

Revista da Biologia (2016) 15(1):39-49
DOI: 10.7594/revbio.15.01.05

Revisão

A construção do cérebro dependente: uma análise da mídia brasileira e da literatura científica sobre adição a tecnologias

Constructing the dependent brain: an analysis of the Brazilian media and of the scientific literature on technology addiction

Olavo B. Amaral* & Lara S. Junqueira

Instituto de Bioquímica Leopoldo de Meis, Universidade Federal do Rio de Janeiro

*Contato: olavo@bioqmed.ufrj.br

Resumo. A neurociência é frequentemente usada como um argumento em diversos debates sobre saúde mental, tais como a definição de alguns comportamentos como patológicos. Para compreender como isto ocorre na mídia brasileira, analisamos fatos neurocientíficos mencionados em artigos sobre um diagnóstico ainda controverso, a dependência de jogos eletrônicos e/ou internet. Dos 85 artigos localizados em 7 grandes veículos de imprensa online, 25% faziam alusões à neurociência. A análise de dois fatos frequentemente mencionados (a similaridade das alterações cerebrais observadas nas dependências de tecnologia e drogas e a liberação de dopamina como mediador de recompensa e adição a jogos eletrônicos) demonstra inconsistências entre as afirmações na mídia e a evidência empírica disponível. No entanto, vieses semelhantes foram encontrados na própria literatura científica, sugerindo que interpretações relacionadas à existência de um “cérebro dependente” em adições químicas e comportamentais parecem ser favorecidas tanto entre jornalistas quanto entre cientistas.

Palavras-chave. *Dependência; jogo eletrônico; internet; neuroimagem; dopamina.*

Abstract. Neuroscience is frequently used as an argument in various debates on mental health, such as the definition of some behaviors as pathological. To understand how this happens in the Brazilian media, we analyzed neuroscientific facts mentioned in articles about a controversial diagnosis: internet and or/video gaming addiction. Of 85 articles located in web searches of seven major press vehicles, 25% made allusions to neuroscience. The analysis of two frequently mentioned facts (the similarity between cerebral alterations observed in drug and technology addictions and the release of dopamine as a mediator of reward and addiction to video games) showed inconsistencies between media claims and the available empirical evidence. However, similar biases were already observable in the scientific literature itself, suggesting that the theory of a “dependent brain” in behavioral and chemical addictions seems to be favored by both journalists and scientists.

Keywords. *Addiction; video game; internet; neuroimaging; dopamine.*

Material suplementar disponível em:

http://www.ib.usp.br/revista/system/files/Amaral_e_Junqueira_Tabela_Suplementar_1.xls

Introdução

Qualquer análise da abordagem da neurociência na mídia contemporânea deve considerar que a importância do cérebro já ultrapassou há muito as páginas de ciência dos jornais. Por diversas razões, a neurobiologia tem ganho status privilegiado em explicações sobre vários aspectos da experiência humana (Choudhury e Slaby, 2011), dando origem a inúmeros “novos campos” do conhecimento, como neuroeducação (Ansari et al., 2012), neuro-marketing (Ariely e Berns, 2010), neuroestética (Chatterjee, 2011) e neurofilosofia (Churchland, 1989). E ainda que o progresso do conhecimento em neurociência explique parte desse fenômeno, há outras razões que passam ao largo do que tem sido efetivamente conquistado no campo científico.

Poucos discordariam que o cérebro possui um poder sedutor como argumento explanatório sobre o comportamento humano – um fato que tem recebido algumas demonstrações empíricas em estudos comportamentais (Weisberg et al., 2008, Michael et al., 2013, Fernandez-Duque et al., 2015). Desta forma, a busca de argumentos neurocientíficos para defender determinados pontos de vista tem norteadado grande número de debates em áreas como educação e saúde mental. E ainda que seja evidente que a neurociência pode contribuir nestes campos, é tênue a fronteira entre o argumento legítimo e a utilização ad hoc de dados para legitimar crenças pré-existentes com um rótulo de “cientificamente comprovado.” (Poole, 2012).

Talvez o protótipo deste fenômeno se dê na compreensão dos transtornos psiquiátricos ao longo das últimas décadas. Ao final dos anos 70, a psiquiatria norte-americana op-

Recebido: 17mai15

Aceito: 17jan16

Publicado: 31jan16

Editado por Vítor
Lopes-dos-Santos
e revisado por
Stéfano Pupe

tou por convergir em um modelo “ateórico” de classificação de transtornos psiquiátricos baseado em conjuntos de sintomas, deixando de lado a discussão sobre causas em prol de uma nomenclatura de consenso (Wilson, 1993). Tal abordagem, concretizada na 3ª edição do Diagnostic and Statistical Manual of Mental Disorders (DSM-III), tornou-se uma tendência mundial, tendo sua abordagem reproduzida na Classificação Internacional de Doenças (CID) da Organização Mundial de Saúde e se mantendo até o DSM-5 (APA, 2014).

O sucesso destas classificações fez com que as mesmas ganhassem um status de poder inesperado. Ao mesmo tempo que a inclusão de um diagnóstico no DSM permite que o mesmo seja objeto de pesquisa e de atendimento no sistema de saúde, não existe um critério objetivo para definir que condições devem ser consideradas como transtornos mentais. Desta forma, cada edição do manual mobiliza uma intensa discussão em relação a como tais diagnósticos devem ser construídos. Ao mesmo tempo, diversos agentes como psiquiatras, grupos de pacientes e a indústria farmacêutica têm interesses em potencial no sentido de consolidar certas condições como transtornos (Parry, 2003). E ainda que a expansão do diagnóstico psiquiátrico não seja por si só certa ou errada, a linha entre a promoção da saúde e a promoção da doença (*disease mongering*) pode ser tênue (Moynihan e Henry, 2006).

Paradoxalmente, a neurociência, mesmo não sendo empregada como um critério significativo nas classificações diagnósticas, é uma arma poderosa na construção de uma condição como “doença” no imaginário popular, como documentado em análises da mídia (Bourdaa et al., 2015), de conteúdo publicitário (Lacasse e Leo, 2005) e de relatos de pacientes (Cohn, 2011). Tal fenômeno leva a um fenômeno peculiar de “reificação” dos critérios diagnósticos existentes, já que a pesquisa sobre a neurobiologia dos transtornos psiquiátricos, geralmente realizada com base em critérios do DSM, acaba reforçando com seus resultados os paradigmas utilizados para nomeá-la (Hyman, 2010). Além disso, a consolidação dos transtornos no discurso cotidiano faz com que estes se tornem formas reconhecidas de adoecimento, podendo tornar seu diagnóstico mais prevalente na população (Watters, 2010).

Para estudar que tipo de papel a neurociência desempenha neste tipo de embate na mídia brasileira, escolhemos um candidato recente ao status de transtorno psiquiátrico: a dependência de jogos eletrônicos e/ou internet. A formalização deste diagnóstico tem sido proposta desde os anos 90 (Young e Rogers, 1998), com base em estudos clínicos

que mostram que uma minoria dos usuários destas tecnologias desenvolve sintomas de uso compulsivo semelhantes aos observados em dependentes de substâncias e de jogos de azar (Young, 1998). Ainda que o diagnóstico não tenha sido incluído formalmente no DSM-5, a dependência de jogos online foi colocada como uma condição merecendo mais estudos para possível inclusão em edições futuras. Desta forma, o debate em torno de como classificar tais condições permanece intenso.

Com isso em mente, buscamos analisar matérias sobre o tema em grandes veículos da mídia brasileira, para verificar o quanto e como a neurociência é utilizada como instância explanatória nesta discussão. A partir daí, elegemos duas linhas de evidência frequentemente citadas (i.e. a liberação de dopamina em resposta ao uso de jogos eletrônicos e a semelhança entre alterações cerebrais encontradas nas dependências de tecnologia e de drogas de abuso) para tentar traçar como estes fatos neurocientíficos nascem e se consolidam no meio científico e na mídia.

Métodos

Após um período de exploração livre de sites de busca (e.g. Google) para ter contato inicial com o tema na mídia, foram realizadas pesquisas sistemáticas nos sistemas de busca das versões online de cinco dos principais jornais do país (Folha de S. Paulo, Estado de S. Paulo, O Globo, O Tempo e Zero Hora) bem como em duas revistas de notícias gerais de grande circulação (Veja e Época). Quando as edições impressas estavam disponíveis para consulta aberta na internet, as mesmas também foram avaliadas.

As buscas sistemáticas foram realizadas entre 6 e 11 de março de 2015, utilizando as palavras-chave “(dependência OU vício) E (internet OU videogame OU game OU jogo eletrônico)”. A partir daí, foram extraídos artigos relacionados ao tema (excluindo aqueles em que as palavras coexistiam de forma incidental ou aqueles em que o tema era mencionado de passagem em uma matéria sobre outro assunto) para a análise da frequência com que fatos relacionados à neurociência eram utilizados na descrição, justificativa ou explicação da dependência de tecnologia. A partir desta análise inicial, selecionaram-se dois fatos particularmente citados (i.e. a liberação de dopamina em resposta a jogos eletrônicos e a semelhança entre alterações cerebrais induzidas por tecnologias e droga de abuso) para uma análise da evidência em favor dos mesmos.

Autoria	Total	Neurociência	%
Agência Internacional	39 (34)	8 (7)	20,5 (20,6)
Jornalismo Local	37	11	29,7
Não-especificado	9 (7)	2 (1)	22,2 (14,3)
Nº de Palavras	Total	Neurociência	%
0 à 500	54 (47)	12 (9)	22,2 (19,1)
500 à 1000	25	7	28,0
Mais de 1000	6	2	33,3

Tabela 1. Divisão dos artigos encontrados na busca conforme a autoria (acima) e tamanho do artigo (abaixo). Cada linha mostra o número total de artigos em cada categoria (esquerda), o número contendo menções à neurociência (centro) e a porcentagem dos artigos contendo neurociência em relação ao total (direita). Os números entre parênteses indicam os valores após a exclusão de artigos idênticos repetidos em diferentes veículos (geralmente provenientes das agências internacionais).

Para analisar como estes dois temas são tratados na literatura científica, foram inicialmente realizadas buscas no Pubmed utilizando as palavras-chave (a) “dopamine” e “video game” e (b) “MRI” e (“internet” ou “gaming”) e “addiction” para analisar a evidência empírica em favor dos mesmos. Por fim, utilizando a base de dados Scopus, foram analisados artigos citando o artigo original identificando a liberação de dopamina em resposta a uso de jogos eletrônicos (Koepp et al., 1998), selecionando os que incluíam as palavras “dopamine”, “video game” e “addiction”. Foram selecionados os 20 artigos mais antigos, os 10 artigos mais recentes e os 10 artigos mais citados dentre estes, tanto na categoria de artigos de revisão como de artigos originais, para análise das citações naqueles que possuíam texto integral disponível.

Resultados

Nossa análise inicial da mídia mostrou que a dependência de tecnologias (internet, jogos eletrônicos e celular) tem sido um tema recorrente na mídia brasileira. Ao todo, identificamos 85 artigos sobre o tema entre 2001 e 2015, com um aumento importante a partir do final da década passada (Fig. 1A). Tais artigos foram mais frequentes em alguns veículos do que em outros (Fig. 1B), ainda que não seja possível efetuar uma comparação de prevalência por não conhecermos os totais de artigos de cada veículo e as particularidades dos sistemas de busca. As fontes citadas se dividiram de forma equivalente entre agências internacionais e jornalistas locais (Tabela 1), sendo que algumas notícias provenientes de agências internacionais

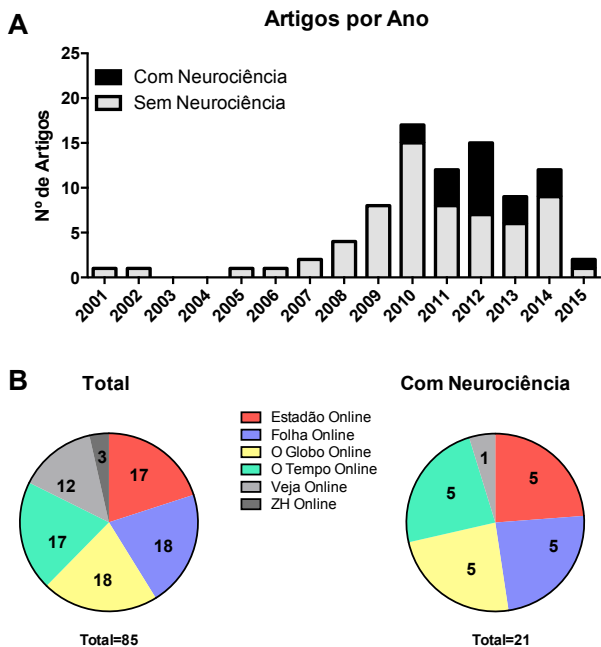


Figura 1. (A) Número de artigos sobre dependência de internet/videogame/jogos eletrônicos identificados através da busca online em 5 jornais e 2 revistas de grande circulação. Ao todo, 87 artigos foram identificados, dos quais 21 faziam menção à neurociência (parte escura das barras). Devido à data de realização da busca, a barra referente a 2015 inclui apenas o período entre janeiro e o início de março. (B) Distribuição do total de artigos (esquerda) e daqueles incluindo fatos relacionados à neurociência (direita) nos diferentes veículos de mídia pesquisados.

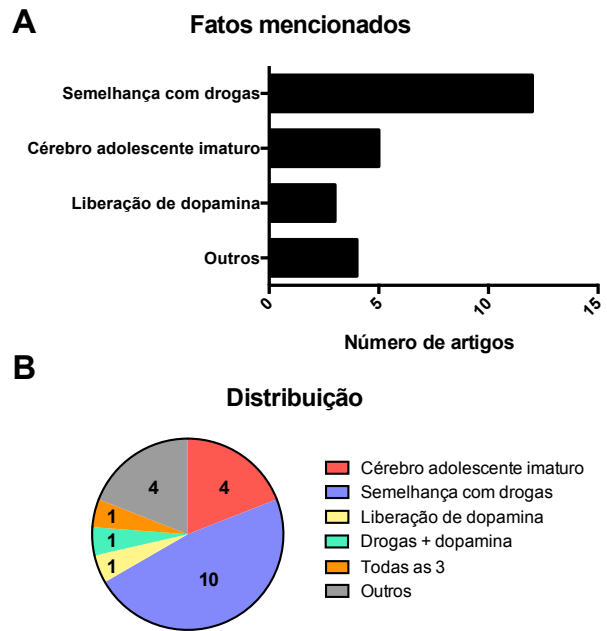


Figura 2. (A) Principais fatos neurocientíficos mencionados nos artigos avaliados, em número de artigos. Os três fatos mais prevalentes são (a) a ideia de que a dependência de internet ou jogos eletrônicos estaria associada com alterações cerebrais semelhantes às encontradas em usuários de drogas de abuso, (b) a visão de que o cérebro adolescente, por sua imaturidade, seria mais propenso e/ou mais sensível ao uso compulsivo de jogos/internet e (c) a ideia de que o uso de jogos levaria a uma liberação de dopamina, que seria responsável pelo componente prazeroso e pelo potencial aditivo dos mesmos. (B) Distribuição destes três fatos entre os artigos avaliados que fazem alusão à neurociência.

eram publicadas em diversos veículos – excluindo-se estas repetições, o número total de artigos cai para 78. O banco de dados completo com os artigos identificados e suas características pode ser consultado na Tabela Suplementar 1.

Um primeiro achado é o de que a maior parte dos artigos tende a focar-se nos aspectos comportamentais da dependência. Menções a explicações biológicas e neurocientíficas para a condição são minoritárias, mas ainda assim frequentes, aparecendo em cerca de 25% dos artigos. Além disso, essa participação é crescente, chegando a 38% nos artigos a partir de 2011 (Fig. 1), e maior em artigos mais extensos, atingindo 33% entre os artigos com mais de 1000 palavras (Tabela 1). As explicações neurocientíficas foram mais prevalentes em artigos assinados por jornalistas locais do que em artigos das agências internacionais, mas tal diferença não foi estatisticamente significativa (Tabela 1; teste exato de Fisher, $p=0,43$).

Dentre os artigos que mencionam explicações neurocientíficas para a dependência de jogos eletrônicos, três explicações principais tendem a recorrer, aparecendo respectivamente em 57%, 24% e 14% dos artigos que mencionavam a neurociência (Fig. 2).

O fato biológico mais frequentemente citado como relevante na dependência tecnológica é a ideia de que o uso excessivo de jogos eletrônicos ou internet levaria a alterações cerebrais semelhantes às induzidas pelas drogas de abuso. As evidências citadas geralmente são estudos de ressonância magnética, que comparam padrões de ati-

vação e/ou alterações morfológicas em indivíduos com uso excessivo de jogos online e controles saudáveis, como pode ser verificado nas citações abaixo:

Apesar de o distúrbio ainda não constar no Manual Diagnóstico e Estatístico de Transtornos Mentais, estudos recentes apontam que as mudanças causadas no cérebro pelo abuso na utilização da web são similares aos efeitos de drogas químicas, como o álcool e a cocaína.

— *A dependência pela tecnologia é comportamental, as outras são químicas, mas ela causa o mesmo desgaste na ponta do neurônio que as drogas — explica Cristiano Nabuco de Abreu, coordenador do Grupo de Dependências Tecnológicas do Instituto de Psiquiatria do Hospital das Clínicas de São Paulo.*

(“Cuidado: uso excessivo de internet e celular pode viciar”, O Globo Online, 09/06/2013)

Ele não hesita em comparar a internet a drogas pesadas, como heroína, quando fala dos danos causados pelo vício ao cérebro. Tao [Han, psiquiatra chinês] cita uma pesquisa em que foram escaneados os cérebros de 160 viciados em internet.

Segundo o psiquiatra, o resultado mostrou que a maior mudança ocorre nos lobos frontal e parietal. Essas áreas são o “centro do corpo humano”, diz Tao, por serem responsáveis por decisões, planejamento e lógica.

“O metabolismo de glicose e oxigênio caiu entre 8% e 13%, o que significa que esses jovens passaram a ter ‘cérebros de jogos’. Muitas partes de seus cérebros ficaram disfuncionais”, explica.

(“Jovens chineses são internados em clínicas para deixarem vício em internet”, Folha Online, 23/02/2014)

O que é que estimula o sistema nervoso central, chega rapidamente ao cérebro, causa euforia de curta duração seguida de uma sensação de intensa irritação e vicia rapidamente o usuário?

É crack, mas também pode ser “Flappy Bird”. “O mecanismo do vício em jogos funciona de forma bem semelhante ao do vício em drogas. Ativa as mesmas áreas do cérebro”, diz Luciana Ruffo, psicóloga do Núcleo de Pesquisas de Psicologia em Informática.

(“Jogos como “Flappy Bird” podem viciar como drogas, diz psicóloga”, Folha Online, 17/02/2014).

O segundo fato citado é a sugestão de que o cérebro dos adolescentes, devido à sua imaturidade, poderia estar relacionado à maior prevalência de dependência de tecnologias nessa faixa etária. Tais explicações passam tanto pelo fato do mesmo ter mais dificuldade para controlar impulsos como pelo fato de que, por estar em formação, poderia ser mais suscetível a eventuais alterações causadas pelo uso de tecnologias, como observado nos trechos abaixo:

Pesquisadores dizem que a atratividade dessas tecnologias, apesar de também afetar adultos, é especialmente poderosa para os jovens. O risco, dizem eles, é que os cérebros

em desenvolvimento podem ficar mais facilmente habituados do que os cérebros adultos às tarefas que se alternam constantemente. Os cérebros mais jovens podem ficar menos capazes de manter a atenção.

“Os cérebros deles são recompensados não por se atarem à tarefa, mas por pularem para a próxima”, disse Michael Rich, professor da Escola de Medicina de Harvard e diretor executivo do Centro para a Mídia e Saúde Infantil de Boston. “E os efeitos podem durar. A preocupação é que estamos criando uma geração de crianças na frente das telas, e os cérebros delas vão estar conectados de uma forma diferente”.

(“Estudantes se distraem do aprendizado com computador”, O Tempo Online, 26/11/2010).

A situação parece estar mais grave em jovens com idade entre 10 e 19 anos que usam seus smartphones por mais de sete horas todos os dias. Nesta faixa etária, o sistema nervoso central ainda está em formação e, portanto, mais propenso a sofrer com a alta exposição tecnológica. É a nova tecnologia cobrando a conta. A facilidade e comodidade de se pesquisar um tema no Google, por exemplo, em detrimento à procura do mesmo tema em uma enciclopédia está deixando a memória dos nossos jovens em frangalhos e o que pode ser pior, evoluir para quadros de demências graves no futuro.

(“Demência Digital”, coluna “Vida Saudável” do Dr. Telmo Diniz, O Tempo Online, 20/7/2013)

Como o cérebro de crianças e adolescentes ainda não está totalmente formado, eles têm mais dificuldade para controlar seus impulsos, explica a neuropsicóloga Adriana Foz. “Os pais precisam estar próximos para ampará-los, assim como cuidam de um bebê que está aprendendo a andar.”

(“Uso excessivo de jogos eletrônicos pela geração digital preocupa pais”. Estadão Online, 6/2/2011).

Um terceiro fato é a menção da liberação rápida de dopamina induzida por jogos eletrônicos, que é associada tanto a um componente prazeroso quanto a um potencial de dependência destes jogos, como observado nos trechos seguintes:

Durante sua palestra [em Glasgow, na Escócia], [o psicólogo Aric] Sigman citou estudos demonstrando que os estímulos oferecidos na tela levam à liberação do neurotransmissor dopamina no cérebro da pessoa que a assiste. Sabe-se, por exemplo, que os índices da substância sobem rapidamente no cérebro de pessoas que jogam videogames.

“A dopamina está fortemente associada à sensação de prazer e tem papel fundamental na formação e manutenção de vícios”, disse Sigman. (...) “Aumentar a liberação diária de dopamina em reação a horas na frente de jogos de computador e outras telas está se tornando uma possibilidade real, com consequências sérias”.

(“Especialista critica passividade de pais diante de vício de crianças em TV”, Estadão Online 25/05/2012, a partir de notícia da BBC Brasil)

Nós também sabemos que, quando se joga videogame, uma substância química no cérebro relacionada com o estímulo, chamada dopamina, é liberada. O que é interessante é que, quando se toma ritalina, a dopamina também é liberada. Então, agora as pessoas estão pensando que talvez as crianças estejam viciadas em videogames. E estão medicando essas crianças porque elas teriam TDAH, e estão fazendo, embora não façam ideia, com que haja mais dopamina no cérebro.

“O ambiente digital está alterando nosso cérebro de forma inédita”. Entrevista com a neurologista Susan Greenfield, Veja Online, 30/02/2012)

Eventualmente, os mesmos conceitos eram adaptados em linguagem leiga pelos próprios jornalistas, como neste artigo de Zero Hora Online, que conta inclusive com um “game ilustrativo”¹:

PLAYER 1: DOPAMINA

Neurotransmissor dos mais importantes, a dopamina é sintetizada dentro do sistema mesolímbico, conhecido também como circuito de recompensa. Sua liberação se dá quando estimulada por situações prazerosas, como fazer sexo, comer chocolate, fumar ou vencer o Dr. Robotnik sem perder nenhuma argolinha dourada.

Desde o final dos anos 1990, sabe-se que uma boa partida de videogame chafurda o cérebro em dopamina. A lógica é a seguinte: quanto mais você joga, melhor você joga. Quanto melhor você joga, mais você vence. Quanto mais você vence, mais feliz você fica. E quanto mais feliz você fica, mais dopamina é liberada.

TACA-LE PAU NESSA DOPAMINA, ENTÃO, CÉREBRO!

Não é bem assim. Tanta felicidade confunde o pobre cérebro. O excesso de dopamina pode levar a uma espécie de curto-circuito do cortex pré-frontal, área responsável pelo comportamento emocional e que envolve tomada de decisões e julgamento crítico. Meio abobado, o córtex pré-frontal para de funcionar e o jogador perde a noção do tempo e esquece outras prioridades – incluindo se alimentar, tomar banho e socializar. Por isso, não é incomum aquela partidinha rápida antes de dormir só terminar quando o dia amanhece – ou quando a sua mãe (ou esposa ou marido) puxa o fio da tomada.

Em um artigo publicado na edição de julho de 2014 da Neurology Now, revista eletrônica vinculada a Academia Americana de Neurologia, o professor David Greenfield alerta que essas cargas extras de dopamina podem fazer o cérebro entender que não é preciso mais produzir a dose habitual – resultando na diminuição da dopamina e, consequentemente, na busca por mais estímulos para produzi-la. Ou seja, sem notar, você estará jogando em troca de felicidade – ou de dopamina.

“Descubra o que acontece no seu cérebro enquanto você está jogando”, Zero Hora, 27/11/2014)

Diferenças linguísticas e exageros à parte, todos os três fatos, bem como as qualificações atribuídas aos mesmos, costumam provir de citações diretas ou indiretas dos especialistas citados (ainda que não possamos avaliar a interpretação das últimas por parte dos jornalistas). Além disso, diversos destes artigos provêm das agências internacionais, sugerindo que estas explicações também sejam prevalentes na mídia estrangeira. Desta forma, selecionamos duas delas (a liberação de dopamina durante o jogo e a semelhança das alterações cerebrais com aquelas induzidas por drogas) para analisar se as mesmas também são citadas na literatura científica, e qual a evidência concreta em seu favor.

Evidência – jogos eletrônicos e liberação de dopamina

Uma busca por (“dopamine” E “video game”) no PubMed mostra que quase todos os artigos que mencionam a liberação de dopamina induzida por jogos eletrônicos citam um artigo na revista Nature em 1998 (Koepp et al., 1998) como a referência original para este achado. Ao examinar o artigo, porém, alguns fatos saltam à vista:

1. O artigo possui um objetivo eminentemente metodológico – i.e. demonstrar a possibilidade de medir a liberação de dopamina em humanos através de tomografia de emissão de pósitrons (PET) com um ligante dopaminérgico radioativo. Desta forma, a escolha do jogo eletrônico enquanto estratégia foi uma tentativa de reprodução de estudos em primatas, em que classicamente se utiliza uma tarefa cognitiva seguida de recompensa para ativar neurônios dopaminérgicos.

2. Não existe nenhuma menção de que os voluntários utilizados eram usuários de jogos eletrônicos fora do estudo. Além disso, o jogo utilizado não era um programa comercialmente disponível, e sim um programa desenhado especificamente para o experimento.

3. Uma recompensa financeira era proporcionada aos voluntários por cada nível do jogo alcançado, o que claramente difere da maioria dos jogos eletrônicos recreativos.

4. A condição controle consistia nos voluntários permanecerem imóveis observando uma tela preta – assim, é impossível dizer se a liberação de dopamina no estudo está relacionada à recompensa ou a outros componentes da tarefa (e.g. estímulo visual, atividade motora, aprendizado instrumental, etc.)

Ainda que estes aspectos não fossem um empecilho para o objetivo do artigo, eles constituem limitações importantes para a interpretação do dado feita pela mídia (i.e. a de que o uso cotidiano de jogos eletrônicos leva a uma liberação de dopamina responsável pelo prazer e pelo potencial de adição do jogo). Outras limitações ainda são colocadas em uma revisão posterior do autor principal do artigo (Egerton, et al. 2009), que menciona os seguintes fatos:

1. Uma reanálise dos dados originais utilizando correções para a movimentação da cabeça sugere que o efeito real obtido no experimento era muito menor do que

¹Este artigo foi encontrado através da busca livre inicialmente realizada através do Google, mas por razões que desconhecemos não apareceu entre os resultados da busca sistemática feita utilizando o site do veículo de mídia, ainda que contivesse as palavras chave utilizadas.

o originalmente relatado. Após estas correções, este efeito (medido pela queda na ligação de um agente radioativo com afinidade pelo receptor D2, a qual indicaria uma maior concentração de dopamina) caiu de 13,9% para 5,1% no estriado ventral direito e de 11,8% para 2,8% no estriado dorsal esquerdo.

2. Diminuições na ligação de um ligante dopaminérgico de magnitude igual ou maior do que a mencionada acima foram mostradas no estriado ventral com intervenções como tarefas de aprendizado e controle motor (Garraux et al., 2007), memória espacial (Sawamoto et al., 2008), operações aritméticas (Pruessner et al., 2004), injeção de placebo para substâncias de efeito prazeroso ou aversivo (De la Fuente-Fernández et al., 2001, Scott et al., 2007) e jogos de azar com recompensa/prejuízo financeiro (Steeves et al., 2009), o que coloca em questão quais os componentes do jogo responsáveis pelo achado. Desta forma, a associação da dopamina com o componente de “prazer” ou “recompensa” do jogo parece ser apenas uma possibilidade entre inúmeras outras. Além disso, a liberação de dopamina parece ocorrer com uma gama ampla de estímulos, vários dos quais não apresentam grande potencial de adição.

Fomos adiante e investigamos se outras evidências além deste artigo sustentavam a liberação de dopamina induzida por jogos eletrônicos. Em termos de evidência direta, porém, o fenômeno parece ter sido reproduzido em um único estudo de imagem (Weinstein, 2010), em que a liberação de dopamina também foi comparada com um estado basal sem atividade motora ou estímulo visual. Além disso, algumas outras referências ligam indiretamente o sistema dopaminérgico ao uso de jogos eletrônicos, como o achado da redução de receptores D2 no estriado em indivíduos com dependência de internet (Kim et al., 2011) e de jogos online (Tian et al., 2014) e a prevalência maior de alguns alelos do receptor D2 e da catecol-O-metil-transferase (COMT) em adolescentes com esta condição (Han et al., 2007).

Desta forma, parece claro que, se a hipótese da liberação de dopamina em resposta ao uso de jogos eletrônicos é plausível e possui alguma evidência esparsa, isto não significa que (a) exista qualquer particularidade no uso destes jogos nesse sentido, já que a liberação de dopamina pode ser evocada por inúmeros comportamentos (inclusive vários sem caráter particularmente aditivo, como operações aritméticas) ou (b) que tal liberação tenha relação com o componente de recompensa e/ou com o potencial aditivo dos jogos. Nesse sentido, vale ressaltar que o significado da liberação de dopamina em resposta a recompensas (mas também a novidade, stress e outras circunstâncias) é amplamente debatido, com correntes importantes argumentando que tal liberação está mais ligada à “saliência de incentivo” do que ao caráter hedônico do estímulo (Berridge e Robinson, 1998).

Dada a ampla menção do achado de Koeppe et al. (1998) na mídia, tentamos ainda analisar como ele é mencionado dentro da própria literatura científica. Ao observar-se as citações do artigo, a primeira constatação é a multiplicidade de interpretações para o mesmo, que

é citado como evidência para liberação dopaminérgica em resposta a (i) uso de jogos eletrônicos (Fattore et al., 2014), (ii) recompensa monetária (Martin-Sölch et al., 2001), (iii) atividade visuomotora (Fried et al., 2001), (iv) aprendizado instrumental (Dennison et al., 2014), (v) novidade (Klebaur et al., 2001) e (vi) demanda atencional (Wang et al., 2000). Ainda que todas estas interpretações sejam possíveis, tal multiplicidade evidencia que é difícil isolar o componente importante no achado. Além disso, uma parcela minoritária dos estudos cita o artigo de forma nitidamente equivocada, como pode ser constatado pelos exemplos abaixo.

“The mesolimbic dopaminergic system is the most important pathway mediating reinforcement and addiction to drugs of abuse and even behavioral dependence (Koeppe et al., 1998).” (Wang et al., 2000)

“Substances that are known to increase dopaminergic activity (e.g., amphetamines) induce an experience of pleasure or thrill (Koeppe et al. 1998).” (Voruganti et al., 2001)

“These results are consistent with the role of dopamine in reward pathways, the striatal release of dopamine during gambling (Koeppe et al., 1998).” (Comings et al., 2001)

“Monetary and sexual stimuli, all elicit the same patterns of striatal activation as drugs of abuse (Koeppe et al., 1998).” (Steeves et al., 2009)

“For example, as also found in substance abuse (...), the Internet addicted (...) suffer from higher level of striatal dopamine (Koeppe et al., 1998)...” (Li et al., 2014)

“Two studies (...Koeppe et al., 1998) made use of positron emission tomography to measure Internet and gaming addiction.” (Kuss, 2013)

“This finding is of immense significance because it clearly indicates that the activity of gaming can in fact be compared to using psychoactive substances when viewed from a biochemical level.” (Kuss e Griffiths, 2012)

A utilização equivocada de citações na literatura é um fato comum: um modelo matemático recente, elaborado a partir da repetição de erros de citações entre diferentes publicações, sugere que cerca de 80% das citações utilizadas em artigos científicos são indiretas (Simkin e Roychowdhury, 2003). O mais interessante, porém, não é a existência de equívocos, mas o fato de que eles geralmente incluem afirmações sobre “dependência” e “semelhanças com drogas” que dificilmente poderiam ser extraídas do estudo original. Isto sugere que tais associações parecem ser favorecidas na literatura, possivelmente por se encaixarem à hipótese da dependência de tecnologia enquanto transtorno mental, defendida por uma série de pesquisadores da área clínica. Este tipo de viés poderá

ser verificado de forma mais clara na literatura científica sobre estudos de imagem em indivíduos com dependência de jogos eletrônicos e internet.

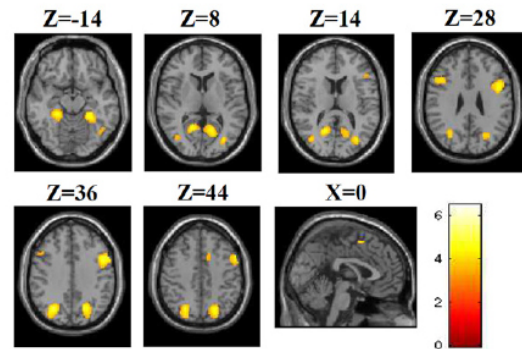
Evidência – estudos de imagem

Como mencionado anteriormente, a ideia de que estudos de imagem em indivíduos com sintomas de dependência de tecnologias demonstram alterações “semelhantes às observadas em resposta a drogas de abuso” é frequente na mídia. As evidências para esta afirmação provêm de estudos de imagem funcional (e.g. ressonância magnética funcional (fMRI), PET) e estrutural (e.g. morfometria baseada em voxels (VBM), imageamento do tensor de difusão (DTI)). Ao contrário da evidência restrita para a liberação de dopamina, os estudos de imagem em pacientes com dependência de jogos eletrônicos e internet tornaram-se relativamente numerosos nos últimos anos. No entanto, seus achados estão longe de serem consensuais.

Uma revisão sistemática (Kuss e Griffiths, 2012) de estudos ligados à dependência de internet e/ou jogos eletrônicos, por exemplo, menciona que indivíduos dependentes apresentaram uma ativação cerebral maior do que a de controles durante o uso de jogos e/ou apresentação de “pistas” ligadas a estes em pelo menos 18 áreas cerebrais diferentes em estudos distintos (núcleo accumbens, amígdala, cápsula interna, córtex cingulado anterior, córtex pré-frontal dorsolateral, ínsula, núcleo caudado, córtex orbitofrontal, precuneus, córtex pré-motor, cerebelo, tronco cerebral, giro do cíngulo, hipocampo, giro frontal superior, giro temporal inferior, giro temporal superior e giro temporal medial). Já uma metanálise recente de 10 destes estudos mostrou que diferenças consistentes entre indivíduos com dependência e controles foram encontradas apenas nos giros frontal medial, cingulado, temporal médio e fusiforme à esquerda e no giro frontal medial à direita, demonstrando que a variabilidade entre estudos é bastante expressiva (Meng et al., 2015). Uma análise mais aprofundada destes resultados está além de nosso escopo; nos deteremos, assim, na análise do discurso utilizado para descrevê-los.

Apesar da enorme heterogeneidade de áreas envolvidas entre um estudo e outro (que não é inesperada, dada a complexidade das tarefas e a diversidade metodológica), a tônica do discurso da maior parte dos artigos avaliados é a de que algumas das áreas ativadas por jogos eletrônicos “pertencem ao sistema de recompensa” ou “são semelhantes às áreas ativadas em dependentes químicos em resposta a estímulos associados a drogas”. Naturalmente, porém, considerando-se a diversidade de áreas associadas ao sistema de recompensa e à dependência de drogas – um estudo, por exemplo, citava em sua introdução o córtex pré-frontal dorsolateral, córtex orbitofrontal, tálamo, estriado, mesencéfalo, amígdala e hipocampo como envolvidos (Han et al., 2011) – e o número considerável de áreas ativadas em cada estudo de neuroimagem, a chance de que algum grau de sobreposição ocorra é alta por uma questão meramente estatística. No estudo mencionado acima, por exemplo, diferenças de ativação entre pistas relacionadas a

A The brain activation for gaming cue reactivity higher in comorbid group in comparison to control group. ($p < 0.001$ with small volume FWE correction)



B The brain activation for smoking cue reactivity higher in comorbid group in comparison to control group. ($p < 0.001$ with small volume FWE correction)

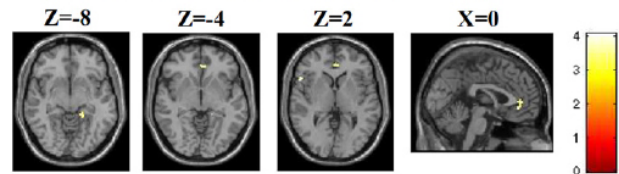


Figura 3. Contrastes nas ativações cerebrais entre pacientes (fumantes com adição a jogos online) e controles saudáveis em resposta a pistas relacionadas a jogos eletrônicos (A) e fumo (B). As pistas foram mostradas em um paradigma de reatividade a pistas em um desenho relacionado a eventos, em que a ativação relacionada às pistas é comparada àquela relacionada a um estímulo neutro (as mesmas imagens embaralhadas em mosaico). O mapa de ativação representa áreas em que a diferença na ativação entre as duas condições foi significativamente maior nos pacientes do que nos controles ($p < 0,001$ com correção do family-wise error para pequenos volumes, ainda que não fique claro no artigo como foram definidas as regiões de interesse). Adaptado de Ko et al. (2013) mediante permissão da Elsevier.

jogos e estímulos neutros foram encontradas no giro frontal anterior, giro parahipocampal, lobos parietais, tálamos e cerebelo. E ainda que as diferenças entre estas áreas e o “sistema de recompensa” descrito no mesmo estudo pareçam tão ou mais evidentes do que as semelhanças, a conclusão do mesmo é de que “*the present findings suggest that cue-induced activation to Internet video game stimuli may be similar to that observed during cue presentation in persons with substance dependence or pathologic gambling*” (Han et al., 2011).

O mesmo fenômeno pode ser observado de maneira graficamente evidente em um estudo que comparou diretamente as ativações em resposta a pistas relacionadas a jogos online e ao fumo em pacientes com ambas as dependências. As áreas em que a ativação foi significativamente maior nos indivíduos dependentes do que nos controles foram 6 para as pistas relacionadas aos jogos (giro parahipocampal bilateral, precuneus bilateral, córtex cingulado anterior à esquerda e córtex pré-frontal dorsolateral à esquerda) e 4 para as pistas relacionadas ao fumo (giro frontal inferior direito, cingulado anterior bilateral e giro parahipocampal bilateral), com padrões de ativação bastante diferentes em uma análise gráfica (Fig. 3). E ainda que só

tenha havido sobreposição em pequenas áreas no giro parahipocampal, a conclusão do estudo é de que *“the study demonstrates that both IGA and nicotine dependence share similar mechanisms of cue-induced reactivity over the fronto-limbic network, particularly for the parahippocampus”* (Ko et al., 2013). Enquanto isso, as diferenças óbvias nos padrões de ativação induzidos pelos dois tipos de estímulo são praticamente ignoradas na discussão.

A lógica implícita neste tipo de conclusão (uma determinada área é ativada por estímulos relacionados tanto a jogos como a drogas, logo a resposta a ambos é semelhante) é na verdade uma versão da falácia da inferência reversa, amplamente criticada na interpretação de estudos de fMRI (Poldrack, 2006). O problema desta lógica é que uma área relacionada ao “sistema de recompensa” pode estar relacionada também com uma série de outras funções cerebrais – já foi sugerido que a ínsula, por exemplo, é ativada em quase um terço dos estudos de fMRI, em paradigmas associados com funções de emoções positivas, negativas, memória, atenção e outros (Chang et al., 2012). Desta forma, uma ativação da ínsula ou do giro parahipocampal pode representar o engajamento de inúmeras funções, e não possui especificidade para dizer que “o sistema de recompensa está sendo ativado”. Esse problema se potencia quando o “sistema de recompensa” engloba diversas áreas no cérebro, e a ativação em uma ou duas é suficiente para que essas inferências sejam feitas.

Ademais, como as ativações encontradas em estudos de imagem geralmente são dispersas, e a quantidade de artigos na literatura é enorme, é quase garantido que, utilizando esta lógica, alguma associação entre dois tipos de estímulo (como jogos eletrônicos e drogas de abuso) será encontrada. Por exemplo, em um estudo com dependentes de jogos online (Ding et al., 2013) que demonstrou alterações de conectividade em estado de repouso no cerebelo (o qual dificilmente seria considerado uma estrutura-chave no sistema de recompensa), tal achado foi relacionado a aumentos de fluxo nesta estrutura em craving por cocaína. A evidência citada é um artigo de revisão (London et al., 2000), que por sua vez faz menção a um estudo de PET mostrando aumento de captação de glicose marcada no cerebelo ao evocar temas relacionados à droga (Wang et al., 1999). Desta forma, a impressão é que a narrativa da “base neurobiológica comum para as adições” é pré-existente, e que praticamente qualquer resultado encontrado tende a ser utilizado como evidência em favor da hipótese.

Desta forma, se a narrativa da liberação de dopamina mediando recompensa e adição a jogos eletrônicos parecia advir de uma distorção nas citações de um estudo em particular, o problema dos estudos de imagem parece envolver uma questão ainda anterior. Neste caso, o viés em favor da interpretação da similaridade biológica entre adição a tecnologias e drogas parece existir nos próprios artigos originais. Desta forma, não parece surpreendente que esta tendência se propague para as interpretações destes achados por parte de outros pesquisadores, profissionais de saúde e jornalistas

Discussão

Uma análise das explicações para a dependência de jogos eletrônicos e outras tecnologias na mídia brasileira demonstrou que alguns argumentos baseados na neurociência parecem representar interpretações não condizentes com os dados empíricos disponíveis. Uma análise da própria literatura científica, porém, mostra que as mesmas narrativas já se encontram presentes nesta, seja nos próprios artigos originais (como no caso dos estudos de imagem), seja em citações posteriores dos mesmos (como no caso da liberação de dopamina). Isto parece indicar que a construção de fatos científicos de consistência questionável precede a interpretação jornalística, e envolve a forma com que a própria comunidade científica lida com a evidência disponível.

Nesse sentido, o crescimento explosivo da neurociência e a quantidade de dados gerados por metodologias como os estudos de neuroimagem acabam representando uma parte importante do problema. Com alguma liberdade de análise (como na utilização da inferência reversa na interpretação de dados de fMRI, ou na atribuição da liberação de dopamina a um elemento de recompensa), é possível encontrar evidência na literatura para embasar praticamente qualquer hipótese neurocientífica. Desta forma, nossa impressão é a de que hipóteses que se adaptem a discursos populares por razões externas à neurociência (como a visão de que a dependência de tecnologias deve ser considerada um transtorno de adição) acabam aceitas em detrimento de outras em meio à profusão de dados disponíveis.

Uma segunda camada de complexidade está relacionada à baixa reprodutibilidade da literatura contemporânea, em larga parte fruto do estímulo causado pelo viés de publicação em prol de metodologias e formas de análise que gerem resultados positivos e impactantes (Ioannidis, 2005). Desta forma, o fato de que alguns discursos sejam particularmente recompensados pela literatura pode fazer com que os próprios dados publicados já carreguem consigo o viés em favor destas explicações, devido à forma de condução dos estudos e análise dos dados. Infelizmente, tais vieses são difíceis de medir, já que o processo de obtenção e análise dos dados é anterior à publicação dos artigos, e descrições metodológicas publicadas a posteriori não refletem necessariamente uma visão completa do processo (Simmons et al., 2011).

Por fim, em relação à tradução dos dados para o público leigo feita pela mídia, é importante ressaltar que a mesma costuma se dar através de psicólogos ou psiquiatras com experiência no tratamento destas condições. E apesar de que estes sejam provavelmente os profissionais mais tarimbados para discutir aspectos comportamentais da dependência, eles dificilmente dispõem de competência técnica para uma análise crítica da neurociência envolvida. Além disso, representam uma categoria com opiniões já moldadas pela clínica, e com particular conflito de interesse em relação à “patologização” da condição. Desta forma, ainda que nosso estudo não tenha analisado diretamente o discurso da dependência entre profissionais (exceto pelas transcrições de suas citações na mídia leiga),

parece provável que o mesmo esteja sujeito a vieses tão ou mais fortes quanto os observados na literatura científica.

Por fim, é importante colocar em discussão se a neurociência é de fato uma instância particularmente relevante para o enquadramento de uma condição como um transtorno psiquiátrico. Apesar de fatos neurobiológicos serem frequentemente citados não só na mídia e na literatura científica como no próprio texto do DSM-5 (APA, 2013), os critérios utilizados nas atuais classificações ainda são estritamente comportamentais. Com isso, pode-se argumentar que as evidências mais relevantes para a definição de transtornos mentais como tal deveriam vir do campo clínico e epidemiológico, e não da neurobiologia. Exemplos destas evidências incluem estudos relatando semelhanças entre o uso excessivo de jogos eletrônicos com outras adições a nível comportamental, tais como a demonstração de prejuízo escolar (Gentile, 2009) e aumento de sintomas de depressão e ansiedade (Gentile et al., 2011) entre adolescentes com determinados padrões de uso de jogos, e a associação destes padrões com fatores de personalidade relacionados a outras dependências (Spekman et al., 2013).

Nesse sentido, é interessante ressaltar que, apesar da presença crescente da neurociência, os aspectos comportamentais ainda são os mais abordados pela mídia nos artigos analisados em nossa amostra. Isto não significa, no entanto, que o debate sobre que tipo de critério deve ser utilizado na definição de um transtorno mental seja necessariamente realizado, ou que a visão do diagnóstico como uma construção humana seja a regra nestes artigos. Pelo contrário, a tendência à “reificação” e à aceitação da existência da dependência de tecnologia como um fato parece ser comum tanto na mídia leiga como na própria literatura científica, ainda que existam exceções.

Dentre as limitações do atual estudo, pudemos perceber que os sistemas de buscas das versões online dos veículos de mídia são bastante díspares e por vezes parecem falhar, já que alguns artigos encontrados por nós em sites de busca convencionais (e.g. Google) não foram localizados pelas buscas nos próprios veículos. Desta forma, é possível que dados relevantes para a discussão não tenham sido encontrados por nossa busca sistemática, a despeito da utilização de termos que nos pareceram adequados, devido a deficiências nestes algoritmos de busca. Outra limitação inerente a revisões sistemáticas de artigos jornalísticos é a grande heterogeneidade do material encontrado (em tamanho, profundidade e qualidade). Desta forma, dados quantitativos como os aqui apresentados representam uma tentativa de sumarizar dados sobre matérias bastante distintas entre si, e suas conclusões não podem ser generalizadas para todos os tipos de artigos ou veículos de mídia.

Como uma observação final, cabe ressaltar que nenhum dos dados analisados neste artigo nos permite emitir qualquer opinião sobre a validade do conceito de “dependência de tecnologia” como um transtorno mental, ou sobre os méritos de sua inclusão em futuras classificações diagnósticas. Pelo contrário, julgamos que essa é uma questão clínica, com argumentos a favor (e.g. o cres-

cimento do comportamento compulsivo em relação a jogos, especialmente em países orientais, e suas semelhanças clínicas com outras adições) e contra esta inclusão (e.g. os riscos da patologização desnecessária de comportamentos comuns), os quais não pretendemos discutir. Nossa análise se limita às formas pelas quais a neurociência é utilizada como argumento nestas questões, e como a própria geração e interpretação de dados na literatura científica está sujeita a conflitos de interesse. Neste sentido, cabe ressaltar que o fluxo de informação entre neurocientistas, profissionais de saúde e mídia não é unilateral, e que discursos vigentes fora do meio científico podem ter um impacto importante nas direções em que a ciência progride (Fleck, 1935). Desta forma, analisar os discursos utilizados para retratar achados científicos na mídia é importante não só para criticar o jornalismo, mas para que os próprios cientistas possam refletir sobre como estes discursos influenciam seu trabalho.

Créditos

O.B.A. concebeu o artigo, analisou os dados de neuroimagem e escreveu a primeira versão do manuscrito. L.S.J. realizou a pesquisa de mídia e as análises sistemáticas das citações sobre liberação de dopamina na literatura científica. Ambos os autores revisaram o texto final.

Agradecimentos

O.B.A. agradece a Daniel Spritzer e Patrícia Bado pelos comentários sobre o manuscrito e sugestões de leituras, e a Sid Meier e demais designers da franquia Civilization de jogos de estratégia, cujo uso providenciou um contraponto saudável ao seu viés crítico ao discurso da dependência durante a elaboração do artigo. Como diz o ditado, “No creemos en brujas, pero que las hay, las hay.”

Referências

- Ansari D, De Smedt B, Grabner RH. 2012. Neuroeducation—a critical overview of an emerging field. *Neuroethics* 5:105-117.
- Ariely D, Berns GS. 2010. Neuromarketing: the hope and hype of neuroimaging in business. *Nat Rev Neurosci* 11:284-292.
- American Psychiatric Association. 2013. *Diagnostic and Statistical Manual of Mental Disorders, Fifth Edition*. Arlington: American Psychiatric Association.
- Berridge KC, Robinson TE. 1998. What is the role of dopamine in reward: hedonic impact, reward learning, or incentive salience? *Brain Res Rev* 28:309-369.
- Bourdaa M, Konsman JP, Sécaïl C, Venturini T, Veyrat-Masson I, Gonon F. 2015. Does television reflect the evolution of scientific knowledge? The case of attention deficit hyperactivity disorder coverage on French television. *Public Underst Sci* 24:200-209
- Chang LJ, Yarkoni T, Khaw MW, Sanfey AG. 2013. Decoding the role of the insula in human cognition: functional parcellation and large-scale reverse inference. *Cereb Cortex* 23:739-749.
- Chatterjee A. 2011. Neuroaesthetics: a coming of age story. *J Cogn Neurosci* 23:53-62.
- Choudhury S, Slaby J. 2011. *Critical neuroscience: a handbook of the social and cultural contexts of neuroscience*. Chichester: Wiley-Blackwell.

- Churchland PS. 1989. *Neurophilosophy: Toward a unified science of the mind-brain*, Cambridge: Bradford Books.
- Cohn S. 2011. Neuroscientific representations in the lives of psychiatric patients. In: Choudhury S, Slaby J, editors. *Critical neuroscience: a handbook of the social and cultural contexts of neuroscience*. Chichester: Wiley-Blackwell, p. 179-194.
- Comings D, Gade-Andavolu R, Gonzalez N, Wu S, Muhleman D, Chen C, Koh P, Farwell K, Blake H, Dietz G. 2001. The additive effect of neurotransmitter genes in pathological gambling. *Clin Genet* 60:107-116.
- De la Fuente-Fernández R, Ruth TJ, Sossi V, Schulzer M, Calne DB, Stoessl AJ. 2001. Expectation and dopamine release: mechanism of the placebo effect in Parkinson's disease. *Science* 293:1164-1166.
- Dennison M, Whittle S, Yücel M, Byrne ML, Schwartz O, Simmons JG, Allen NB. 2014. Trait positive affect is associated with hippocampal volume and change in caudate volume across adolescence. *Cogn Affect Behav Neurosci* 1-15.
- Ding WN, Sun JH, Sun YW, Zhou Y, Li L, Xu JR, Du YS. 2013. Altered default network resting-state functional connectivity in adolescents with Internet gaming addiction. *PLoS One* 8:e59902.
- Egerton A, Mehta MA, Montgomery AJ, Lappin JM, Howes OD, Reeves SJ, Cunningham VJ, Grasby PM. 2009. The dopaminergic basis of human behaviors: a review of molecular imaging studies. *Neurosci Biobehav Rev* 33: 1109-1132.
- Fattore L, Melis M, Fadda P, Fratta W. 2014. Sex differences in addictive disorders. *Front Neuroendocrinol* 35:272-284.
- Gentile D. 2009. Pathological video-game use among youth ages 8 to 18: a national study. *Psychol Sci* 20: 594-602.
- Gentile D, Choo H, Liau A, Sim T, Li D, Fung D, Khoo A. 2011. Pathological video game use among youths: a two-year longitudinal study. *Pediatrics* 127:e319-e329.
- Fernandez-Duque D, Evans J, Christian C, Hodges SD. 2015. Superfluous neuroscience information makes explanations of psychological phenomena more appealing. *J Cogn Neurosci* 27:926-944.
- Fleck L. 1935. *Entstehung und Entwicklung einer wissenschaftlichen Tatsache: Einführung in die Lehre vom Denk- und Erforschungsprozess*. Basel: Benno Schwabe & Co. Edição em inglês: *Genesis and development of a scientific fact*. 1979. Chicago: University of Chicago Press.
- Fried I, Wilson CL, Morrow JW, Cameron KA, Behnke ED, Ackerson LC, Maidment NT. 2001. Increased dopamine release in the human amygdala during performance of cognitive tasks. *Nat Neurosci* 4:201-206.
- Garraux G, Peigneux P, Carson RE, Hallett M. 2007. Task-related interaction between basal ganglia and cortical dopamine release. *J Neurosci* 27:14434-14441.
- Han DH, Bolo N, Daniels MA, Arenella L, Lyoo IK, Renshaw PF. 2011. Brain activity and desire for Internet video game play. *Compr Psychiatry* 52:88-95.
- Han DH, Lee YS, Yang KC, Kim EY, Lyoo IK, Renshaw PF. 2007. Dopamine genes and reward dependence in adolescents with excessive internet video game play. *J Addict Med* 1:133-138.
- Hyman SE. 2010. The diagnosis of mental disorders: the problem of reification. *Annu Rev Clin Psychol* 6:155-179.
- Ioannidis JP. 2005. Why most published research findings are false. *PLoS Med* 2:e124.
- Kim SH, Baik S-H, Park CS, Kim SJ, Choi SW, Kim SE. 2011. Reduced striatal dopamine D2 receptors in people with Internet addiction. *Neuroreport* 22:407-411.
- Klebaur JE, Phillips SB, Kelly TH, Bardo MT. 2001. Exposure to novel environmental stimuli decreases amphetamine self-administration in rats. *Exp Clin Psychopharmacol* 9:372.
- Ko CH, Liu GC, Yen JY, Yen CF, Chen CS, Lin WC. 2013. The brain activations for both cue-induced gaming urge and smoking craving among subjects comorbid with Internet gaming addiction and nicotine dependence. *J Psychiatr Res* 47:486-493.
- Koepp MJ, Gunn RN, Lawrence AD, Cunningham VJ, Dagher A, Jones T, Brooks DJ, Bench C, Grasby P. 1998. Evidence for striatal dopamine release during a video game. *Nature* 393:266-268.
- Kuss DJ. 2013. Internet gaming addiction: current perspectives. *Psychol Res Behav Manag* 6:125.
- Kuss DJ, Griffiths MD. 2012. Internet and gaming addiction: a systematic literature review of neuroimaging studies. *Brain Sci* 2:347-374.
- Lacasse JR, Leo J. 2005. Serotonin and depression: a disconnect between the advertisements and the scientific literature. *PLoS Med* 2:e392.
- Li C, Dang J, Zhang X, Zhang Q, Guo J. 2014. Internet addiction among Chinese adolescents: The effect of parental behavior and self-control. *Comput Hum Behav* 41:1-7.
- London ED, Ernst M, Grant S, Bonson K, Weinstein A. 2000. Orbitofrontal cortex and human drug abuse: functional imaging. *Cereb Cortex* 10:334-342.
- Martin-Sölich C, Magyar S, König G, Missimer J, Schultz W, Leenders K. 2001. Changes in brain activation associated with reward processing in smokers and nonsmokers. *Exp Brain Res* 139:278-286.
- Meng Y, Deng W, Wang H, Guo W, Li T. 2015. The prefrontal dysfunction in individuals with Internet gaming disorder: a meta-analysis of functional magnetic resonance imaging studies. *Addict Biol* 20:799-808.
- Michael R, Newman E, Vuorre M, Cumming G, Garry M. 2013. On the (non)persuasive power of a brain image. *Psychon Bull Rev* 20:720-725.
- Moynihan R, Henry D. 2006. The fight against disease mongering: generating knowledge for action. *PLoS Med* 3:e191.
- Parry V. 2003. The art of branding a condition. *Med Mark Media* 38:43-49.
- Poldrack RA. 2006. Can cognitive processes be inferred from neuroimaging data? *Trends Cogn Sci* 10:59-63.
- Poole S. 2012. Your brain on pseudoscience: The rise of popular neurobollocks. *The New Statesman*, 6/9/2012. <http://www.newstatesman.com/culture/books/2012/09/your-brain-pseudoscience-rise-popular-neurobollocks>
- Pruessner JC, Champagne F, Meaney MJ, Dagher A. 2004. Dopamine release in response to a psychological stress in humans and its relationship to early life maternal care: a positron emission tomography study using [¹¹C] raclopride. *J Neurosci* 24:2825-2831.
- Sawamoto N, Piccini P, Hotton G, Pavese N, Thielemans K, Brooks DJ. 2008. Cognitive deficits and striato-frontal dopamine release in Parkinson's disease. *Brain* 131:1294-1302.
- Scott DJ, Stohler CS, Egnatuk CM, Wang H, Koeppe RA, Zubieta J-K. 2007. Individual differences in reward responding explain placebo-induced expectations and effects. *Neuron* 55:325-336.
- Simkin MV, Roychowdhury VP. 2003. Read before you cite! *Complex Syst* 14:269-274.
- Simmons JP, Nelson LD, Simonson U. 2011. False-positive psychology undisclosed flexibility in data collection and analysis allows presenting anything as significant. *Psychol Sci* 22:1359-1366.

- Spekman MLC, Konijn EA, Roelofsma PHMP, Griffiths MD. 2013. Gaming addiction, definition and measurement: a large-scale empirical study. *Comput Human Behav* 29:2150-2155.
- Steeves T, Miyasaki J, Zurowski M, Lang A, Pellicchia G, Van Eimeren T, Rusjan P, Houle S, Strafella A. 2009. Increased striatal dopamine release in Parkinsonian patients with pathological gambling: a [¹¹C] raclopride PET study. *Brain* 132:1376-1385.
- Tian M, Chen Q, Zhang Y, Du F, Hou H, Chao F, Zhang H. 2014. PET imaging reveals brain functional changes in internet gaming disorder. *Eur J Nucl Med Mol Imaging* 41:1388-1397.
- Voruganti L, Slomka P, Zabel P, Costa G, So A, Mattar A, Awad AG. 2001. Subjective effects of AMPT-induced dopamine depletion in schizophrenia: correlation between dysphoric responses and striatal D2 binding ratios on SPECT imaging. *Neuropsychopharmacology* 25:642-650.
- Wang GJ, Volkow ND, Fowler JS, Cervany P, Hitzemann RJ, Pappas NR, Wong CT, Felder C. 1999. Regional brain metabolic activation during craving elicited by recall of previous drug experiences. *Life Sci* 64:775-784.
- Wang G-J, Volkow ND, Fowler JS, Franceschi D, Logan J, Pappas NR, Wong CT, Netusil N. 2000. PET studies of the effects of aerobic exercise on human striatal dopamine release. *J Nucl Med* 41:1352-1356.
- Watters E. 2010. *Crazy like us: the globalization of the American psyche*. New York: Simon and Schuster.
- Weinstein AM. 2010. Computer and video game addiction-a comparison between game users and non-game users. *Am J Drug Alcohol Abuse* 36:268-276.
- Weisberg DS, Keil FC, Goodstein J, Rawson E, Gray JR. 2008. The seductive allure of neuroscience explanations. *J Cogn Neurosci* 20:470-477.
- Wilson M. 1993. DSM-III and the transformation of American psychiatry: a history. *Am J Psychiatry* 150:399-399.
- Young KS. 1998. *Caught in the net: how to recognize the signs of internet addiction--and a winning strategy for recovery*. New York: John Wiley & Sons.
- Young KS, Rogers RC. 1998. The relationship between depression and Internet addiction. *Cyberpsychol Behav* 1:25-28.