



Fundação Universidade Federal do ABC

Pró reitoria de pesquisa

Av. dos Estados, 5001, Santa Terezinha, Santo André/SP, CEP
09210-580

Bloco L, 3ºAndar, Fone (11) 3356-7617

iniciacao@ufabc.edu.br

Projeto de Iniciação Científica submetido
para avaliação no Edital: 04/2022

Título do projeto: A ATIVAÇÃO TEMPORO PARIETAL E A PERCEPÇÃO EM
JOGADORES DE XADREZ: UM ESTUDO FNIRS

Palavras-chave: xadrez; experiência; percepção visual;

Área do conhecimento: Interdisciplinar-Neurociência

Sumário

Sumário	2
RESUMO	2
Introdução	3
Objetivos Gerais	5
Objetivos específicos	5
MÉTODOS	5
Participantes	5
Materiais	6
Procedimento	8
ANÁLISE DOS DADOS	14
RESULTADOS ESPERADOS	15
CRONOGRAMA	17
REFERÊNCIAS	17

1 RESUMO

O *xadrez* é um esporte, que exige alta demanda cognitiva, que força os seus jogadores a terem uma ativação de diversas regiões do cérebro. Estudos anteriores, como o de (Bilalić et al.), mostraram uma relação entre a experiência dos jogadores de xadrez e a percepção do tabuleiro e do jogo. Os jogadores possuíam uma visão do tabuleiro de acordo com a função das peças e posição dentro do jogo, algo responsável pelos melhores resultados nas tarefas de percepção relacionadas ao xadrez em comparação com jogadores novatos. O estudo foi investigado por FMRI, o qual permite verificar características morfofisiológicas e ativação de regiões do cérebro, com o empecilho da dos experimentados terem que ficar parados para evitar possíveis interferências. Dito isto, o presente estudo tem o objetivo de replicar o experimento de Renning et. al em 2013, com o uso de fNirs, cujo possui funcionalidades semelhantes e mais flexibilidade para o movimento, permitindo que os jogadores tenham uma experiência mais próxima da realidade.

2 Introdução

O xadrez é um jogo de tabuleiro que exige de seus jogadores uma ampla gama de capacidades cognitivas para conseguir um bom desempenho. Um jogador do nível Grande Mestre (GM) consegue memorizar uma enorme quantidade de padrões e jogadas. Simon e Chase em 1973 formularam que é necessário estudar por cerca de 10 anos com uma prática intensa para conseguir se alcançar o nível de GM. Desse modo, hipotetiza-se que o contato prolongado com o xadrez cria adaptações no cérebro do jogador em relação à percepção. Em estudos anteriores foi obtida relação morfofisiológicas, por meio do FMRI, com as regiões parietais e temporais como a junção occipito-temporal (JOT) (Duan et al., 2012b). A diferença nas regiões temporais é algo que se espera, pois estão relacionadas com a memória e também possui áreas funcionais para o reconhecimento perceptual de imagens. Como um tabuleiro de xadrez possui movimento e variação das posições das peças, espera-se que a ativação das áreas perceptivas aconteça de maneira diferente. Algo que também pode ser observado em outros estudos, os quais evidenciam a junção temporo-parietal na integração de informação no xadrez. Em comparação com novatos, os jogadores experientes percebem regiões significativas em uma posição típica com peças em locais específicos, chamados de blocos ou modelos (Chase e Simon, 1973). Isso acaba se ligando com as regiões do cérebro importantes para o reconhecimento de padrões (Bilalić et al., 2008a , b , 2009 , 2010).

A partir de um estudo de Rennig et al. (2013) com estímulos semelhantes aos de Bilalic et al. (2010,2012) com a realização de quatro experimentos com cinco estímulos visuais relacionados ao xadrez, foi feita uma análise sobre a percepção global de Gestalt relacionado com a JTP e mostrou como os jogadores enxergam o tabuleiro de maneira mais geral de acordo com a função semântica das peças, ou seja, observando o significado e função de cada peça dentro do jogo, como o rei que é a peça mais importante do jogo que é vista como um objetivo a se defender. Além disso, a junção temporo-parietal ativa mais em jogadores experientes em

comparação aos novatos quando se mostra um tabuleiro para analisar a posição das peças. Esse experimento foi analisado pela FMRI com medição que cobria todo o cérebro seguindo o padrão Echo-planar. Todo o estudo foi analisado pelo Brain Voyager e obteve uma relação modular entre a junção temporo-parietal e o xadrez. A ideia do estudo surgiu com estudos anteriores que formularam que a identificação de objetos precisa da união de elementos únicos em uma entidade global (Wertheimer, 1923 ; TODOROVIC, 1935). Nesse sentido, o xadrez foi útil para avaliar essa teoria, pois nele os jogadores precisam prestar atenção em vários objetos unitários de forma individual e também de forma global para que se consiga reconhecer as posições de jogo e melhores lances.

Além disso, Diamond et al. (1986) em sua pesquisa diz que se jogadores de xadrez percebem os padrões de jogo de forma semelhante ao reconhecimento de faces, o que desafiaria a visão de que características biológicas ou visuais comuns são necessárias para que se perceba estímulos diferentes da mesma maneira. Sendo assim, Daniel.C et al. (2011) não encontraram relação de sobreposição em área do cérebro em relação a observação de padrões de jogo e reconhecimento de faces, porém Righi and Tarr em 2004 encontraram em seu estudo áreas sensíveis do resto, as quais também possuem sensibilidade ao xadrez, mostrando uma sobreposição entre áreas.

Nesse sentido, pensando na junção temporo-parietal que mostrou relação com a função de reconhecimento para faces e posições em tabuleiros de xadrez. O presente estudo busca investigar a ativação dessa área com a exposição de diferentes estímulos visuais relacionados ou não ao xadrez, assim, podendo analisar melhor as áreas do cérebro semelhantes às duas tarefas de reconhecimento. Ainda, diferente dos estudos anteriores, será usado o fNIRS, pois de acordo com Zimmermann et al. (2019), o fNIRS possui a vantagem de se ter mais realização de tarefas de maneira mais natural, como sentar em uma mesa e andar. Também Noah et al. em 2015 elaborou um estudo que compara os dois métodos de monitoramento anteriormente citados. No estudo foram usadas aplicações naturalistas, como dançar ou jogar vídeo game. O que foi concluído é que apesar de possuir uma otimização menor, o fNIRS consegue produzir resultados semelhantes aos do FMRI parado, com a diferença de poder ser aplicado em casos de movimento leve, por

exemplo, pessoas com a doença de Parkinson que não possuem controle total de seus movimentos e acabam fazendo movimentos leves durante exames.

Dessa forma, os dados da pesquisa ficariam mais próximos de uma situação real em que um jogador de xadrez é exposto, obtendo um experimento mais ecológico.

3 Objetivos Gerais

O presente projeto parte de uma necessidade de investigar as diferenças perceptuais dos jogadores de xadrez experientes em comparação com os novatos. Para isso, será feita uma análise com fNIRS, a qual permite estudar as mesmas regiões presentes no cérebro que a FMRI, com a diferença de permitir mais flexibilidade em relação ao experimento.

3.1 Objetivos específicos

De acordo com o que foi exposto anteriormente sobre estudos já realizados sobre o tema, foram definidos os seguintes objetivos para este trabalho.

- 1:** Verificar se os jogadores experientes terão uma ativação maior da junção temporo-parietal direita em comparação aos jogadores novatos.
- 2:** Verificar se jogadores experientes terão um desempenho melhor nas tarefas selecionadas

4. MÉTODOS

4.1 Participantes

Para a realização do experimento, espera-se reunir doze participantes com idades entre 20 e 45 anos, todos destros e com visão perfeita ou corrigida. Seis deles são jogadores experientes com o seu nível avaliado pelo sistema (Elo, 1978), uma avaliação estatística do histórico do jogador que permite mostrar o seu nível de habilidade tendo a pontuação Rating aplicada para a separação dos níveis, tendo a pontuação 2000 de rating definida como mínimo para um jogador ser considerado um enxadrista de xadrez de nível alto. Os outros seis jogadores deverão saber as regras, porém não terão a necessidade de tanta experiência em partidas. Todos os participantes têm que assinar o Termo de Consentimento Livre e Esclarecido (TCLE) e a pesquisa terá de ser aprovada pelo Comitê de Ética em Pesquisa (CEP). Além disso, é necessário que os voluntários não tenham nenhum tipo de distúrbio neurológico, cognitivo, psicológico e visual.

4.2 Materiais

Os estímulos escolhidos foram de acordo com o estudo de Renning et al. (2013) com imagens de tabuleiros de xadrez em posições teóricas ou posições aleatórias, podendo ter ou não a presença de outros elementos na imagem para servir de tarefa de controle. As imagens foram passadas pelo software Nirstim e as respostas coletadas por um programa feito na linguagem Python. As análises serão feitas pelo software Nirslab, o qual permite fazer medições de infravermelho ao longo do tempo. Dessa forma, é facilitada a observação da ativação e o seu período de ocorrência, tendo bastante relação com o modelo linear geral (Xu et al. 2014).

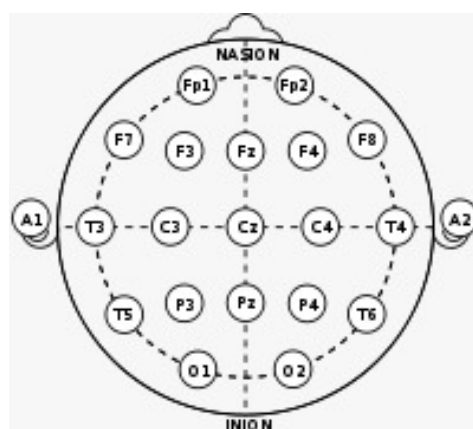
O Nirstim é um software gráfico que permite a aplicação de diferentes estímulos neurofisiológicos visuais ou sonoros. Possui uma interface gráfica simples de se usar e permite aos seus usuários definir bem o tempo de estímulo de cada estímulo. Ele possui flexibilidade para a aplicação de experimentos facilitando a criação de uma alternância entre eventos com durações independentes com um número pré determinado de repetições. Todos os estímulos são apresentados em

tela preta para evitar possíveis distrações nos experimentos, as quais possam trazer um viés causado por informações redundantes. O software também possui conectividade com outros programas da mesma empresa, como o NIRStar.

Além do software para a coleta de respostas, será usado outro para a análise de dados NIRS, o Nirslab e o Nirsport 8x8 para a realização de medições dos resultados. Todos esses softwares citados, são desenvolvidos pela empresa Nirx e possuem boa precisão em seus resultados.

O sistema Nirsport 8x8 (NIRx Medical Technologies LLC, Berlim, Alemanha) será aplicado nesse experimento, ele funciona para dois comprimentos de onda e tem configuração para curta e longa distância. O sistema permite conexão com diversos sistemas operacionais e a plataforma aurora, que garante qualidade no sinal recebido a medições em tempo real (NIRx Medical Technologies LLC,2007).

Figura 1: Localização eletrodos sistema 10-20



Fonte: Tomaton(2010)

tabela 1: Comparação de ratings (Chess.com, USCF e Fide)

Blitz	Bullet	Rapid	USCF	FIDE
2800	2815	2555	2585	2530
2700	2705	2450	2490	2455
2600	2605	2375	2435	2400
2500	2500	2290	2330	2340
2400	2400	2220	2235	2275
2300	2280	2150	2200	2195
2200	2190	2090	2115	2105
2100 ¹	2060	2025	2030	2015
2000	1950	1955	1940	1930

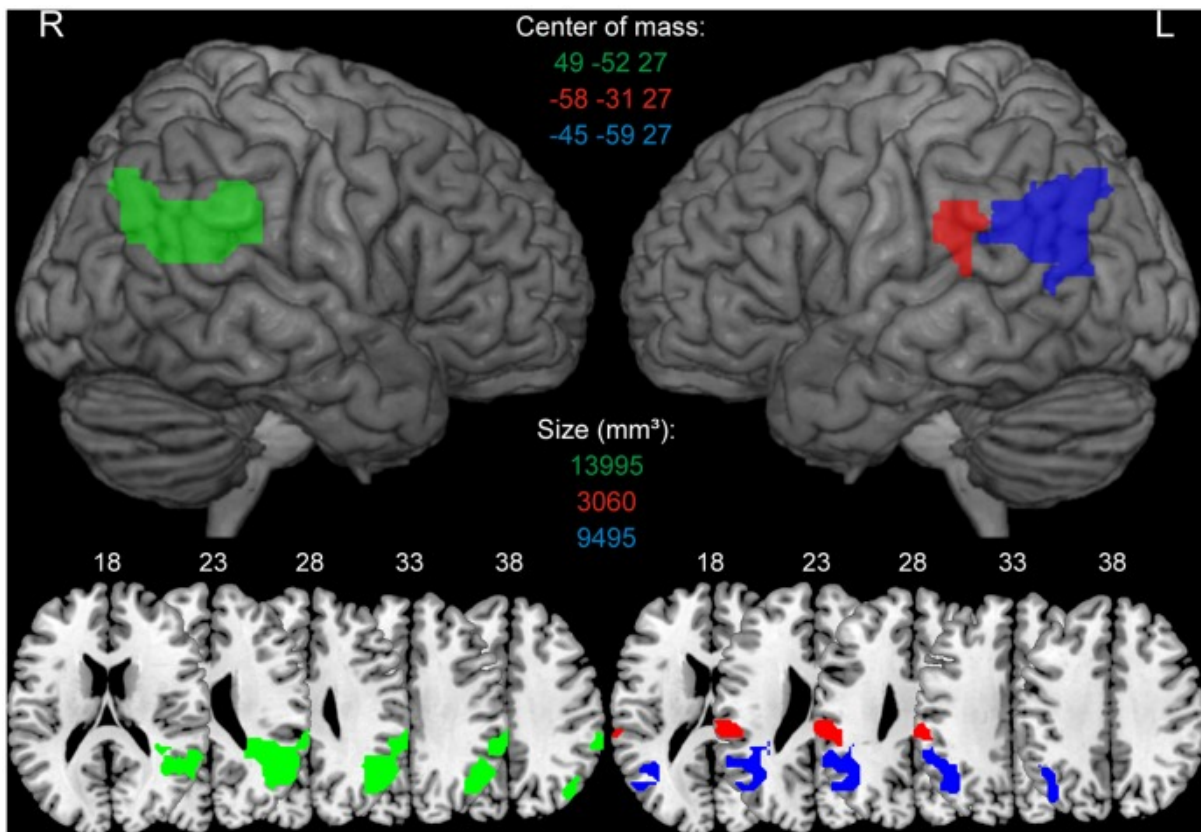
Fonte: Chess Goals, 2021

5. Procedimento

Os participantes selecionados para a realização das tarefas da pesquisa, após a assinatura do TCLE e determinada a data da participação do experimento, serão levados para um laboratório de cognição da UFABC para reduzir os barulhos externos. O participante receberá uma toca fNIRS que será ajustada na cabeça do

experimentado para a realização do experimento. A touca irá ser ajustada seguindo o sistema 10-20 EEG, um método internacionalmente reconhecido para encontrar a localização de eletrodos. Os números dez e vinte indicam as porcentagens das distâncias frente-costas ou direita-esquerda do crânio. Os lobos são representados por letras (Chatrian et al 1985). O sistema Nirsport 8x8 faz a medição das alterações da HbO₂ e HHb devido a ativação do cérebro. As regiões de interesse onde ficarão localizados os canais do aparelho serão o lobo frontal, temporal e parietal para se ter dados sobre a ativação da junção temporo-parietal. Seguindo a aplicação de Ayaz et al. (2010). Como Izzetoglu em 2010 após a eliminação dos artefatos um filtro passa baixa de ordem (0,02–0,40 Hz) e com uma frequência de corte de 1hz será aplicado para facilitar a obtenção de dados de interesse. A alteração da oxigenação no sangue será calculada pela diferença na concentração de (Δ HbO₂) e HHb (Δ HHb) e o cálculo do volume foi obtido pela soma das concentrações. O processamento de dados terá o gerenciamento pelo software fNIR que fará agrupamento de dados em canais anatomicamente congruentes. Seguindo a proposta de Liang em 2016 a média de dados por canal vai ser calculada para cada condição e para as regiões de interesse e estudar os efeitos da lateralidade.

Figura 2: Regiões de interesse



[Huberle and Karnath \(2012\)](#)

O laboratório terá um computador ligado com o programa Nirstim aberto e um programa em Python ativado para captar as respostas do teclado. O programa consegue criar um arquivo de texto com as informações da tecla apertada no teclado do computador e o horário em que a tecla foi clicada. Para a elaboração do algoritmo foi utilizada a biblioteca Pynput e times. A cada estímulo apresentado o participante terá que apertar o botão “S” para sim e “N” para não e a resposta ficará gravada com o horário correto de quando o participante selecionou a resposta que acha mais correta.

Quando o participante estiver pronto, será orientado para manter atenção na tela e selecionar a opção “RUN”, em seguida começará o experimento que dura por volta de vinte minutos.

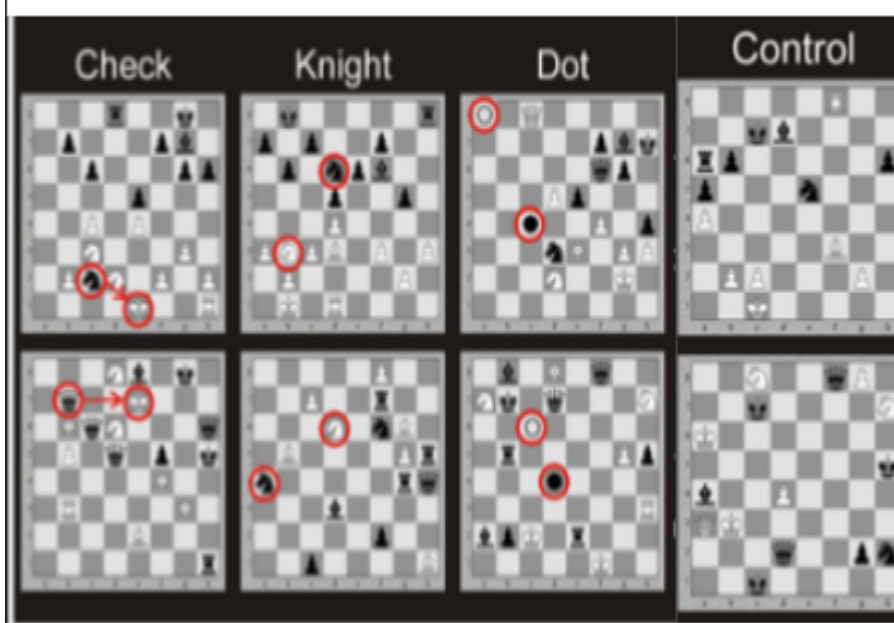
O procedimento será baseado no estudo de RENNIG et al. (2013), seguindo os blocos apresentados, cada participante deverá realizar um experimento dividido em 3 tarefas diferentes: A primeira tarefa consistirá em fazer a identificação de

“xeque”, ou seja, verificar se o rei está sofrendo ameaça por outra peça no tabuleiro que pertence ao adversário. A segunda tarefa será de identificação, o participante terá que verificar se existe pelo menos um cavalo de qualquer cor presente no tabuleiro. A terceira tarefa será de controle, e precisará identificar a presença de um círculo preto ou branco estava no tabuleiro.

O experimento terá divisão em doze blocos com quatro corridas. Cada bloco terá quatro estímulos de cada tarefa e uma posição aleatória entre os estímulos para servir como máscara. Antes de começar cada tarefa dentro do bloco haverá uma instrução que ficará por 2,5 segundos na tela, com o objetivo de fornecer ao participante o que precisa ser feito. Ao final de cada bloco, será passada novamente a tela cinza por mais 10s para servir como descanso.

O experimento começa com uma tela cinza com uma cruz preta no centro, esta imagem permanecerá na tela de 5 a 10 segundos. Imediatamente após a tela cinza, uma instrução surgirá por 2,5 segundos. Depois, um estímulo será apresentado por cerca de 4 segundos e seguido pela máscara que ficará na tela por 0,5 segundos e isso se repetirá para os estímulos de cada tarefa.

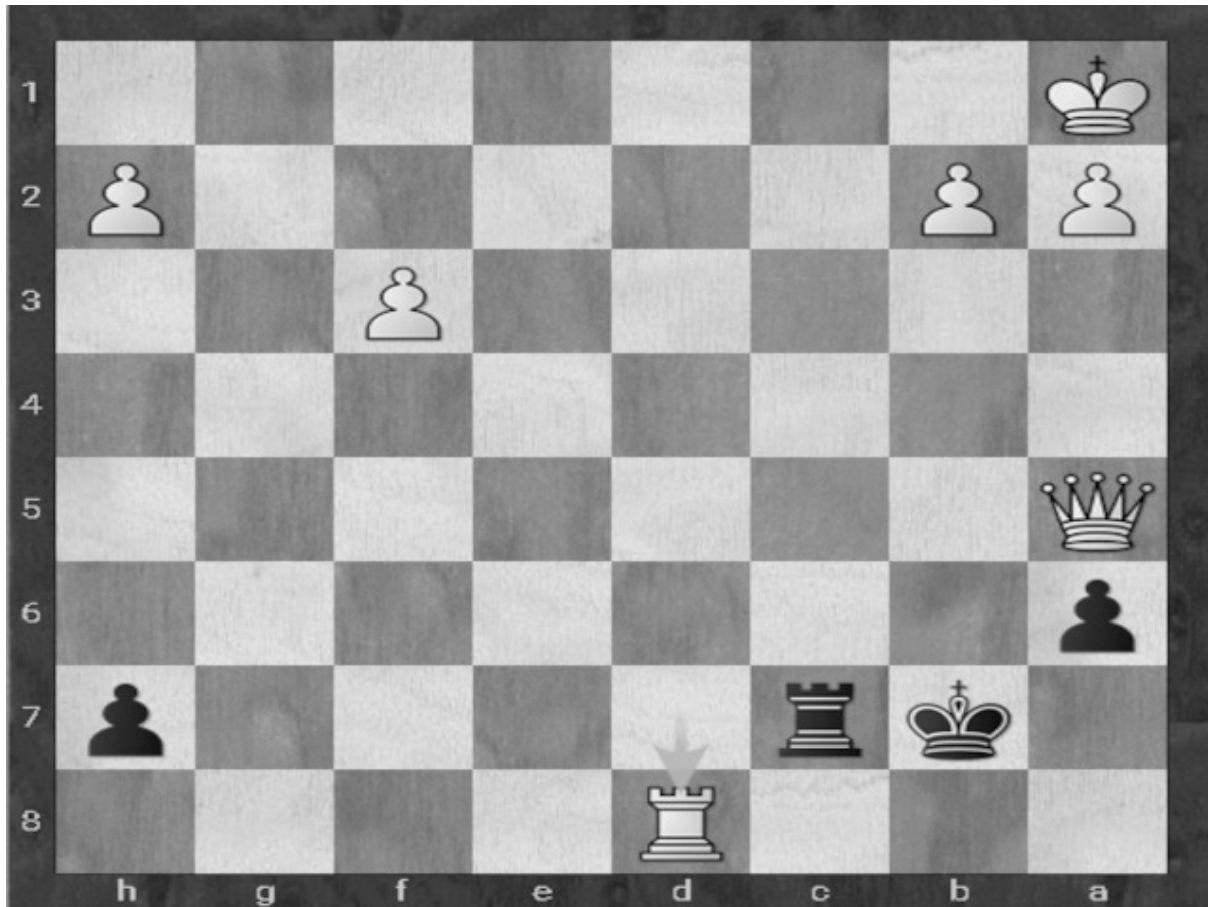
Figura 3: Exemplos de estímulos (Check) Tarefa de cheque, o tabuleiro encontra-se em uma posição temática de xadrez com um tabuleiro 8x8 e presença de peças dos dois lados. O participante recebe a tarefa de identificar se o rei branco está sob ameaça de alguma peça preta. (Knight) esta tarefa apresenta temas de meio jogo e o participante tem a função de identificar a presença dos cavalos de qualquer uma das cores está presente no tabuleiro. (Dot) é a tarefa de controle, em um tema de meio jogo, o participante recebe imagens de tabuleiro em diferentes temas com a presença ou não de um ponto branco ou preto. O participante tem a função de observar se o tabuleiro possui o ponto. (Control) entre cada estímulo uma imagem em posições aleatórias de tabuleiros será apresentado para servir de ruído e impedir que um estímulo prejudique a resposta em relação a outro.



Fonte: [Huberle And Karnath \(2012\)](#)

As imagens de tabuleiros em posições típicas de meio jogo, foram retiradas do banco de dados ChessBase, na área focada em resolução de temas táticos (ChessBase Mega Base 2022, ChessBase GmbH, Hamburgo, Alemanha; www.chessbase.com). Já os temas aleatórios foram montados seguindo a regra que qualquer peça pode ser colocada em casas de qualquer cor. As imagens foram todas convertidas para o formato Windows Bitmap (BMP), o qual é o formato adequado para funcionar no software Nirstim que será responsável por reproduzir os estímulos.

Figura 4: Exemplo de estímulo usado na tarefa de cheque



Fonte: (ChessBase, 2022)

Antes da aplicação do experimento, é necessário configurar o Nirstim para a sua aplicação. Serão selecionadas imagens de acordo com os requisitos para o experimento, todas padronizadas no formato BMP com dimensões 640x480, a interface gráfica usada para definir o tempo em que cada imagem aparece na tela do computador e como cada bloco de estímulos será alternado.

Figura 5: Modelo esquemático das etapas do experimento



Fonte: Imagem do autor

6. ANÁLISE DOS DADOS

A análise será feita baseada no estudo de Hansen et al. (2004). Os dados obtidos serão analisados por um modelo linear geral, coletando os dados e montando uma matriz de design. Em relação aos artefatos de movimento, uma análise funcional pode ser feita para facilitar a sua interpretação, mas no caso em que um número muito grande de artefatos cria um viés, também chamado de variáveis de confundimento, que são artefatos os quais não podem ser removidos da verificação, torna-se necessário descartar os valores prejudicados pelo ruído. Na matriz os valores de beta representam as variáveis regressoras e epsilon as de ruído, esses coeficientes são obtidos a partir do método dos mínimos quadrados que

cria uma reta mais adequada para os pontos obtidos usando a soma dos quadrados dos erros aleatórios e com isso pode-se fazer uma superposição para a regressão linear. Juntos esses dados formam a equação: $Y = X\beta + \varepsilon$. Em que x representa as variáveis de design e Y é o sinal medido em um único voxel em função do tempo.

Explicando um pouco mais sobre a análise feita para o experimento escolhido, será considerado o estudo de RENNIG et al. (2013), o qual se deve considerar um projeto no formato 2x3x2. Representando os seguintes fatores perícia (especialista vs. novato) x tarefa (xeque vs. cavaleiro vs. ponto) x posição (normal vs. aleatório). Esses valores obtidos no experimento passarão por uma ANOVA de três vias, um método estatístico que verifica se as variáveis analisadas possuem alguma relação.

7. RESULTADOS ESPERADOS

Baseado em artigos similares e pela fundamentação teórica já apresentada neste projeto, espera-se que na região TPJ do hemisfério direito, tenha uma ativação maior em especialistas em comparação aos novatos nas três tarefas. A ANOVA de três vias no experimento de RENNIG et al. (2013) mostrou significância em relação a perícia [$F(1, 13) = 7,70$, $p = 0,016$, $\eta^2p = 0,24$]. Enquanto foi identificado um efeito pouco significativo para fatores de tarefas e de posição [$F(1, 13) = 7,70$, $p = 0,016$, $\eta^2p = 0,24$]. Outros efeitos significativos na tarefa não foram detectados anteriormente.

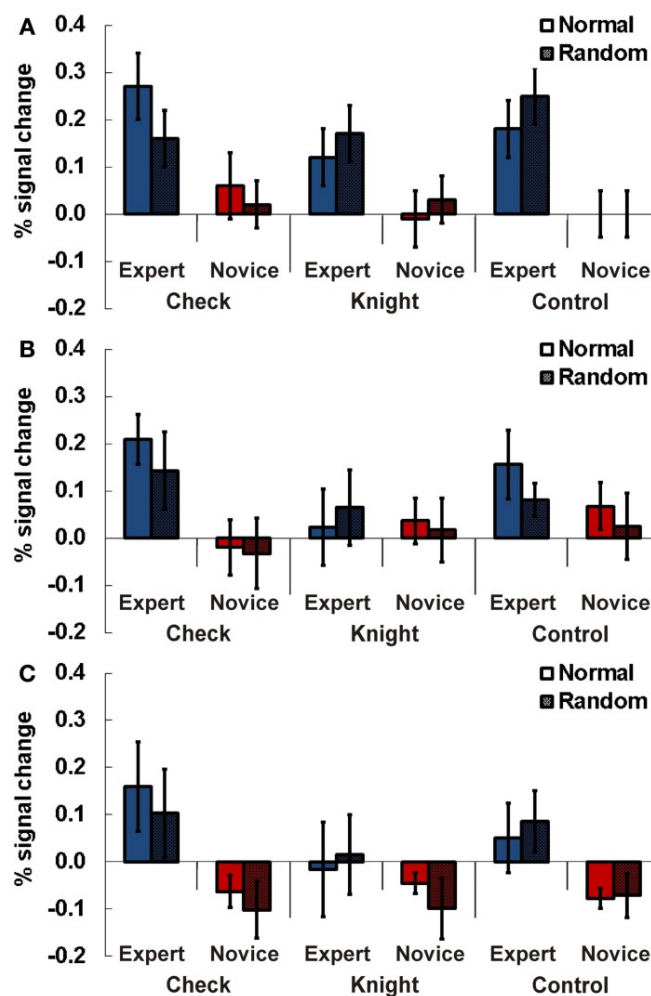
Em relação a ROI do hemisfério esquerdo anterior, se tem esperança de se encontrar uma interação significativa entre a tarefa e a expertise do jogador. No experimento de RENNIG et al. (2013), se encontrou os valores acima da probabilidade de erro tipo 1. As tarefas apresentaram um efeito mais significativo para perícia em relação na tarefa de verificação com os seguintes valores: [$F(1, 13) = 5,12$, $p = 0,042$, $\eta^2p = 0,28$].

A região TPJ posterior esquerda, também se espera encontrar resultados de interação entre tarefa e expertise dentro do aceitável para a hipótese. Separando as

diferentes tarefas se espera valores significativos para a perícia na tarefa de verificação. Nesta tarefa o estudo de RENNING encontrou os seguintes valores estatísticos: $[F(1, 13) = 4,78, p = 0,048, \eta^2p = 0,27]$.

. Outros estudos feitos por Campitelli et al. (2007) observaram também as diferenças na ativação do córtex parietal esquerdo em novatos em comparação a jogadores experientes.

Figura 6: Resultados do experimento Renning



Fonte: (Renning,2013)

8. CRONOGRAMA

	Q3 / 2021	Q1/ 2022	Q2 / 2022
Revisão bibliográfica	X	X	
Gravação de estímulos	X	X	
Delineamento experimental	X	X	X
Experimento piloto		X	
Coleta de experimento		X	X
Análise de dados		X	X
Conclusão do projeto			X

9. REFERÊNCIAS

ANNUAL INTERNATIONAL CONFERENCE OF THE IEEE ENGINEERING IN MEDICINE AND BIOLOGY. 2010, Buenos Aires. **Rejeição de artefato de movimento de janela deslizante para espectroscopia de infravermelho próximo funcional**. IEEE: New York, NY, USA, 2010.

ARPAD, Elo. The rating of chessplayers, past and present. **Arco Pub**, v. 216, 1978.

Ayaz, H .; Izzetoglu, M .; Shewokis, PA; Onaral, B. Rejeição de artefato de movimento de janela deslizante para espectroscopia de infravermelho próximo funcional. Em Proceedings of the 2010 Annual International Conference of the IEEE Engineering in Medicine and Biology, Buenos Aires, Argentina, 31 August – 4 September 2010; IEEE: New York, NY, USA, 2010.

Barbour, Mr. Richard. “NirsLAB | FNIRS Systems | NIRS Devices | NIRx.” NIRx Medical Technologies, nirx.net/nirslab-1. Accessed 26 May 2022.

BORTOLETTO, Marta; CUNNINGTON, Ross. Motor timing and motor sequencing contribute differently to the preparation for voluntary movement. **Neuroimage**, [S.L.], v. 49, n. 4, p. 3338-3348, fev. 2010. Elsevier BV. <http://dx.doi.org/10.1016/j.neuroimage.2009.11.048>.

CAMPITELLI, Guillermo; GOBET, Fernand; HEAD, Kay; BUCKLEY, Mark; PARKER, Amanda. BRAIN LOCALIZATION OF MEMORY CHUNKS IN CHESSPLAYERS. **International Journal Of Neuroscience**, [S.L.], v. 117, n. 12, p. 1641-1659, jan. 2007. Informa UK Limited. <http://dx.doi.org/10.1080/00207450601041955>.

CHASE, William G.; SIMON, Herbert A.. Perception in chess. **Cognitive Psychology**, [S.L.], v. 4, n. 1, p. 55-81, jan. 1973. Elsevier BV. [http://dx.doi.org/10.1016/0010-0285\(73\)90004-2](http://dx.doi.org/10.1016/0010-0285(73)90004-2).

Chatrian, G. E., et al. “Ten Percent Electrode System for Topographic Studies of Spontaneous and Evoked EEG Activities.” American Journal of EEG Technology, vol. 25, no. 2, June 1985, pp. 83–92, 10.1080/00029238.1985.11080163. Accessed 12 Aug. 2020.

DUAN, Xujun; LIAO, Wei; LIANG, Dongmei; QIU, Lihua; GAO, Qing; LIU, Chengyi; GONG, Qiyong; CHEN, Huaifu. Large-Scale Brain Networks in Board Game Experts: insights from a domain-related task and task-free resting state. **Plos One**, [S.L.], v. 7,

n. 3, p. 32532, 12 mar. 2012. Public Library of Science (PLOS).
<http://dx.doi.org/10.1371/journal.pone.0032532>.

GAUTHIER, Isabel; SKUDLARSKI, Pawel; GORE, John C.; ANDERSON, Adam W.. Expertise for cars and birds recruits brain areas involved in face recognition. **Nature Neuroscience**, [S.L.], v. 3, n. 2, p. 191-197, fev. 2000. Springer Science and Business Media LLC. <http://dx.doi.org/10.1038/72140>.

HÄNGGI, Jürgen; BRÜTSCH, Karin; SIEGEL, Adrian M.; JÄNCKE, Lutz. The architecture of the chess player's brain. **Neuropsychologia**, [S.L.], v. 62, p. 152-162, set. 2014. Elsevier BV. <http://dx.doi.org/10.1016/j.neuropsychologia.2014.07.019>.

HANSEN, Kathleen A.; DAVID, Stephen V.; GALLANT, Jack L.. Parametric reverse correlation reveals spatial linearity of retinotopic human V1 BOLD response. **Neuroimage**, [S.L.], v. 23, n. 1, p. 233-241, set. 2004. Elsevier BV. <http://dx.doi.org/10.1016/j.neuroimage.2004.05.012.a>

KRAWCZYK, Daniel C.; BOGGAN, Amy L.; MCCLELLAND, M. Michelle; BARTLETT, James C.. The neural organization of perception in chess experts. **Neuroscience Letters**, [S.L.], v. 499, n. 2, p. 64-69, jul. 2011. Elsevier BV. <http://dx.doi.org/10.1016/j.neulet.2011.05.033>.

IZZETOGLU, Meltem; CHITRAPU, Prabhakar; BUNCE, Scott; ONARAL, Banu. Motion artifact cancellation in NIR spectroscopy using discrete Kalman filtering.

Biomedical Engineering Online, [S.L.], v. 9, n. 1, p. 16, 2010. Springer Science and Business Media LLC. <http://dx.doi.org/10.1186/1475-925x-9-16>.

MUELLER, Sven C.; CROMHEEKE, Sofie; SIUGZDAITE, Roma; BOEHLER, C. Nicolas. Evidence for the triadic model of adolescent brain development: cognitive load and task-relevance of emotion differentially affect adolescents and adults.

Developmental Cognitive Neuroscience, [S.L.], v. 26, p. 91-100, ago. 2017. Elsevier BV. <http://dx.doi.org/10.1016/j.dcn.2017.06.004>.

NIRx Medical Technologies LLC. "NIRx Downloads | NIRS Brochures Device Information & Specification on FNIRS Systems | FNIRS Systems | NIRS Devices | NIRx." NIRx Medical Technologies, Mar. 2007, nirx.net/downloads. Accessed 2 June 2022.

RENNIG, Johannes *et al.* The temporo-parietal junction contributes to global gestalt perception—evidence from studies in chess experts. **Frontiers in the human neurocienc**e: cognitive neurocienc, University of Tübingen, v. 7, p. 7-513, 28 ago. 2013 DOI: <https://doi.org/https://doi.org/10.3389/fnhum.2013.00513>.

RIGHI, G.; TARR, M. J.. Are chess experts any different from face, bird, or Greeble experts? **Journal Of Vision**, [S.L.], v. 4, n. 8, p. 504-504, 1 ago. 2004. Association for Research in Vision and Ophthalmology (ARVO). <http://dx.doi.org/10.1167/4.8.504>.

TANAKA, James W; KIEFER, Markus; BUKACH, Cindy M. A holistic account of the own-race effect in face recognition: evidence from a cross-cultural study. Cognition, [S.L.], v. 93, n. 1, p. 1-9, ago. 2004. Elsevier BV. <http://dx.doi.org/10.1016/j.cognition.2003.09.011>.

TODOROVIC, Dejan. Gestalt principles. **Scholarpedia**, [S.L.], v. 3, n. 12, p. 5345, 2008. Scholarpedia. <http://dx.doi.org/10.4249/scholarpedia.5345>.

WERTHEIMER, Max. Untersuchungen zur Lehre von der Gestalt. II. **Psychologische Forschung**, [S.L.], v. 4, n. 1, p. 301-350, 1923. Springer Science and Business Media LLC. <http://dx.doi.org/10.1007/bf00410640>.

Xu, Yong, et al. "NirsLAB: A Computing Environment for FNIRS Neuroimaging Data Analysis." Opg.optica.org, Optica Publishing Group, 26 Apr. 2014, opg.optica.org/abstract.cfm?uri=BIOMED-2014-BM3A.1. Accessed 2 June 2022.

ZIMMERMANN, Raphael; MARCHAL-CRESPO, Laura; EDELMANN, Janis; LAMBERCY, Olivier; FLUET, Marie-Christine; RIENER, Robert; WOLF, Martin; GASSERT, Roger. Detection of motor execution using a hybrid fNIRS-biosignal BCI: a feasibility study. Journal Of Neuroengineering And Rehabilitation, [S.L.], v. 10, n. 1, p. 4, 2013. Springer Science and Business Media LLC. <http://dx.doi.org/10.1186/1743-0003-10-4>.