasby, P.M. (1998). Evidence for Striatal Dopamine Release during a Video Game. *Nature*, *393*, 266–68.
- Kuhn, S., Romanowski, A., Schilling, C., Lorenz, R., Morsen, C., Seiferth, N., ... Gallinat, J. (2011). The neural basis of video gaming. *Transl.Psychiatry*, *1*(2158–3188 (Electronic)), e53. doi:10.1038/tp.2011.53
- Kühn, S., Gleich, T., Lorenz, R. C., Lindenberger, U., & Gallinat, J. (2013). Playing Super Mario induces structural brain plasticity: gray matter changes resulting from training with a commercial video game. *Molecular Psychiatry*, *19*(August 2013), 265–71. doi: 10.1038/mp.2013.120
- Irons, J. L., Remington, R. W., & McLean, J. P. (2011). Not so fast: Rethinking the effects of action video games on attentional capacity. *Australian Journal of Psychology*, *63*(4), 224–231. doi:10.1111/j.1742-9536.2011.00001.x
- Latham, A.J., Patston, L.L.M., & Tippett, L.J. (2013a). The virtual brain: 30 years of video-game play and cognitive abilities. *Frontiers in Psychology*, *4*, 629. doi: 10.3389/fpsyg.2013.0062
- Latham, A.J., Patston, L.L.M., & Tippett, L.J. (2013b). Just how expert are “expert” video-game players? Assessing the experience and expertise of videogame players across “action” videogame genres. *Frontiers in Psychology*, *4*, 941. doi: 10.3389/fpsyg.2013.00941
- Lavie, N., Beck, D.M., & Konstantinou, N. (2014). Blinded by the load: attention, awareness and the role of perceptual load. *Philosophical Transactions of the Royal Society B*, *369*(1641). doi: 10.1098/rstb.2013.0205
- Li, R., Polat, U., Makous, W., and Bavelier, D. (2009). Enhancing the contrast sensitivity function through action video game training. *Nature Neuroscience*, *12*, 549–551. doi:10.1038/nn.2296
- Li, R., Polat, U., Scalzo, F., and Bavelier, D. (2010). Reducing backward masking through action game training. *Journal of Vision*, *10*(14), 33, 1–13. doi:10.1167/10.14.33
- Li, R.W., Ngo, C., Nguyen, J., & Levi, D.M. (2011). Video-game play induces plasticity in the visual system of adults with amblyopia. *PLoS Biology*, *9*(8), e1001135. doi:10.1371/journal.pbio.1001135

- Li, J., Thompson, B., Deng, D., Chan, L.Y., Yu, M., & Hess, R.F. (2013). Dichoptic training enables the adult amblyopic brain to learn. *Current biology*, 23(8), R308-9. doi: 10.1016/j.cub.2013.01.059
- Lorenz, R. C., Gleich, T., Gallinat, J., & Kühn, S. (2015). Video game training and the reward system. *Frontiers in Human Neuroscience*, 9(February), 1–9. doi:10.3389/fnhum.2015.00040
- McClurg, P. A., & Chaillé, C. (1987). Computer games: Environments for developing spatial cognition? *Journal of Educational Computing Research*, 3(1), 95-111.
- Mishra, J., Zinni, M., Bavelier, D., & Hillyard, S. A. (2011). Neural basis of superior performance of action videogame players in an attention-demanding task. *The Journal of Neuroscience*, 31(3), 992-998. doi: 10.1523/JNEUROSCI.4834-10.2011
- Montello, DR (2001). Spatial cognition. In: N. Smelser & P. Baltes (Eds.), *International encyclopedia of the social behavioral sciences* (pp. 14771–14775). Oxford: Pergamon Press.
- Murphy, K., & Spencer, A. (2009). Playing video games does not make for better visual attention skills. *Journal of Articles in Support of the Null Hypothesis*, 6(1), 1-20.
- Newzoo. (2018). Free 2018 Global Games Market Report. Recuperado de <https://newzoo.com/insights/infographics/>
- Oei, A. C., & Patterson, M. D. (2013). Enhancing cognition with video games: a multiple game training study. *PLoS One*, 8(3), e58546. doi: 10.1371/journal.pone.0058546
- Oei, A. C., & Patterson, M. D. (2014). Are videogame training gains specific or general?. *Frontiers in systems neuroscience*, 8. doi: 10.3389/fnsys.2014.00054
- Okagaki, L., & Frensch, P. A. (1994). Effects of video game playing on measures of spatial performance: Gender effects in late adolescence. *Journal of Applied Developmental Psychology*, 15, 33–58. doi:10.1016/0193-3973(94)90005-1
- Powers, K. L., Brooks, P. J., Aldrich, N. J., Palladino, M. A., & Alfieri, L. (2013). Effects of video-game play on information processing: A meta-analytic investigation.
- Raymond, J. E., Shapiro, K. L., & Arnell, K. M. (1992). Temporary suppression of visual processing in an RSVP task: An attentional blink? *Journal of Experimental Psychology: Human Perception and Performance*, 18(3), 849.
- Sala, G., Tatlidil, K. S., & Gobet, F. (2017). Video Game Training Does Not Enhance Cognitive Ability: A Comprehensive Meta-Analytic Investigation. *Psychological Bulletin*. Advance online publication. doi:10.1037/bul0000139
- Shute, V. J., Ventura, M., & Ke, F. (2015). The power of play: The effects of Portal 2 and Lumosity on cognitive and noncognitive skills. *Computers and Education*, 80, 58–67. doi:10.1016/j.compedu.2014.08.013

- Sims, V. K., & Mayer, R. E. (2002). Domain specificity of spatial expertise: The case of video game players. *Applied Cognitive Psychology, 16*(1), 97–115. <http://doi.org/10.1002/acp.759>
- Simons, D. J., & Chabris, C. F. (1999). Gorillas in our midst: Sustained inattention blindness for dynamic events. *Perception, 28*, 1059–1074.
- Spence, I., & Feng, J. (2010). Video games and spatial cognition. *Review of General Psychology, 14*(2), 92–104. doi:10.1037/a0019491
- Strobach, T., Frensch, P. A., & Schubert, T. (2012). Video game practice optimizes executive control skills in dual-task and task switching situations. *Acta Psychologica, 140*(1), 13–24. doi: 10.1016/j.actpsy.2012.02.001
- Subrahmanyam, K., & Greenfield, P. M. (1994). Effect of Video Game Practice on Spatial Skills in Girls and Boys. *Journal of Applied Developmental Psychology, 15*, 13–32.
- Tanaka, S., Ikeda, H., Kasahara, K., Kato, R., Tsubomi, H., Sugawara, S. K., ... Watanabe, K. (2013). Larger Right Posterior Parietal Volume in Action Video Game Experts: A Behavioral and Voxel-Based Morphometry (VBM) Study. *PLoS ONE, 8*(6), 4–9. doi: 10.1371/journal.pone.0066998
- Trick LM, Jaspers-Fayer F, Sethi N. (2005). Multiple-object tracking in children: The “Catch the Spies” task. *Cogn Dev. 2005; 20*(3): 373–387. doi:10.1016/j.cogdev.2005.05.009
- Tiraboschi, G.A., Fukusima, S.S. & West, G.L. *J Cogn Enhanc* (2019). doi: 10.1007/s41465-019-00130-x
- Unsworth, N., Redick, T. S., McMillan, B. D., Hambrick, D. Z., Kane, M. J., & Engle, R. W. (2015). Is Playing Video Games Related to Cognitive Abilities? *Psychological Science, 26*(6), 759–774. doi:10.1177/0956797615570367
- Vallet, D.B., Lamb, R. L., & Annetta, L. A. (2013). The gorilla in the room: The impacts of video-game play on visual attention. *Computers in Human Behavior, 29*(6), 2183-2187. [doi:10.1016/j.chb.2013.05.001](http://doi.org/10.1016/j.chb.2013.05.001)
- Wang, P., Liu, H.-H., Zhu, X.-T., Meng, T., Li, H.-J., & Zuo, X.-N. (2016). Action Video Game Training for Healthy Adults: A Meta-Analytic Study. *Frontiers in Psychology, 7*(June), 1–13. doi:10.3389/fpsyg.2016.00907
- West, G. L., Konishi, K., Diarra, M., Benady-Chorney, J., Drisdelle, B. L., Dahmani, L., ... Bohbot, V. D. (2017). Impact of video games on plasticity of the hippocampus. *Molecular Psychiatry, (June)*, 1–9. doi: 10.1038/mp.2017.155

West, G. L., Zendel, B. R., Konishi, K., Benady-Chorney, J., Bohbot, V. D., Peretz, I., & Belleville, S. (2017). Playing Super Mario 64 increases hippocampal grey matter in older adults. *PLOS ONE*, 12(12), e0187779. doi: 10.1371/journal.pone.0187779

Wu, S., Cheng, C. K., Feng, J., D'Angelo, L., Alain, C., & Spence, I. (2012). Playing a First-person Shooter Video Game Induces Neuroplastic Change. *Journal of Cognitive Neuroscience*, 24(6), 1286–1293. doi:10.1162/jocn_a_00192

Wu S, Spence, I. (2013). Playing shooter and driving videogames improves top-down guidance in visual search. *Atten Percept Psychophys.*, 75(4): 673–686. doi:10.3758/s13414-013-0440-2