

UNIVERSIDADE FEDERAL DE MINAS GERAIS

JOANA D'ARC ASSUNÇÃO NOGUEIRA DE OLIVEIRA

JOGOS DE TABULEIRO E DE ESTRATÉGIA E SEUS EFEITOS

EM FUNÇÕES EXECUTIVAS

AS BASES NEUROBIOLÓGICAS DO USO DE

JOGOS DE TABULEIRO E DE ESTRATÉGIA

Belo Horizonte

2015

UNIVERSIDADE FEDERAL DE MINAS GERAIS

JOANA D'ARC ASSUNÇÃO NOGUEIRA DE OLIVEIRA

JOGOS DE TABULEIRO E DE ESTRATÉGIA
E SEUS EFEITOS EM FUNÇÕES EXECUTIVAS
AS BASES NEUROBIOLÓGICAS DO USO DE
JOGOS DE TABULEIRO E DE ESTRATÉGIA

Trabalho de Conclusão de Curso
apresentado ao Programa de Pós-
Graduação *lato sensu* em Neurociências e
suas Fronteiras da Universidade Federal
de Minas Gerais, como requisito parcial
para a obtenção do título de Especialista
em Neurociências e suas Fronteiras

Orientadora: Profa. Dra. Grace S. Moraes

Belo Horizonte

2015

Oliveira, Joana D'arc Assunção Nogueira de.

Jogos de tabuleiro e de estratégia e seus efeitos em funções executivas: as bases neurobiológicas do uso de jogos de tabuleiro e de estratégia. - 2015.

44f. : il. ; 29,5 cm.

Orientadora: Grace Schenatto Pereira Moraes.

Trabalho de Conclusão de Curso apresentado ao Programa de Pós-Graduação *lato sensu* em Neurociências e suas Fronteiras da Universidade Federal de Minas Gerais, como requisito parcial para a obtenção do título de Especialista em Neurociências e suas Fronteiras.

1. Jogos educativos - Teses. 2. Jogo de transição - Regras - Teses. 3. Jogo de tabuleiro. 4. Ensino fundamental - Teses. 3. Função executiva. 4. Neurociências - Teses. I. Moraes, Grace Schenatto Pereira. II. Universidade Federal de Minas Gerais. Instituto de Ciências Biológicas. III. Título.

“O ensino é quase sempre fundado em opções teóricas, tradições, ideologias ou opiniões qualitativas. Ainda está por se construir uma ciência educacional capaz de ser testada e continuamente melhorada de forma empírica e quantitativa. Se não chegarmos a uma pedagogia científica capaz de alavancar o aprendizado dos mais necessitados, é provável que continue aumentando a desigualdade educacional do planeta.”

Sidarta Ribeiro, 2013

RESUMO

Os jogos de tabuleiro e de estratégia têm sido amplamente utilizados por educadores como recurso para melhorar aprendizagem de crianças saudáveis e também daquelas com dificuldades para aprender. No entanto, a prática pedagógica com jogos conta com resultados pouco confiáveis pela falta de padronização da avaliação escolar e pela subjetividade envolvida na observação pelo professor. Com isto, os resultados obtidos com o uso desses jogos e as conclusões sobre a eficácia desse recurso para alcançar o objetivo de melhorar a aprendizagem, ainda carecem de dados que demonstrem evidências significativas dessa hipótese de muitos educadores, embora seja observada entre eles. Estudos em Neurociências têm trazido informações que podem ajudar educadores a entender como o cérebro funciona durante várias tarefas cognitivas, dentre elas, aquelas envolvidas nas situações de alguns jogos de tabuleiro e de estratégia.

O presente estudo visa apresentar, numa linguagem acessível aos educadores, seis trabalhos que investigam o funcionamento do cérebro no uso dos jogos de tabuleiro e de estratégia, o impacto dessa experiência nos circuitos neurais e o efeito de um programa de intervenção com esses jogos sobre a atenção e o comportamento de crianças saudáveis e também com diagnóstico de Transtorno do Déficit de Atenção e Hiperatividade (TDAH). Um dos trabalhos propõe um protocolo de avaliação do efeito de um programa de intervenção com o jogo GO em funções executivas.

Palavras-chave: : jogos de tabuleiro, jogos de estratégia, funções executivas, ensino fundamental

ABSTRACT

The board and strategy games are very common among teachers as a plan to enhance the learning process in healthy children and those youngsters who face up troubles during school performance. However, the teaching practice count on results and conclusions still unreliable, due to lack of standardization in teaching procedures and subjectivity during evaluation processes. Therefore, the results outlined with the use of the game and the conclusions about its efficiency still require scientific evidences about the effects in cognition. Studies in neuroscience offer information that can help educators to understand how the brain responds during some cognitive tasks, mainly the ones involved in situations proposed by board and strategy games.

This study intends to show, in easy words for teachers, six scientific articles that research the neurobiological bases related to the practice of playing board and strategy games. In addition, those articles show how playing these games for a longtime can impact the neural circuits and if an intervention program with these games can affect the attention and the behavior in healthy children and those ones with (ADHD) diagnosis. One of these works suggests an evaluation protocol about the effects of an intervention program with the game GO in executive functions.

Key words: board games, strategy games, executive functions, elementary school

SUMÁRIO

APRESENTAÇÃO	08
INTRODUÇÃO	13
Neurociências e alguns aspectos de suas contribuições	13
Existem partes definidas do sistema nervoso responsáveis por	
atividades específicas?	15
Jogos de estratégia no tabuleiro	18
METODOLOGIA	20
RESULTADOS	23
DISCUSSÃO	34
CONCLUSÃO	37
BIBLIOGRAFIA	38
ABREVIACIONES	41
ANEXO	42

APRESENTAÇÃO

Este estudo foi motivado pela minha experiência na prática clínica com crianças com dificuldades de aprendizagem. Uma destas crianças, um menino de 9 anos que chamaremos de P, foi encaminhado a mim por uma escola pública de Belo Horizonte por não conseguir aprender a ler nem escrever, mesmo tendo frequentado a escola desde os 6 anos de idade. Servindo-me de jogos de tabuleiro e da leitura de suas regras, além da interação com P, obtive resultados positivos, porém totalmente baseados na subjetividade das análises. Desenvolvi, então, o presente estudo, na tentativa de ultrapassar o limiar da intuição da prática (psico)pedagógica e buscar a compreensão do que ocorre com o cérebro de um indivíduo quando joga um jogo de tabuleiro que exige o uso de estratégias durante uma partida.

Não é novidade que jogos de tabuleiro despertam interesse e podem mobilizar a atenção de pessoas de diferentes idades. O interesse por esses jogos tem sido um aliado importante nas salas de aula e nos consultórios de psicopedagogia quando se quer manter a criança concentrada na tarefa de pensar sobre soluções e estratégias para se atingir um objetivo ou treinar a memória. Acredita-se que outras habilidades importantes possam ser treinadas ou estimuladas utilizando-se jogos de tabuleiro, como a interação social e o autocontrole. Alguns profissionais postulam que jogar pode, inclusive, aumentar a inteligência e vários programas de treinamento com jogos são vendidos pela internet com a promessa de tornar o usuário mais competente e até mais inteligente.

Mas, até que ponto os educadores sabem se isso é realmente verdadeiro e por que seria possível? O que acontece no cérebro de uma pessoa quando ela se engaja num jogo desse tipo? Como podemos atribuir ao trabalho com esses jogos os possíveis ganhos cognitivos ou comportamentais observados após um período de utilização sistemática dos mesmos?

Ao me contar das dificuldades do filho na primeira vez que nos encontramos, a mãe de P me esclareceu que não era a primeira tentativa da família de resolver o problema e que sempre fracassava em manter o tratamento porque P se recusava a voltar quando percebia que, na clínica, havia atividades parecidas com as da escola. Segundo ela, quando eu começasse a trabalhar com leitura ele não voltaria mais.

Confesso que aquela informação me deixou um tanto apreensiva já que, necessariamente, os textos deveriam fazer parte dos nossos encontros ou não haveria como ajudá-lo a aprender a ler e escrever. Comecei jogando com o menino, uma vez por semana, durante uma hora. Deixei que ele escolhesse os jogos a princípio, e ele jamais escolheu algum com letras ou números. Gostava dos jogos de tabuleiro e de estratégia. Fui observando e anotando os tipos de estratégia que ele usava para atingir os objetivos, sua capacidade de observar os próprios erros e aprender com eles, o seu nível de consciência sobre as jogadas realizadas, as reações ao perder uma peça ou o próprio jogo, enfim, o seu comportamento no jogo e as habilidades cognitivas disponíveis para atingir o objetivo de vencer a partida. Aos poucos fomos criando o hábito de analisar nossas próprias jogadas ou as diferentes possibilidades de jogada e suas possíveis consequências, tornando nossas ações conscientes em um exercício de metacognição.

Com algumas semanas consegui introduzir o primeiro texto numa sessão para conhecermos as regras de um jogo novo. Obviamente eu li o texto porque P não podia fazê-lo ainda, mas manteve-se atento à minha leitura para entendermos como jogar. Depois que eu lia um trecho tentávamos reproduzir no tabuleiro a situação do manual, explicitando, em voz alta, como fazer. Fizemos esse exercício várias outras vezes e, por fim, eu lia e ele explicava como fazer. Depois de alguns meses, P manifestou o desejo de aprender a jogar Xadrez e, embora eu já soubesse como jogar, começamos a estudar juntos sobre esse jogo a partir de um pequeno manual de Xadrez para crianças no qual ambos líamos as instruções alternadamente. P ainda lia com uma dificuldade muito grande, mas aos poucos, se mostrava disposto a se relacionar com a linguagem escrita sem a mesma resistência antes demonstrada.

Enquanto isso, na escola, mudanças importantes eram observadas pela equipe pedagógica. P estava mais integrado ao grupo de alunos, brigando menos com os colegas e fazendo avanços significativos na aprendizagem da leitura e da escrita, sendo capaz, inclusive, de produzir pequenos textos. Em casa também haviam diminuído as brigas, as dificuldades para fazer os deveres de casa e os protestos na hora de ir para a escola.

Ao ouvir os depoimentos da escola e da família alguns meses depois de iniciar o tratamento, que consistia basicamente em jogarmos, concluí que se as mudanças

observadas aconteceram por causa dos trabalhos daqueles nossos encontros, já que todo o restante do cotidiano de P permanecia aparentemente inalterado, os jogos tinham, então, um papel fundamental nesse resultado. Mas o que, exatamente, havia ocorrido para provocar tais mudanças?

A minha primeira aposta foi de que a interação comigo durante as partidas dera a ele condições de melhorar sua autoimagem porque foi capaz de aprender diferentes jogos e mesmo de vencer várias partidas. Isso teria dado a ele condições de se sentir mais seguro na escola porque passara a saber algo que os colegas não sabiam tanto. Ele me pedia alguns jogos emprestados para jogar no recreio da escola e então, onde sempre estava para trás, podia vencer. Também a leitura das regras dos jogos poderia ter um papel importante já que tal exercício dera um significado prático e prazeroso ao texto, antes sem sentido para ele ou vinculado ao fracasso e desprazer.

As conversas que surgiam nas sessões de jogos, sobre a escola e sobre a casa onde P vivia com a família, também me fazem pensar que a nossa interação desempenhara um papel importante para as mudanças no seu comportamento e desempenho escolar. Ele passou a confiar em mim a ponto de me contar coisas que despertavam sentimentos e emoções ambíguas e confusas sobre as quais, algumas vezes, pudemos conversar. Acreditei que falar desses fatos, e dos sentimentos e emoções a eles relacionados, o haviam ajudado a se desvencilhar de tramas psicológicas bloqueadoras do seu desenvolvimento natural. Conflitos interiores poderiam estar ocupando sua mente, dificultando que se concentrasse nos conteúdos pouco atraentes da escola e gerando emoções conflituosas na família. Compreender tais emoções durante nossas conversas parecia ter ajudado P a controlar melhor suas relações sociais e parecia também ter liberado sua mente para ocupar-se das coisas ensinadas pela professora.

Passei alguns anos investigando essa hipótese e a validade de se considerar as dificuldades de aprendizagem como sintoma do sujeito do inconsciente, adotando o referencial teórico da Psicanálise. De 1994 a 1996, enquanto aluna da graduação em Pedagogia pela FaE/UFMG, fui bolsista de Iniciação Científica pelo CNPq procurando entender como aspectos inconscientes podem interferir na aprendizagem do sujeito. Os resultados e algumas considerações relativas ao seu tema podem ser encontrados em Oliveira (2001), Sena (2002) e Santiago (2005).

Nessa perspectiva, a importância do jogo se limita à mediação que ele proporciona numa psicoterapêutica, mas esse não pode ser o papel do educador ou do psicopedagogo que têm seu compromisso com a aprendizagem escolar e não com a terapia psicológica. Embora as conversas ocorressem, não estava claro se elas haviam gerado a mudança e se, caso não houvesse os jogos, mas apenas as conversas, as mudanças também seriam observadas. Permanecia inalterada a questão original de saber o que havia acontecido na mente de P para que ele saísse de um estado de impossibilidade de aprender a leitura e de obter sucesso na escola e passasse, não só a dominar o código escrito, mas também o código social e melhorar suas relações no ambiente escolar e familiar, como as pessoas nesses ambientes relatavam.

Durante os anos seguintes, o jogo de tabuleiro foi um instrumento importante na minha atuação clínica com crianças com dificuldades escolares e um recurso pedagógico sempre presente nas salas de aula do ensino regular onde atuei como pedagoga. Nessas experiências profissionais foram evidentes os ganhos cognitivos e comportamentais dos alunos, observados na melhor aprendizagem, nas notas escolares aumentadas, no engajamento no trabalho em equipe e na maior capacidade de concentração nas tarefas escolares e também naquelas realizadas na clínica. No entanto, tal constatação nunca contou com uma abordagem pautada em evidências científicas e sim, apenas com a intuição e observação empírica, corroboradas pela literatura veiculada em livros e revistas de educação sobre a eficácia da utilização de jogos na sala de aula e na clínica, que, em muitas vezes, também refletiam opiniões e relatos de experiências.

Especializando-me em neurociências pude aumentar minhas possibilidades de estudar a atividade cerebral em sujeitos durante tarefas controladas e buscar outras respostas à questão de P, podendo investigar, agora com bases científicas, o que o jogar causa no funcionamento do cérebro, ou seja, quais são as bases neurobiológicas do uso de jogos de tabuleiro e de estratégia. Procuo saber também se, e como, um treinamento com esses jogos pode resultar em incremento das habilidades cognitivas.

Assim, senti-me motivada a ultrapassar o campo da experiência construída com base na intuição apenas e enriquecer minha prática educacional com conhecimentos baseados em evidências científicas, mais especificamente, demonstrados por estudos em

Neurociência. Não quero, com isso, desmerecer a capacidade intuitiva no fazer pedagógico, considerando que a intuição seja possível a partir do acúmulo de experiência e observação atenta dos resultados das ações promovidas. Mas podemos nos enganar em nossas observações e o estudo do comportamento e da cognição pelos neurocientistas têm fornecido dados significativos sobre as falhas que ocorrem na nossa percepção da realidade (Cosenza, 2016; Mlodinow, 2013). Por isso o respaldo da metodologia científica é importante. Com ele podemos contar com dados que evidenciam o que pode ser positivo para os objetivos propostos e o que, comprovadamente resulta, quando não em prejuízos aos alunos, pelo menos, sem alterações significativas que justifiquem o investimento dispendido em uma ação pedagógica .

Por fim, nesse trabalho, pretende-se revisar a literatura científica a respeito das bases neurobiológicas do uso de jogos de tabuleiro e de estratégia, senão de forma exaustiva, mas contando com a exiguidade de publicações a respeito numa busca em bancos de dados acadêmicos.

INTRODUÇÃO

- **Neurociências e alguns aspectos de suas contribuições para a educação**

O crescente aumento do conhecimento sobre o cérebro levou a uma ampliação das fronteiras das Neurociências para campos os mais variados, como a psiquiatria e a psicologia; a imunologia e a endocrinologia; o direito, a música e a filosofia, para citar apenas alguns. Nesse avanço sobre campos distintos, a educação não poderia ficar de fora uma vez que o cérebro, como todos sabemos, é parte importante no processo de aprender (Ribeiro, 2014).

Muitas pesquisas têm sido realizadas na interface entre Neurociências e Educação. Nesse campo de estudos, as funções executivas têm destaque, pois são elas que compõem a orquestra neural em grande parte das atividades da vida cotidiana e têm papel fundamental na aprendizagem escolar e no comportamento social, como explicam Guerra e Cosenza (2011).

Uma das contribuições mais importantes das neurociências para a educação é o estudo de como o cérebro aprende. Nesse intento, os autores supracitados falam da importância de circuitos neurais específicos. Localizados no córtex pré-frontal, mas com intercâmbio neural em diversas regiões do cérebro, esses circuitos formam relações entre diferentes funções cognitivas no processo de aprender. A atividade de tal circuitaria é conhecida por Funções Executivas (FE).

Embora as pesquisas em neurociências ofereçam um admirável mundo novo aos educadores, a complexidade desse universo, até então desconhecido, traz consigo muitas dúvidas e equívocos na interpretação desses achados. A divulgação de resultados de pesquisas realizadas com seriedade entre um grupo de pessoas pouco informadas a respeito de como funciona o cérebro podem gerar verdadeiros “neuromitos” que pautam a atitude de educadores na realização de seu trabalho e podem prejudicar o processo de aprendizagem de muitas crianças e adolescentes (Ekuni, Zeggio & Bueno, 2015)

Segundo Ekuni *et al.* (2015), organizadores do livro “Caçadores de Neuromitos”, um “neuromito” diz respeito à divulgação de interpretação equivocada sobre a ciência do cérebro”. Um desses neuromitos diz respeito ao incremento cognitivo por meio do treino com jogos e games e incentiva o consumo desses recursos para se

tornar mais inteligente. No entanto, muitos neurocientistas no mundo todo têm afirmado que isso não é verdade e que programas que utilizam games com a promessa de aumentar o QI ou melhorar o desempenho cognitivo são enganadores e apenas fazem o consumidor perder seu tempo e dinheiro. É o que acredita um grupo de 70 cientistas que assinaram um documento divulgado em dezembro de 2014 pela Universidade de Stanford e pelo Instituto Max-Planck de Berlim para o Desenvolvimento Humano. Em uma citação do documento divulgada no blog *Mente e Cérebro*, em janeiro de 2015, (www2.uol.com.br/vivermente/noticias/ginastica_para_o_cerebro_nao_deixa_voce_mais_inteligente) pode-se ler que “não há resultados que suportem o argumento de que ‘jogos cerebrais’ alterem o funcionamento neural de forma a melhorar o desempenho cognitivo no dia a dia, prevenir o declínio cognitivo ou doenças do cérebro”.

No entanto, a questão parece controversa e podemos encontrar pesquisadores que admitem os benefícios de jogar para melhorar as habilidades cognitivas e vencer dificuldades acadêmicas. Segundo Ribeiro (2013), embora não haja consenso sobre os benefícios dos jogos de computador para a melhora cognitiva, “alguns estudos sugerem que a prática de certos jogos pode reverter déficits de aprendizado característicos da dislexia, e até mesmo acarretar a transferência de habilidades entre domínios cognitivos distintos”. Ou seja, jogar poderia gerar mudanças significativas no comportamento e na aprendizagem e estaria, portanto, ligado ao processo de neuroplasticidade.

Observa-se, atualmente, uma discussão sobre o valor dos jogos de computador como recurso para incrementar a cognição, com diferentes grupos de pesquisa se dedicando ao tema (www.pns.org/cgi/content/short/102/41/14931; Rabipour, S. & Raz, A. 2012; Bavelier, D., Green, C. S., Pouget, A. & Schrater, P., 2012), mas não se tem a mesma produção científica sobre os jogos de tabuleiro e de estratégia não jogados no computador e sim presencialmente, entre jogadores humanos.

Na verdade, já existem trabalhos com imagens de ressonância magnética funcional (fMRI) mostrando o que acontece no cérebro das pessoas quando jogam. No entanto, não se tem informação suficiente para concluir sobre se estas ativações neuronais observadas durante uma tarefa com jogos nesses exames com fMRI podem gerar mudanças comportamentais e cognitivas que promovam melhores condições de aprendizagem.

Um dos objetivos desse estudo é revisar trabalhos que investiguem o funcionamento do cérebro durante o engajamento em um jogo de tabuleiro e estratégia, analisem as regiões cerebrais envolvidas nessa atividade e avaliem se um treinamento com jogos de tabuleiro poderia melhorar funções executivas de crianças em idade escolar.

Sabe-se que, enquanto jogam, essas pessoas realizam processos importantes de análise, síntese, avaliação e organização da informação e do conhecimento para desenhar novas soluções, construir novas conclusões e criar novos conhecimentos (Harris, 2009). No entanto, a investigação científica sobre a utilização desses jogos e seus efeitos sobre o desempenho escolar é sub-explorada e pouco, ou quase nada se sabe sobre se essa atividade cognitiva treinada e melhorada com o jogo de tabuleiro se transfere para outros domínios, por exemplo, da aprendizagem e do comportamento.

O avanço dos estudos neurocientíficos sobre a aprendizagem humana e a implicação dessas pesquisas no campo educacional pode contribuir para o avanço da teoria e da prática em educação e, conseqüentemente, das condições de aprendizagem dos alunos. Promover o diálogo entre a Neurociência e a Educação pode trazer benefícios (Ribeiro, 2013; Ribeiro, 2014) a ambos os setores do conhecimento e, principalmente, auxiliar os educadores na compreensão neurobiológica do processo de aprender para que possam realizar escolhas mais conscientes dos recursos didáticos que proporcionem melhores resultados de acordo com seus objetivos, além de se precaverem dos equívocos geradores e mantenedores de neuromitos, como o que foi referido no início desse trabalho, prejudiciais à educação de um modo geral.

Construir conhecimentos sobre o funcionamento do cérebro no uso dos jogos de tabuleiro e de estratégia pode auxiliar na construção de uma educação baseada na evidência científica, num ambiente onde, como aponta Ribeiro (2013), “abundam métodos pedagógicos discordantes, mas inexistente a prática de confronto experimental entre suas distintas eficácias. O ensino é quase sempre em opções teóricas, tradições, ideologias ou opiniões qualitativas”. Contribuir para alterar essa realidade é um dos objetivos desse trabalho.

- **Existem partes definidas do sistema nervoso responsáveis por funções específicas?**

Será que o ato de jogar pode ser localizado no cérebro assim como é possível definir regiões no encéfalo responsáveis pela visão, audição, atividade motora, memória, sensação de medo, etc?

Por volta de 1800, o médico alemão Franz Joseph Gall, mapeou as regiões cerebrais baseando-se na hipótese de que havia partes específicas no cérebro humano, que ele chamou de órgãos do cérebro, responsáveis por faculdades mentais e traços de personalidade. A esta ideia, que se difundiu e ganhou credibilidade no Reino Unido e nos Estados Unidos nas primeiras décadas do séc. XIX, deu-se o nome de Frenologia. Gall acreditava que saliências ou modificações no crânio, localizadas nas regiões indicadas no seu mapeamento do cérebro, eram indicativos seguros de tendências comportamentais e explicavam traços da personalidade daquele indivíduo. No entanto, essa credibilidade foi perdendo terreno naquele mesmo século com as descobertas de pesquisas sobre lesões no cérebro de animais, até sua rejeição como teoria científica. Mas, em 1861, o médico e neuroanatomista Paul Broca demonstrou que a teoria de Gall sobre a especialização de regiões corticais no cérebro não era tão improvável mas, com grandes ressalvas, e apresentou ao mundo médico o “centro” da fala, conhecido hoje como área de Broca que, contrariando a teoria de Gall, não é representada pelas saliências e modificações no relevo do crânio (Lent, 2010; Kandel, Schwartz, Jessell, Siegelbaum & Hudspeth, 2014).

Broca observou que seus pacientes afásicos, em análise *pós mortem* de seus cérebros, apresentavam uma lesão em um local específico do lobo frontal no hemisfério esquerdo, o que o levou a concluir que esta era uma região responsável pelos aspectos motores da fala.

Pouco depois, o neurologista alemão Carl Wernick descobriu que lesões em outra região do cérebro localizada entre o lobo parietal, temporal e occipital esquerdos eram constantes nas autópsias de pacientes que apresentaram déficit sensorial da linguagem, ou seja, esses pacientes não eram capazes de compreender as palavras, embora pudessem ouvi-las perfeitamente. A esta área deu-se o nome de área de Wernick. Além de reforçar a ideia de localização de áreas responsáveis por funções específicas no cérebro, Wernick acrescentou que esta área estaria conectada à área de

Broca e que juntas, elas formavam um complexo responsável pela compreensão e expressão da linguagem falada (Lent, 2010; Kandel *et al.*, 2014).

Hoje, com a técnica de Ressonância Magnética Funcional (fMRI, na sigla em inglês), é possível observar o cérebro em funcionamento enquanto a pessoa está realizando uma tarefa. Algumas medidas são necessárias para a realização da técnica e, por isso, essa tarefa é controlada e a pessoa que será examinada deve permanecer deitada e imóvel durante toda a experiência que é realizada dentro de um tubo equipado para captar e registrar a sua atividade cerebral em alguns momentos. A localização da ativação neuronal no encéfalo é registrada enquanto o sujeito realiza uma tarefa determinada. (Seiyama, Seki, Tanabe, Sase, Takatsuki, Miyauchi, Eda, Imaruoka, Iwakura, & Yanagida, 2004) Já existem estudos (Gonzalez-Castilloa, Saadb, Handwerkera, Souheil, Brenowitza & Bandettinia, 2012) que utilizam a fMRI nas mais variadas tarefas, e constatou-se, com esses estudos, que existem regiões no cérebro que respondem sempre a estímulos específicos. Neurocientistas da atualidade não têm dúvidas em admitir que o cérebro é constituído por áreas com especializações funcionais, de acordo com a especialização dos neurônios organizados nas suas diferentes regiões, relacionadas a áreas anatômicas específicas. Não se trata, no entanto, de abrir alas para a Frenologia de Franz Gall, mas sim de observar, através da interpretação de imagens realizadas por equipamentos modernos, que neurônios altamente especializados no processamento de determinado estímulo, embora estejam concentrados em conglomerados no encéfalo chamados núcleos ou áreas corticais, quando ativados podem enviar, por meio de seus prolongamentos, informações a outras regiões do próprio encéfalo, criando uma rede de ativação neural que se espalha por diferentes regiões do sistema nervoso. Descobriu-se, também, que estas mesmas regiões são ativadas sempre que o estímulo específico for oferecido, não só naquele sujeito examinado, mas, de um modo geral, no cérebro de outros sujeitos avaliados nas mesmas condições, demonstrando a existência de circuitos neurais específicos cujas ativações são desencadeadas pelos mesmos tipos de estímulos (Gonzalez-Castilloa, *et al.*, 2012)

Desta forma, uma atividade ou comportamento pode ativar várias regiões do córtex. E saber quais são as regiões ativadas por determinada tarefa permitiu aos neurocientistas localizar, no parênquima cerebral, redes específicas de ativação e

determinar a circuitaria neural envolvida em diversas atividades e comportamentos humanos (Gonzalez-Castilloa, *et al.*, 2012).

Algumas dessas regiões observadas fazem conexão entre si e com várias outras partes do encéfalo, formando redes, ou circuitos neurais, que modulam nosso pensamento e comportamento. Uma dessas redes neurais trata-se da circuitaria envolvida com as Funções Executivas (FE), que nos permitem manter a atenção, pensar sobre as consequências das tomadas de decisão, organizar o pensamento e planejar repostas e comportamentos adequados, controlar os impulsos para avaliar e evitar uma situação inadequada ou perigosa, entre outras tarefas cotidianas de grande importância para a aprendizagem e também necessárias quando se está engajado na tarefa de jogar Tachibana, Yoshida, Ichinomiya, Nouchi, Miyauchi, Takeuchi, Tomita, Arai, & Kawashima, 2012; Kim, Han, Lee, Kim & Cheong, Han, 2014.

- **Jogos de estratégia no tabuleiro**

Diferentes tipos de jogos estão disponíveis no mercado e também são utilizados por educadores como recurso didático. No entanto, como cada um tem suas finalidades e regras próprias e, embora tenham sempre o objetivo de divertir aqueles que jogam, podem, ou não, contribuir para os objetivos dos educadores.

Nesse trabalho fez-se a opção por revisar estudos sobre o funcionamento do cérebro no uso dos jogos de tabuleiro¹ e de estratégia. Vale esclarecer que esta definição é necessária uma vez que existem também os jogos de tabuleiro que não são de estratégia, como é o caso de jogos de trilha. Nesses jogos de tabuleiro, os jogadores lançam dados e, de acordo com os números obtidos, têm que avançar ou recuar “casas” até o fim de uma trilha desenhada dentro dos limites de uma superfície rígida. A vitória, nesse caso, não depende da tomada de decisão do jogador, mas unicamente da sorte e artigos sobre esse tipo de jogos não foram contemplados em nossa revisão. Limitou-se aos trabalhos que estivessem interessados em analisar os circuitos das funções executivas (FE) durante a atividade e após treinamento com jogos.

Esses jogos, que recrutam funções executivas são aqueles que exigem que o jogador pense em estratégias para atacar e se defender do seu adversário, como vimos

¹ São jogos que utilizam uma superfície com demarcações e limites dentro dos quais os jogadores movimentam peças ou fazem marcas, de acordo com as regras do jogo

em parágrafos anteriores. Durante uma partida esses jogadores precisam tomar decisões, fazer escolhas, antecipar jogadas, realizar mudanças de estratégias, enfim, habilidades ligadas às FE. São habilidades necessárias também para conquistar uma vida acadêmica satisfatória e queremos saber, justamente, se usar esses jogos de tabuleiro e de estratégia tem resultado em evidências sobre a ativação das funções executivas que são importantes para a aprendizagem e também sobre a eficácia de programas de treinamento com esses jogos na melhora dessas habilidades em crianças saudáveis e também aquelas com TDAH

Mas há ainda os jogos de estratégia que não são jogados necessariamente em tabuleiros. Um exemplo desse tipo de jogo são os games em cenários virtuais, nos quais são necessárias estratégias para atacar o adversário e defender-se dele, entre outras. Muitos estudos se dedicam a analisar os vários efeitos no cérebro causados pela prática com games e existem controvérsias sobre os resultados e as conclusões divulgadas. Dentre os jogos que também podem ser considerados de estratégia mas que não são de tabuleiros estão o dominó, alguns jogos de carta, charadas, alguns jogos de encaixe. Neste trabalho, pretende-se excluir esses estudos e manter o recorte sobre os jogos realizados em tabuleiro uma vez que a pesquisadora tem maior experiência na realização de intervenções com esse tipo de jogo e o interesse desta investigação resulta justamente da sua prática pessoal de intervenção com jogos de tabuleiro que exigem habilidades estratégicas como recurso para melhorar a aprendizagem de crianças e adolescentes.

Além dos conhecidos jogos de xadrez, dama, gamão, war, banco imobiliário, temos outros exemplos de jogos de tabuleiro que demandam estratégia para vencer um ou mais adversários. Estes jogos estão disponíveis em grande escala no mercado e também podem ser confeccionados artesanalmente. Alguns podem ser muito antigos, como é o caso de mancala. Originário da Índia estima-se que há cerca de 7 mil anos foi adotado na Grécia e viajou no tempo e no espaço até as lojas de hoje. Os jogos citados nesse estudo se limitam ao GO e ao Xadrez por terem sido os disponíveis no Portal Capes em decorrência da escolha de palavras chaves relacionadas ao uso de jogos de tabuleiro e estratégia, funções executivas e alunos do ensino fundamental.

METODOLOGIA

Numa busca inicial na plataforma do Portal CAPES utilizou-se as palavras-chaves “jogos” e “aprendizagem”, tanto em português como em inglês, “games” e “learn”. Como resultado da pesquisa foram encontrados trabalhos que avaliavam os efeitos de jogos de computador, trabalhos sobre jogos de tabuleiro e muitos sobre brincadeiras infantis. De acordo com os critérios de exclusão adotados nesse estudo, não foram utilizados os trabalhos sobre jogos de computador e também aqueles que analisavam as brincadeiras infantis. Dos trabalhos que analisavam a utilização de jogos de tabuleiro, nenhum deles fazia referência ao funcionamento neural na utilização desses jogos e foram, por isso, também excluídos.

Diante da amplitude de significados que o termo “jogo” podia adquirir, fez-se necessária uma categorização dos jogos a fim de promover um filtro mais eficiente na busca e encontrou-se o termo “jogos com regras”, para distinguir um tipo de jogo no qual o jogador precisa dominar um repertório de regras e memorizá-las para atingir um objetivo, como é o caso do jogo de tabuleiro, visado nesse estudo.

Numa segunda tentativa, foram utilizados os termos em inglês “executive functions” e “games with rules” ou “funções executivas” e “jogos com regras”, na tentativa de priorizar, com o primeiro termo, um enfoque neurocientífico na busca. Para delimitar o tipo de jogo de interesse, introduziu-se o segundo termo para filtrar somente aqueles com regras, evitando os trabalhos que tratavam dos jogos lúdicos da infância, ou as brincadeiras infantis. Essa nova busca ainda resultou em trabalhos referenciados nos “games” ou jogos de computador, que foram novamente excluídos, mas forneceu alguns artigos que deram uma pista importante para se chegar aos textos que serão utilizados nesse estudo. Os artigos identificados foram aqueles que procuravam avaliar a ativação neural em jogadores de Xadrez e Go, e a esses jogos vinculou-se a denominação de “board and strategy games”. Esta denominação será a utilizada por nós no decorrer do texto e, ao utilizarmos como termos de busca as palavras-chaves executive functions, cognitive functions, neuroplasticity, elementary school children em diferentes combinações com o termo “board and strategy games”, identificamos quatro trabalhos sobre a ativação neural em jogadores adultos, amadores e profissionais, de jogos como Xadrez e Go e também dois trabalhos sobre o que acontece no cérebro de

crianças em idade escolar quando submetidas a um programa de intervenção com o jogo Go.

A combinação de “executive functions”, “board and strategy games” “neuroplasticity” e “elementary school children” levou a dois trabalhos realizados com crianças. Um desses trabalhos propõe um protocolo de avaliação de um programa de intervenção com o jogo Go. Mesmo sendo considerado inconcluso pelos autores, que pretendem aplicar tal protocolo e utilizar a fMRI em trabalhos futuros, optou-se pela sua inclusão nessa revisão bibliográfica como referência sobre as hipóteses que norteiam os neurocientistas em suas pesquisas sobre a neurobiologia do uso de jogos de tabuleiro e sobre a metodologia utilizada nessa investigação.

Foram utilizados apenas os termos em inglês porque, nas buscas iniciais não foram encontrados artigos que pudessem ser considerados pelos critérios de inclusão quando os termos em português foram utilizados.

Em resumo, para obtenção dos artigos que foram analisados neste trabalho, os critérios de inclusão foram:

- Artigos disponíveis no Portal da CAPES publicados entre os anos de 2000 e 2015
- Artigos obtidos por meio da busca utilizando-se os termos board games, strategy games, executive functions, elementary school children em diferentes combinações
- Artigos que apresentassem uma investigação de aspectos do funcionamento cerebral relacionados ao uso de jogos de tabuleiro classificados como jogos de estratégia considerando metodologia utilizada, pro exemplo: uso de técnicas de neuroimagem, EEG (eletroencefalograma), avaliações neuropsicológicas (de função executiva, atenção. Impulsividade)

Os critérios de exclusão foram:

- Artigos que se dedicaram ao estudo de games ou jogos de computador

- Artigos cuja investigação não estivesse voltada para o funcionamento do cérebro no uso dos de jogos de tabuleiro e de estratégia
- Artigos cuja investigação dizia respeito às brincadeiras da infância, entendidos na literatura como jogos infantis ou jogos simbólicos da infância.

Os resultados obtidos na revisão de literatura, considerando os critérios de inclusão e exclusão apresentados, são descritos a seguir.

RESULTADOS

A revisão de literatura realizada identificou seis artigos (Anexo 1) que serão detalhados e discutidos nesse trabalho: quatro que tratam da neurofisiologia do uso de dois jogos de tabuleiro diferentes, a saber, Go e Xadrez, em jogadores amadores e profissionais adultos; um artigo que apresenta os parâmetros e procedimentos metodológicos para a investigação do impacto do treinamento com jogo Go na cognição de crianças saudáveis e um trabalho que demonstra os resultados de um programa de intervenção com o mesmo jogo de tabuleiro na atenção e no comportamento de crianças com diagnóstico de Transtorno do Déficit de Atenção e Hiperatividade (TDAH).

Como o cérebro joga? O que acontece no cérebro de uma pessoa quando está jogando? Que partes do encéfalo são ativadas enquanto alguém joga? As mesmas regiões encefálicas são ativadas quando se joga jogos diferentes? A experiência no jogo altera a ativação neural dos jogadores e, se há alterações, elas podem ser transferidas para outros domínios cognitivos, como a atenção e o comportamento?

Para responder a estas questões, alguns pesquisadores de universidades conceituadas localizadas em dois continentes distantes, Ásia e América do Norte, em 2002 e 2003, analisaram imagens de ressonância magnética funcional (fMRI) de pessoas adultas engajadas em tarefas relacionadas a dois jogos de tabuleiro diferentes: Go² e Xadrez³

Os pesquisadores Chen, Zhang, Zhang, Li, Meng, Hec, & Hud (2002) e Atherton, Zhuangb, Bart, Hud & Hec (2003), junto com seus colaboradores, procuraram conhecer as regiões cerebrais envolvidas nos jogos Go e Xadrez e as intervenções foram

² Go, ou BADUK, é um jogo de tabuleiro milenar, muito difundido no oriente, que requer dois jogadores, sendo que um joga com peças brancas e outro com as peças pretas. As peças têm valor idêntico entre si e o jogo se caracteriza pela necessidade de raciocínio estratégico. O tabuleiro é perpassado por 19 linhas na horizontal e 19 linhas na vertical. As peças são deslocadas pelos jogadores nas interseções dessas linhas. O objetivo de cada jogador é cercar seu oponente enquanto ocupa a maior parte possível do tabuleiro enquanto tenta impedir que seu oponente o faça. Embora requeira grande habilidade estratégica, Go tem regras bastante simples e pode ser jogado por crianças a partir de 8 anos de idade.

³ O Xadrez é um jogo amplamente conhecido no mundo todo e amplamente utilizado em escolas e consultórios de psicopedagogia no ocidente. Diferentemente do Go, tem regras bastante complexas, com valores diferentes para as várias peças manipuladas pelos jogadores no espaço do tabuleiro. Jogar Xadrez requer altas habilidades cognitivas e sofisticadas ferramentas de resolução de problemas (Atherton *et al.*, 2002).

realizadas com grupos de amadores na Universidade de Ciência e Tecnologia da China e na Universidade de Minnesota, USA, respectivamente. Anos mais tarde esses trabalhos foram replicados, desta vez com grupos de jogadores profissionais ou com grande experiência nos mesmos jogos, ou seja, Go e Xadrez. Em 2010 a equipe de Boreom Lee, da Universidade Nacional Seoul (Korea) e em 2012 os pesquisadores da equipe de Xujun Duan, da Universidade de Ciência e Tecnologia da China, buscaram compreender o impacto da experiência desses dois jogos na atividade neuronal. Esses sujeitos declararam experiência em torno de 10 anos na atividade, seja como competidores profissionais ou como jogadores frequentes. Muitos afirmaram terem iniciado a prática regular com Go ou Xadrez ainda na infância.

Nesses dois últimos estudos, os voluntários, todos jogadores experientes, realizaram tarefas controladas para que a atividade neural em seus cérebros fosse avaliada durante os estímulos relativos a um jogo.

Mas várias regiões do cérebro, não especificamente envolvidas com uma dada tarefa, são ativadas quando esta tarefa é realizada. Como saber qual se refere ao objeto de investigação? Foi exatamente para resolver este problema que os sujeitos dessas pesquisas, incluindo os estudos de Chen *et al.*(2002), Atherton *et al.* (2003), Lee *et al.* (2010) e Duan *et al.* (2012), fizeram três registros de atividade neural, descritos a seguir.

Dentro da câmara tubular da fMRI, deviam primeiro olhar para o centro da imagem de um tabuleiro totalmente vazio, sem pensar em nada, durante 30 segundos, enquanto o aparelho registrava a sua atividade cerebral naquele momento. Em seguida, deviam procurar por algumas peças marcadas dentre as peças dispostas randomicamente em um tabuleiro igual ao anterior. E, por último, os sujeitos deviam olhar para o tabuleiro onde havia algumas peças dispostas numa situação possível naquele jogo.

Nesta situação de possível jogo, a tarefa para os participantes amadores era pensar na próxima jogada da peça branca, enquanto para os profissionais pediu-se que pensassem em como deviam movimentar as peças brancas e colocar o rei preto em cheque-mate com até cinco movimentações, gastando, para isso, no máximo, 20 segundos. Esse tempo foi definido a partir de testes com outros jogadores profissionais que demonstraram que 20s eram suficientes para atingir o objetivo. Após saírem da câmara de ressonância magnética, os sujeitos foram solicitados a explicitar as

estratégias por eles imaginadas durante o exame e todos demonstraram ter se engajado na tarefa e encontrado a solução para o problema apresentado.

O que o aparelho de ressonância magnética registra, nessas situações, é o *bold*, ou seja, o fluxo sanguíneo no cérebro. Sabe-se que a ativação neuronal no cérebro requer suprimentos de glicose e oxigênio e o condutor desses elementos até os neurônios no encéfalo é o sangue. Assim, nas regiões cerebrais ativadas por qualquer estímulo sensorial ou motor, há um fluxo diferenciado de sangue que é registrado pelo aparelho de ressonância magnética na forma de imagem.

. As imagens das diferentes situações de teste foram comparadas e, a partir da comparação de sobreposição de imagens, foram descartadas as que registravam ativações nas regiões do primeiro registro, quando os indivíduos olhavam o tabuleiro vazio, ou seja, um estímulo exclusivamente visual. Neste caso a ativação mais frequente foram as de áreas visuais, não estando relacionada com a atividade mental propriamente envolvida no jogo testado.

Ativações registradas no córtex motor, durante o 3º momento do teste, enquanto os sujeitos, imóveis, deveriam pensar sobre as movimentações possíveis para as peças dispostas no tabuleiro, também foram descartadas. Nesse caso, sabe-se, que o planejamento da movimentação das peças levou os sujeitos a imaginar o movimento do próprio corpo, o que explica a ativação da área motora no cérebro.

Enquanto pensavam nas jogadas, além de imaginar os movimentos do corpo para realiza-las, os sujeitos também verbalizavam internamente sobre elas, gerando ativação nos neurônios da região da fala. Como no caso das ativações do córtex visual e motor, esses registros também foram descartados.

Subtraídas as imagens do córtex visual, do córtex motor e daquele referente à linguagem, restaram as imagens que registraram a atividade neural relativa ao próprio jogar. Nesses casos, essas imagens foram registradas enquanto os voluntários pensavam nas soluções para os problemas apresentados pelos pesquisadores que foram, para lembrar o leitor, realizar a próxima jogada das peças brancas, para os amadores, e colocar o rei preto em cheque-mate com até cinco jogadas no tempo máximo de 20s,

para os profissionais. As áreas ativadas nesses momentos específicos foram as do córtex parietal e também da região pré-frontal.

Esse registro pode ser definido como o registro neurobiológico do uso do jogo de tabuleiro, mais precisamente, do Xadrez e do Go. Não foram encontrados, na busca realizada para este trabalho, e já descrita acima, registros de atividade cerebral no uso de outros jogos. Sendo assim, não podemos fazer generalizações afirmando que jogar qualquer tipo de jogo ativa o córtex parietal e a região pré-frontal mas apenas que, nesses experimentos, pode-se observar esta ativação neural no uso desses dois jogos especificamente. Considerando os diferentes estudos mencionados, as áreas cerebrais ativadas durante a tarefa de jogar apresentaram alguma variação entre eles.

Nos primeiros estudos, realizados por Chen *et al.* (2002) e Atherton *et al.* (2003) com pessoas que conheciam pouco o jogo utilizado notou-se, pela análise das imagens de ressonância magnética, que os dois jogos, Go e Xadrez, demandam áreas equivalentes no cérebro dos jogadores e que estas áreas estão localizadas na região pré-frontal em menor escala e no córtex parietal numa proporção significativamente maior. A interpretação dessas imagens resultantes dos testes com os jogadores amadores mostraram que jogar Go e Xadrez demanda em maior grau o uso de processos cognitivos relativos à memória de trabalho espacial, memória espacial e atenção espacial, em circuitos do lobo parietal, do que processos mentais sofisticados da região pré-frontal como, por exemplo, a tomada de decisão quanto às estratégias para se proteger do oponente, atacá-lo e ganhar a disputa.

Uma das hipóteses dos pesquisadores envolvidos nesses trabalhos era de que essa menor ativação pré-frontal poderia ser devido ao conhecimento que esses jogadores possuíam sobre o jogo, o que lhes parecia incoerente, já que conheciam apenas as regras básicas, obedecendo a um dos principais critérios de inclusão na amostra. Para resolver o problema, os pesquisadores sugeriram um estudo sobre a atividade neural em jogadores experientes nos jogos avaliados, o que deu origem aos estudos das equipes de Boreom Lee (2010) e de Xujun Duan (2012) já mencionados acima.

Nesses estudos de Boreom *et al.* (2010). e Lee *et al.* (2010), essa diferença na ativação entre a região pré-frontal e lobo parietal também foi observada no grupo de jogadores profissionais. No entanto, observou-se uma maior desativação do córtex pré-

frontal em comparação com o grupo de amadores, numa região relacionada, entre outras coisas, a uma circuitaria chamada *Default Mode Network*, (DMN) ou *Modo Default*.

O *Modo Default* pode ser compreendido, em linhas gerais, como sendo a nossa atividade cerebral quando não estamos concentrados em nada. Nos jogadores amadores, a necessidade de pensar sobre as regras do jogo, que ainda não estavam muito internalizadas, convocou o trabalho neural na região pré-frontal nos momentos de tomada de decisão sobre as jogadas, enquanto para os profissionais, esse raciocínio, próprio do córtex pré-frontal poderia ser dispensado, ativando menos essa circuitaria. Enquanto isso, a concentração dos jogadores profissionais podia ser direcionada exclusivamente para as jogadas em si, com uma preponderância das informações espaciais determinando a ativação neural do córtex parietal especializado no processamento desse tipo de informação. (Beurze, Lange, Toni & Medendorp, 2009; Shulman¹, Astafiev, McAvoy, d'Avossa¹ & Corbetta, 2007)

Para entendermos o que isso significa, basta pensar na tarefa de dirigir ou andar de bicicleta. Enquanto somos principiantes nessas tarefas precisamos lembrar e pensar em cada movimento, atitude e tomada de decisão. Pensamos em quando soltar a embreagem na arrancada, quanto pressionar o acelerador e gerar a energia inicial para impulsionar o carro e em regular os movimentos dos pés nos dois pedais para que a arrancada aconteça sem sobressaltos ou sem deixar que o carro “morra”. O mesmo para a bicicleta. É praticamente impossível ao ciclista iniciante desfrutar de um passeio de bicicleta e da paisagem onde circula, tão preocupado precisa estar em manter os músculos endireitados para conseguir o equilíbrio necessário para manter-se em cima da bicicleta, além de controlar a pressão nos pedais para gerar a velocidade adequada, entre outras coisas.

Quando, no entanto, já temos experiência de direção e sabemos andar de bicicleta, não pensamos em nada disso. Não precisamos pensar quando acelerar ou pisar na embreagem ou quando trocar a marcha e podemos apreciar uma paisagem enquanto pedalamos ou conversar durante uma viagem ao volante.

Em resumo, nos estudos com jogadores amadores e profissionais adultos, tanto de Xadrez quanto de Go, realizados por Chen (2002), Atherton (2003), Lee (2010), Duan (2012) e suas respectivas equipes, foram observadas ativações nas

mesmas áreas corticais, indicando similaridade no uso da circuitaria neural para ambas as tarefas tanto em jogadores amadores quanto em jogadores profissionais ou muito experientes naqueles jogos. A diferença entre eles está na intensidade da ativação nessas áreas, que é acentuada nos profissionais, indicando aumento na ativação do lobo parietal, relacionado às habilidades de percepção espacial e diminuição da ativação no lobo pré-frontal, onde se encontra a circuitaria relacionada à inteligência g, já referida, e também os circuitos ligados ao *Modo Default*, já mencionado acima. Também apareceram resultados indicativos de mielinização em áreas sub-corticais de profissionais e jogadores muito experientes, indicando aumento da substância branca no cérebro que, conforme Cosenza e Guerra (2011), tem o papel importante de promover “a conexão entre os diversos centros nervosos”.

Sabe-se que um neurônio transmite informações a outros neurônios através de seus axônios, que são prolongamentos que partem do corpo neuronal. Quando ativado, o neurônio dispara uma descarga elétrica que viaja do corpo neuronal até o botão sináptico, na extremidade do axônio. Ali, a informação elétrica ativa mecanismos químicos que a transformam em informação química, e acontece a liberação de substâncias chamadas neurotransmissores que atuam em um próximo neurônio conectado ao anterior. Essas substâncias, por processos químicos, ativam eletricamente o neurônio seguinte e o processo permite o prosseguimento da transmissão, chamada, sináptica. O local onde ocorre essa transmissão de informação entre neurônios é chamado sinapse. Para garantir a velocidade e a qualidade dessa transmissão, os axônios recebem uma “capa”, constituída predominantemente de lipídeos, como se fossem os fios elétricos encapados que utilizamos para transmitir energia elétrica aos diversos cômodos da nossa casa. A essa capa dá-se o nome de bainha de mielina.

A bainha de mielina é formada por células que envolvem o axônio e compõem a substância branca do sistema nervoso. No encéfalo essas células recebem o nome de oligodendrócitos e um aumento de axônios envolvidos pela bainha de mielina produzida por essas células, ou seja, de axônios mielinizados, indica também um aumento da velocidade de condução das informações entre neurônios, conseqüentemente, maior eficiência das conexões neurais ou sinapses, o que indica plasticidade da rede neural. As imagens de ressonância magnética obtidas por Lee (2010) em jogadores profissionais indicam aumento axônios mielinizados com potencial para maior eficiência da

condução do impulso nervoso e da transmissão sináptica. Ou seja, segundo o estudo, jogar gera plasticidade na rede neural desses jogadores.

Os outros dois estudos analisados são relativos à eficácia de um programa de intervenção com o jogo Go em crianças do ensino fundamental. Em 2012, pesquisadores da Universidade de Manchester (Tachibana *et al.*), criaram um protocolo para avaliar o impacto de um programa de treinamento de 5 semanas com o jogo Go. Uma vez por semana, os sujeitos com idade entre 8 e 10 anos deveriam aprender e praticar o jogo por uma hora. Eles foram recrutados em uma escola elementar em Tóquio, no Japão, e não tinham experiência alguma com o jogo. Essas crianças frequentaram uma escola de Go e, além das aulas semanais de uma hora, levaram tarefas para casa que deveriam realizar 3 vezes na semana, durante 20 minutos cada dia. Estas tarefas consistiam em analisar situações do jogo e encontrar soluções para problemas propostos pelos professores. Tais problemas foram previamente testados em crianças frequentadoras da mesma escola num programa para o ensino do jogo Go para crianças.

Na avaliação proposta pelo protocolo criado pelos pesquisadores do referido trabalho, foram utilizados os testes Digit Span, Stroop, Span-board (WAIS-RNI) e BAS (Behavioral Inhibition/Activation Scale), que avaliam funções cognitivas.

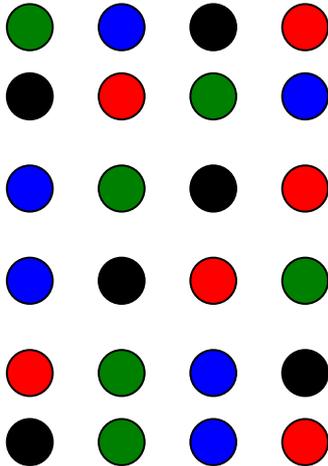
O Digit Span é um subteste do WISC-III (Escala Wechsler de Inteligência para Crianças), que avalia a inteligência em sujeitos entre 6 e 16 anos. Para a sua realização, o avaliador enuncia sequências numéricas e o sujeito é solicitado a repetir tais sequências, primeiramente na ordem direta e depois na ordem inversa. A repetição na ordem direta (forward) avalia o funcionamento da memória de trabalho verbal enquanto repeti-la na ordem inversa (backward) envolve atenção complexa e memória de trabalho, habilidades estas relacionadas às funções executivas.

No Stroop, procura-se avaliar a atenção seletiva, flexibilidade cognitiva e processamento verbal. No referido estudo, foi utilizada uma versão chinesa do Stroop. Abaixo é apresentada uma versão em Português para que o leitor possa compreender a complexidade envolvida nessa avaliação e perceber, ao realizar os comandos do teste, o esforço exigido para a sua realização final. Inicialmente, o conhecimento das cores é

testado com a apresentação do cartão abaixo e a solicitação para que os sujeitos digam o nome de cada cor, na sequência de cima para baixo e da esquerda para a direita.

Em seguida, deve ler as palavras do cartão que lhe é apresentado e no terceiro momento, deve falar a cor na qual a palavra foi escrita, ignorando o conteúdo escrito

NOMES DAS CORES



LEITURA DAS PALAVRAS

LÁPIS	CADEIRA	FÁCIL	COMIDA
CADEIRA	COMIDA	FÁCIL	LÁPIS
COMIDA	LÁPIS	CADEIRA	FÁCIL
LÁPIS	FÁCIL	COMIDA	CADEIRA
FÁCIL	LÁPIS	CADEIRA	COMIDA
COMIDA	FÁCIL	CADEIRA	LÁPIS

LEITURA DAS PALAVRAS

VERDE	AZUL	PRETO	VERMELHO
PRETO	VERMELHO	VERDE	AZUL
AZUL	VERDE	PRETO	VERMELHO
AZUL	PRETO	VERMELHO	VERDE
VERMELHO	VERDE	AZUL	PRETO
PRETO	VERDE	AZUL	VERMELHO

O Span-board, um subteste do *Wechsler Adult Intelligence Scale* foi proposto para medir a memória de trabalho viso-espacial dos sujeitos e consiste em um tabuleiro contendo 10 blocos randomicamente dispostos em frente ao sujeito avaliado. A tarefa é apontar a mesma sequência de blocos previamente indicada pelo avaliador, primeiramente na ordem direta e depois na ordem inversa.

O último teste da bateria proposta pelos autores do protocolo é a escala *The Behavioral Inhibition/Activation Scales*, numa versão para crianças, no qual é avaliada a capacidade de controle emocional e cognitivo em situações de punição e recompensa. Segundo esses pesquisadores, as funções executivas desempenham um papel importante no controle emocional e um dos objetivos da pesquisa é avaliar o impacto do treinamento dos jogos em funções executivas.

Esse trabalho, restrito a crianças saudáveis, delineia um protocolo de avaliação da eficácia de um programa de intervenção com o jogo Go utilizando testes neuropsicológicos que medem o nível de atenção, de inteligência geral, de memória de

trabalho viso-espacial e de controle inibitório, antes e depois da intervenção. Segundo os autores do trabalho, o passo seguinte deveria ser a investigação da transferência desses efeitos, se constatado após a intervenção, sobre as funções executivas, ou seja, a neuroplasticidade resultante da prática com o jogo.

O próximo estudo (Kim *et al.*), realizado em 2014 na Universidade da Korea, recrutou 15 crianças com diagnóstico de TDAH, emitido por psiquiatra, mas sem tratamento medicamentoso ou psicoterápico, e 15 crianças saudáveis. O objetivo foi comparar o impacto de um programa intensivo com o jogo Go, realizado diariamente em sessões de duas horas, de segunda a sexta-feira, durante 16 semanas.

Como na proposta anterior, os sujeitos foram avaliados com testes neuropsicológicos antes e depois da intervenção e os resultados foram comparados tanto no que diz respeito aos scores referentes aos dois grupos (TDAH e controle) quanto intragrupos. O estudo também usou dados extraídos de registros eletroencefalográficos (EEG) dos sujeitos participantes da pesquisa..

Além do Digit Span, já apresentado acima, foram utilizados o Children's Color Trails Test (CCTT), o DuPaul's ADHD Rating Scales (ARS) e o QEEG-8 para análise eletroencefalográfica.

Os resultados do CCTT refletem diferenças na velocidade do processamento cognitivo e funções executivas entre crianças saudáveis e com diagnóstico de TDAH nos aspectos relacionados à memória de trabalho, flexibilidade e persistência cognitiva.

O *DuPaul's ADHD Rating Scales* mede o grau de severidade do Transtorno do Déficit de Atenção e Hiperatividade - TDAH (ADHD, na sigla em Inglês) a partir de 18 questões embasadas nos critérios de diagnóstico para TDAH do "Diagnostic and Statistical Manual of Mental Disorders", 4ed. (DSM-IV), e foi respondido pelos pais ou responsáveis pelas crianças dos dois grupos. Nove questões do teste se referem à desatenção e nove à impulsividade/hiperatividade. Cada item pode ser classificado numa escala de 0 a 3, sendo 0 para "nunca ou raramente", 1 para "às vezes", 2 para "sempre" e 3 indica "muito frequente". Nesse teste, altos scores indicam maior grau de severidade do TDAH.

O EEG foi utilizado para medir a atividade elétrica no encéfalo durante tarefa controlada que consistiu em apresentar às crianças, pares de figuras para que indicassem se essas figuras eram idênticas ou não. Caso as julgassem idênticas a tecla do lado esquerdo do teclado do computador deveria ser pressionada e caso as considerassem diferentes, a tecla da direita seria pressionada. Nesse caso, deveriam identificar o que faltava na figura. Esse modelo de teste avalia habilidades relacionadas à inteligência geral ou, como já mencionado anteriormente, inteligência *g*.

Os resultados dos estudos de Kim (2014), com crianças com TDAH, indicaram melhora na atenção e no grau de severidade do transtorno mas nenhuma alteração significativa de diminuição da impulsividade e hiperatividade.

A inteligência geral, ou Inteligência *g* de Spearman é medida através de testes neuropsicológicos que fazem parte do protocolo para a definição do quociente de inteligência (QI) de uma pessoa. Seguindo Cosenza e Guerra (2011) poderemos entender que medida é essa, chamada de Inteligência *g*. De acordo com esses autores, os testes que medem inteligência utilizam tarefas para avaliar habilidades como raciocínio viso-espacial ou simbólico, capacidade de fazer inferências, processamento de informações e reconhecimento de padrões verbais e geométricos. Observou-se, nos resultados destes testes, que estas habilidades têm correlação estatística. Indivíduos que se saiam bem numa tarefa tendiam a ter o mesmo desempenho nas demais enquanto outros, que apresentavam um desempenho falho, mantinham o resultado ruim nas seguintes. Spearman, um estudioso da inteligência, utilizando a análise fatorial, concluiu que o cálculo matemático da correlação entre os resultados desses testes, leva a um denominador comum que ele chamou de fator *g*. Para entendermos o que isso significa na prática, basta pensar em pessoas consideradas inteligentes. Normalmente nos lembramos de como resolvem rápida e precisamente os problemas, tanto acadêmicos quanto cotidianos ou da capacidade que têm de falar bem, o ótimo vocabulário, o bom raciocínio e a boa memória. Também podemos associar um jogador astuto de xadrez, ou de outro jogo de estratégia, com pessoas inteligentes, justamente pelas suas habilidades de raciocinar, antecipar jogadas, encontrar soluções e memorizar, às vezes, diversas regras complexas. No entanto, ao compararem as imagens obtidas em seus estudos envolvendo os jogos Go e Xadrez com imagens de fMRI relacionadas à inteligência *g* obtidas por Duncan *et al.* (2000), Chen *et al.* (2012) e Atherton *et al.*

(2003) não encontraram evidências de que os mesmos circuitos estariam envolvidos nas duas tarefas.

Fazendo ressalva ao pequeno número de estudos identificados, os dados apresentados pelos seis artigos selecionados, em conjunto, indicam que jogos de estratégia, como Go e Xadrez, têm repercussões funcionais e plásticas sobre o cérebro, sugerindo efeitos sobre funções cognitivas relacionadas às funções executivas.

DISCUSSÃO

Embora o uso de jogos nas salas de aula e nos consultórios de psicopedagogia seja amplamente difundido por revistas e outras publicações especializadas em educação, são necessários mais trabalhos que esclareçam sobre o funcionamento do cérebro no uso desses jogos. Faltam também evidências sobre as condições em que um programa de intervenção utilizando jogos de tabuleiro e de estratégia pode trazer benefícios para o desempenho de funções executivas e dos reflexos, caso existam, dessa melhora na aprendizagem.

O uso de jogos já é difundido como recurso didático entre os educadores há bastante tempo mas só recentemente, com a possibilidade da utilização da fMRI, as pesquisas em Neurociências trazem novas descobertas sobre o funcionamento do cérebro no uso dos jogos de estratégia em tabuleiro e os efeitos de treinamentos com esses jogos na organização das redes neurais. Embora os resultados destas pesquisas em Neurociências não deixem dúvidas sobre o envolvimento de FE na tarefa de jogar esse tipo de jogo, são necessários ainda estudos que assegurem com evidências como e em que situações jogos de tabuleiro e de estratégia podem melhorar a aprendizagem de crianças do ensino fundamental.

As buscas com palavras-chaves em português resultaram em trabalhos realizados no Brasil sobre jogos que não enfocavam os aspectos neurobiológicos de jogar, mas se concentram na descrição de trabalhos realizados com jogos na sala de aula e a abordagem prioritária é a construtivista, baseada nas teorias de Jean Piaget.

Buscar a prática pedagógica baseada em evidências permite construir uma atuação mais consciente da eficácia das estratégias utilizadas para promover a aprendizagem, não influenciada por “neuromitos”.

Conhecer as regiões cerebrais envolvidas no ato de jogar e a relação dessas ativações com circuitos das funções executivas, abre outras possibilidades de busca, que permitem adicionar ao saber pedagógico, mais informações para auxiliar na escolha de programas de treinamento com jogos de tabuleiro ou outros recursos que envolvam o uso de estratégias para gerar benefícios cognitivos para crianças e adolescentes saudáveis e com TDAH.

No estudo com crianças com TDAH (Kim, 2014), analisado nesse trabalho, constatou-se melhoria significativa em alguns aspectos das FE, como atenção e processamento cognitivo, após intervenção com jogos. No entanto, quando comparadas com crianças saudáveis, ainda não podemos contar com evidências do uso de jogos como tratamento para o transtorno. São necessários mais estudos que nos forneçam dados sobre os efeitos dessa intervenção sobre as funções executivas importantes para o sucesso acadêmico, como por exemplo, o controle da impulsividade. No mesmo estudo não houve evidências de alteração significativa dos resultados dos testes de impulsividade antes e depois do programa de intervenção. É necessário ainda avaliar se, caso o jogo se mostre um recurso promissor no tratamento de crianças com TDAH, se o seu uso como tal pode ser alternativo ao tratamento medicamentoso e psicoterápico ou se deve ser tomado como coadjuvante ao tratamento usual, definindo seus limites de terapêuticos.

Os estudos revisados aqui parecem ir de encontro à prática pedagógica que lança mão de recursos como jogos para melhorar habilidades cognitivas uma vez que investigam e demonstram a existência de correlação entre a prática desses jogos com circuitos de funções executivas que, como sabemos, estão relacionadas com a aprendizagem, impactando a vida acadêmica de crianças e adolescentes.

É importante a continuação de estudos a partir de outros jogos de tabuleiro, diferentes daqueles estudados pelos artigos aqui revisados, a fim de comparar a atividade neural entre eles e saber se outros jogos podem gerar as mesmas ativações nas redes neurais ou se tipos específicos de jogos têm ativações também específicas. Isso proveria educadores e pesquisadores de mais dados para avaliar que tipo de jogo pode ser mais adequado para diferentes objetivos pedagógicos, levando em conta a ativação neural que pode desencadear e os ganhos evidenciados em domínios cognitivos importantes para a aprendizagem além da tarefa específica de jogar.

Outras questões podem ser levantadas a partir do conhecimento da neurobiologia do uso de jogos de tabuleiro e dizem respeito à exclusividade ou não dos jogos na ativação dessa circuitaria. Sabe-se, por estudos já realizados quando indivíduos estão realizando outros tipos de atividades e por seus registros fluxo sanguíneo cerebral (*bold*) utilizando a técnica de ressonância magnética funcional (fMRI) que atividades

como *mindfulness* e yoga, também têm impacto sobre a capacidade de concentração e já se sabe que estas atividades, quando praticadas regularmente por período de tempo prolongado, promovem alterações no córtex que parecem resultar em aumento da atenção. Ou seja, a melhora na atividade de jogar ou praticar yoga, por exemplo, pode ser transferida a outros domínios cognitivos e gerar benefícios para os sujeitos. (Thorell, Lindqvist, Nutley, Bohlin, & Klingberg, 2009). Estes dados levam à questão de saber o que é comum entre os jogos de tabuleiro e essas técnicas cujo papel no sucesso acadêmico tem sido pesquisado por neurocientistas cognitivos.

CONCLUSÃO

Jogar Go e Xadrez requer habilidades relacionadas aos circuitos neurais da área pré-frontal, em menor escala, e do lobo parietal, numa proporção maior. Além disso, um dos estudos revisados nesse trabalho também sugere que praticar qualquer um desses jogos por longo tempo promove aumento de substância branca, indicando maior conectividade e neuroplasticidade.

A utilização de um programa de intervenção com o jogo Go com crianças com TDAH pode gerar aumento no controle da atenção mas não parece surtir efeito sobre o controle da impulsividade e da hiperatividade.

Jogar envolve, segundo os trabalhos aqui revisados, áreas cerebrais equivalentes às aquelas envolvidas em funções executivas importantes para a aprendizagem.

BIBLIOGRAFIA

American Psychiatric Association (1994). *Diagnostic and Statistical Manual of Mental Disorders*, 4^oed., American Psychiatric Association

Atherton, M., Zhuang, J., Bart, W. M., Hud, X. & Hec, S. (2002). *A functional MRI study of high-level cognition: The game of chess*, Cognitive Brain Research

Bavelier, D. C., Green, S., Pouget, A. & Schrater, P., (2012). *Brain Plasticity Through the Life Span: Learning to Learn and Action Video Games*, Annual Review of Neuroscience

Beurze, S. M., Lange, F. P. De, Toni, I. & Medendorp, W. P. (2009). *Spatial and Effector Processing in the Human Parietofrontal Network for Reaches and Saccades*, Donders Institute for Brain, *J Neurophysiol*, March, 101: 3053–3062

Blog Mente e Cérebro, janeiro (2015)

www2.uol.com.br/vivermente/noticias/ginastica_para_o_cerebro_ao_deixa_voce_mais_inteligente

Chen, X., Zhang, D., Zhang, X., Li, Z., Meng, X., Hec, S. & Hud, X., A (2003). *functional MRI study of high-level cognition: The game of GO*, Cognitive Brain Research

Cosenza, R. M., *Porque não somos racionais: como o cérebro faz escolhas e toma decisões* (2016). Porto Alegre: Artmed

Cosenza, R. M. & Guerra, L. B. (2011). *Neurociência e educação: como o cérebro aprende*. Porto Alegre: Artmed

Duan, X., Liao, W., Liang, D., Qiu, L., Gao, Q., Liu, C., Gong, Q. & Chen, H. (2012). *Large-Scale Brain Networks in Board Game Experts: Insights from a Domain-Related Task and Task-Free Resting State*, Free Resting State. PLoS ONE

Duncan, J., Seitz, R. J. & Kolodny, J. (2000). *A neural basis for general intelligence: Given that the right parietal areas are prominent in intelligence*, Science

Ekuni, R., Zeggio, L. & Bueno, O. F. A. (2015). “Caçadores de neuromitos: o que você sabe sobre o funcionamento do seu cérebro é verdade?”, São Paulo: Memnon Edições Científicas

Gonzalez-Castilloa, J., Saadb, Z.S., Handwerkera, D.A., Souheil J., Brenowitza, N. & Bandettinia P.A. (2012). *Whole-brain, time-locked activation with simple tasks revealed using massive averaging and model-free analysis*, PNAS April, 109(14), 5487–5492

Harris, Christopher (2009). *Meet the new school board: board games are back--and they're exactly what your curriculum needs*, School Library Journal

Kandel, E., Shwartz, J. H., Jessel, T. M., Siegelbaum, S. A., Hudspeth, A. J. (2014). *Princípios de Neurociências*, Porto Alegre: AMGH, 5a.Ed.

Kim, S. H., Han, D. H., Lee, Y. S., Kim, Bing-Nyun, Cheong, J. H. & Han, S.H. (2014). *Baduk (the Game of Go) Improved Cognitive Function and Brain Activity in Children with Attention Deficit Hyperactivity Disorder*, Psychiatry Investigation

Lee, B., Park, Ji-Young, Jung, Hoon, W., Kim, H. S., Oh, J. S., Choi, C. H., Jang, J. H., Kang, D. H. & Kwon, J. S. (2010). *White matter neuroplastic changes in long-term trained players of the game of “Baduk”1 (GO): A voxel-based diffusion-tensor imaging study*, NeuroImage

Lent, R. (2010). *Cem bilhões de neurônios?*, Sao Paulo: Ed. Atheneu

Mlodinow, L. (2013). *Subliminar: como o inconsciente influencia nossas vidas*, Rio de Janeiro: Zahar

Oliveira, J.D.A.N., (2001). *Erro ou verdade: como entender as falhas na escrita do aprendiz*, Curinga, abril, 15/16:184-191

- Rabipour, S. & Raz, A. (2012). *Training the brain: fact and fad in cognitive and behavioral remediation*, Brain and Cognition
- Ribeiro, S. (2013). *Tempo de cérebro*, Estudos avançados, 27:77
- Ribeiro, S. (2014). *Neuroscience and education: prime to build the bridge*, Nature Neuroscience
- Santiago, A. L. (2005). *Inibição Intelectual na Psicanálise*, Rio de Janeiro: Jorge Zahar
- Seiyama, A., Seki, J., Tanabe, H. C., Sase, I., Takatsuki, A., Miyauchi, S., Eda, H., Hayashi, S., Imaruoka, T., Iwakura, T. & Yanagida, T. (2004). *Circulatory basis of fMRI signals: relationship between changes in the hemodynamic parameters and BOLD signal intensity*, NeuroImage
- Sena, M. G. C., Gomes, M. F. C. & Oliveira, J. D. A. N. (2002). *Dificuldades de Aprendizagem na Alfabetização*, Belo Horizonte: Autêntica Ed, 2ª. Ed.
- Shulman, G. L., Astafiev, S. V., Mcavoy, M. P., D'avossa, G. & Corbetta, M. (2007). *Right TPJ Deactivation during VisualSearch: Functional Significance and Support for a Filter Hypothesis*, Cerebral Cortex, November, 17:2625-2633
- Tachibana, Y., Yoshida, J., Ichinomiya, M., Nouchi, R., Miyauchi C., Takeuchi, H., Tomita, N., Arai, H. & Kawashima, R. (2012). *A GO intervention program for enhancing elementary school children's cognitive functions and control abilities of emotion and behavior: study protocol for a randomized Controlled trial*, Trials
- Thorell, L.B., Lindqvist, S., Nutley, S.B., Bohlin, G. & Klingberg, T. (2009). *Training and transfer effects of executive functions in preschool children*, Developmental Science

ABREVIATURAS

1. ADHD Attention deficit hyperactivity disorder
2. ARS DuPaul's ADAH Rating Scales
3. BAS Behavioral Inhibition/Activation Scale
4. CCTT Children's Color Trails Test
5. DMN Default Mode Network
6. DSM-IV Diagnostic and Statistical Manual of Mental Disorders-IV
7. DTI Diffusion-Tensor Imaging
8. EEG Eletroencefalograma
9. FE Funções Executivas
10. fMRI Functional Magnetic Resonance Imaging
11. TDAH Transtorno do Déficit de Atenção/Hiperatividade
12. WAIS-RNI Wechsler Adult Intelligence Scale-Revised

13. WISC-III Escala Wechsler de Inteligência para Crianças

ANEXO

Análise dos artigos selecionados, referentes a estudos de jogos de estratégia jogados em tabuleiro e aspectos do funcionamento cerebral considerando amostra, métodos e resultados.

ANO	TÍTULO	AUTOR	FONTE	SUJEITOS	PROCEDIMENTOS	RESULTADOS	CONCLUSÃO
2002	A funcional MRI study of high-level cognition II. The game of GO	Chen, X. Zhang, D. Zhang, X. Li, Z. Meng, X. He, S. Hu, X.	Cognitive Brain Research	6 universitários sem experiência no jogo Go	fMRI	Ativação das regiões pré-frontal e parietal	As áreas ativadas estão relacionadas com a atenção, percepção espacial, imaginação, armazenamento e manipulação da memória de trabalho e resolução de problemas
2002	A funcional MRI study of high-level cognition I. The game of chess	Atherton, M Zhuangb, J. Barta, W.M. Hu, X. He, S.	Cognitive Brain Research	6 universitários sem experiência no jogo Xadrez	Fmri	Ativação das regiões pré-frontal e parietal	As áreas ativadas estão relacionadas em sua maior parte às habilidades de cognição espacial, como memória espacial e utilização de diferentes informações espaciais
2010	White matter neuroplastic changes in long-term trained players of the game of "Baduk" ¹ (GO): A voxel-based diffusion-tensor imaging study	Lee, B. Park, Ji-Young Jung, Hoon Kim, H.S. Oh, J.S. Choi, Chi-Hoon Ang, J.H. Kang, Do-Hyung Kwon, J.S.	NeuroImage	16 sujeitos adultos com experiência no jogo Go; 19 sujeitos inexperientes no jogo Go	Fmri DTI	Jogadores experientes, quando comparados ao grupo controle, apresentaram mudanças estruturais com aumento de mielinização de regiões do lobo frontal, cíngulo, áreas estriato-talâmicas	As áreas relacionadas ao aumento de mielina correspondem àquelas envolvidas com controle da atenção, memória de trabalho, regulação executiva e resolução de problemas.
2012	Large-scale brain networks in board game experts: insights from a domain-related task and task-free resting state	Duan, X. Liao, W. Liang, D. Qiu, L. Gao, Q. Liu, C. Gong, Q. Chen, H.	PLoS ONE	15 sujeitos adultos com experiência no jogo de Xadrez; 15 sujeitos inexperientes no jogo de Xadrez	Fmri	Profissionais e jogadores experientes em Go demonstraram maior ativação nas áreas de resolução de problemas que o grupo controle, de jogadores amadores. Os dois grupos apresentaram desativação das áreas	A experiência no jogo Go promove maior desativação do circuito <i>default</i> enquanto promove aumento de ativação na região parietal

						relativas ao <i>modo default</i> , sendo mais significativa a desativação no grupo de jogadores experientes em comparação ao grupo de amadores	
2012	A GO intervention program for enhancing elementary school children's cognitive functions and control abilities of emotion and behavior: study protocol for a randomized controlled trial	Tachibana, Y. Yoshida, J. Ichinomiya, M. Nouchi, R. Miyauchi C; Takeuchi, H. Tomita, N. Arai, H. Kawashima, R.	Trials	35 crianças entre 8 e 10 anos de idade, divididas randomicamente em grupo de intervenção e grupo controle, sem intervenção	Intervenção com treinamento para o jogo Go por 1 hora, 1 vez por semana durante 5 semanas; Avaliação neuropsicológica antes e depois da Intervenção	Criação de um protocolo de avaliação de um programa de intervenção com o jogo Go	O próximo passo será a aplicação do protocolo pelos autores
2014	Baduk (the Game of Go) improved cognitive function and brain activity in children with attention deficit hyperactivity disorder	Kim, S.H. Han, D.H. Lee Y.S. Kim, Bing-Nyun; Cheong, J.H. Han, S.H.	Psychiatry Investigation	17 crianças entre 7 e 12 anos de idade com diagnóstico de TDAH sem tratamento medicamentoso ou psicoterápico e 17 crianças saudáveis para controle	Intervenção com treinamento para o jogo Go por 2 horas , 5 dias por semana durante 16 semanas. Avaliação neuropsicológica antes e depois do período de intervenção. EEG	Melhora dos scores nos testes relativos à atenção e severidade do TDAH mas nenhuma alteração significativa nos scores relativos à impulsividade. No EEG foram observadas alterações nas ondas elétricas no lobo pré-frontal após a intervenção	Jogar Go é efetivo na melhora da atenção e no tratamento de crianças com TDAH..

DTI - diffusion-tensor imaging

fMRI – functional magnetic resonance imaging