

UNIVERSIDADE FEDERAL DE MINAS GERAIS
INSTITUTO DE CIÊNCIAS BIOLÓGICAS
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM NEUROCIÊNCIAS

JOANA D'ARC ASSUNÇÃO NOGUEIRA DE OLIVEIRA

EFEITO DO JOGO SENHA EM FUNÇÕES EXECUTIVAS

BELO HORIZONTE

2018

UNIVERSIDADE FEDERAL DE MINAS GERAIS
INSTITUTO DE CIÊNCIAS BIOLÓGICAS
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM NEUROCIÊNCIAS

JOANA D'ARC ASSUNÇÃO NOGUEIRA DE OLIVEIRA

EFEITO DO JOGO SENHA EM FUNÇÕES EXECUTIVAS

Dissertação apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Neurociências como requisito parcial à obtenção do grau de Mestre em Neurociências.

Orientador: Prof. Dr. Renato Bortoloti

Co-orientador: Prof. Dr. Antônio Jaeger

BELO HORIZONTE

2018

043 Oliveira, Joana D'Arc Assunção Nogueira de.
Efeito do jogo senha em funções executivas [manuscrito] / Joana D'Arc Assunção Nogueira de Oliveira. - 2018.

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

Orientador: Prof. Dr. Renato Bortoloti. Co-orientador: Prof. Dr. Antônio Jaeger.

Dissertação (mestrado) - Universidade Federal de Minas Gerais, Instituto de Ciências Biológicas.

1. Neurociências. 2. Função Executiva. 3. Resolução de problemas. 4. Raciocínio. 5. Dedução. 6. Jogos educativos. I. Bortoloti, Renato. II. Jaeger, Antônio. III. Universidade Federal de Minas Gerais. Instituto de Ciências Biológicas. IV. Título.

CDU: 612.8

JOANA D'ARC ASSUNÇÃO NOGUEIRA DE OLIVEIRA

EFEITO DO JOGO SENHA EM FUNÇÕES EXECUTIVAS

Dissertação apresentada à Universidade Federal de Minas Gerais – UFMG,
como requisito parcial para a obtenção do título de Mestre em Neurociências.

COMISSÃO JULGADORA:

Prof. Dr. Vitor Geraldi Haase

Universidade Federal de Minas Gerais

Prof. Dra. Annelise Júlio-Costa

Instituto Ilumina

Prof. Dr. Antônio Jaeger

Universidade Federal de Minas Gerais

Professor Co-Orientador

Prof. Dr. Renato Bortoloti

Universidade Federal de Minas Gerais

Professor Orientador – Presidente da Banca Examinadora

UNIVERSIDADE FEDERAL DE MINAS GERAIS
INSTITUTO DE CIÊNCIAS BIOLÓGICAS
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM NEUROCIÊNCIAS

Esta pesquisa é vinculada ao Laboratório de Estudos sobre Cognição, Comportamento e Aprendizagem (LECCA/UFMG), que faz parte do Instituto Nacional de Ciência e Tecnologia sobre Comportamento, Cognição e Ensino, financiado com recursos do CNPq (Processos No. 573972/2008-7 e No. 465686/2014-1) e da FAPESP (Processos No. 2008/57705-8 e No. 2014/50909-8).

Declaração de Ausência de Conflitos de Interesse

Eu, Joana D’Arc Assunção Nogueira de Oliveira, declaro que esta pesquisa foi realizada na ausência de quaisquer relações comerciais ou financeiras que possam ser interpretadas como um potencial conflito de interesses.

Agosto de 2018

Joana D’Arc Assunção Nogueira de Oliveira

Dedicatória

Dedico este trabalho à memória do meu filho,
Tui (1988-2017),
quem me fez acreditar que se me apressasse tranquilamente -
*festina lente*¹ - ainda teria tempo de realizar mais alguns sonhos.

¹ Oxínoo latino (Imp. Augusto - 63aC) cuja tradução é “apressa-te lentamente”

Agradecimentos

Em especial agradeço aos meus orientadores, Prof. Dr. Renato Bortoloti e Prof. Dr. Antônio Jaeger pelo apoio, disponibilidade em me ajudar nas dificuldades, paciência para ensinar e pelo exemplo de dedicação à pesquisa e respeito pelo rigor científico. Acima de tudo, agradeço por acreditarem comigo no meu projeto.

Agradeço aos professores doutores Vitor Geraldi Haase, Annelise Júlio-Costa e Viviane Verdu Rico por aceitarem participar da banca examinadora. Professores estes que admiro por suas contribuições científicas.

Gostaria de fazer um agradecimento especial também à Prof. Dra. Leonor Guerra, pelo exemplo de dedicação à divulgação da ciência nas escolas, pela amizade, pelo apoio carinhoso que tem me oferecido desde o curso de Especialização em Neurociências nesta universidade e pela oportunidade de trabalhar ao seu lado no Projeto NeuroEduca.

À minha família e aos amigos que me incentivaram, acreditaram, souberam compreender minhas ausências, proporcionando-me tranquilidade para cumprir esse compromisso e, acima de tudo, realizar um grande e antigo sonho: meu muito obrigada sincero. Por medo de ser injusta com o esquecimento de alguém, prefiro não citar nomes, mas cada um foi importante com seu apoio no momento exato.

Com um carinho especial agradeço aos meus amigos de caminhada na pós-graduação, Ana Paula, Cláudio e Margarete, pelo “divã” sempre disponível para que eu pudesse dizer dos meus medos e conquistas.

Meu agradecimento aos professores, diretores e demais funcionários do Colégio Paulo Freire por nos deixar adentrar suas salas de aula. Esse trabalho não seria absolutamente possível sem a participação voluntária das crianças que se mantiveram motivadas e firmes no compromisso com as atividades e tarefas da pesquisa durante um ano letivo. Meu agradecimento especial a elas pela parceria e a seus pais, pela confiança.

Agradeço aos brasileiros que, com suas contribuições, mantêm a universidade pública no Brasil e, dessa forma, tornam possível a realização do meu sonho particular de fazer ciência.

Profundamente, agradeço aos meus filhos, Viviane e Tui, por existirem na minha vida e serem a fonte inesgotável da minha motivação.

Resumo

Jogos de tabuleiro são frequentemente utilizados como recurso pedagógico com o objetivo de treinar e desenvolver funções executivas e melhorar o desempenho escolar. Pesquisas e programas educativos com jogos de senha sugerem que a experiência com este tipo de jogo ajuda a melhorar o desempenho do jogador e que este treino seria apropriado para desenvolver o raciocínio dedutivo.

Realizamos um programa de 10 semanas com 42 alunos do ensino fundamental no qual um grupo de 19 crianças jogou Senha por 1h semanal, enquanto o outro grupo teve aulas sobre Neurociências pelo mesmo período de tempo. Os participantes foram avaliados antes e depois do programa. Utilizamos os testes Torre de Londres, Digit Span, Cubos de Corsi, Teste de Posner e a versão Victoria do Stroop para avaliar funções executivas. Uma ANOVA mostrou uma interação marginalmente significativa para a tarefa de planejamento. O grupo que jogou Senha obteve um desempenho melhor do que o grupo que não jogou no teste da Torre de Londres. Esse resultado é consistente com trabalhos anteriores sobre o efeito do treino com esse jogo em tarefas de resolução de problemas que exigem planejamento mental. Nas tarefas de memória de trabalho, controle inibitório e atenção não há evidências de qualquer efeito resultante do programa.

Ao longo das 10 semanas jogando regularmente na escola, os participantes também mostraram uma melhora do desempenho no jogo. Apesar disso, permaneceram ineficientes nas tarefas em que o uso do raciocínio dedutivo era necessário. O baixo número de respostas corretas nessas tarefas está de acordo com pesquisas anteriores que demonstram que ir melhor no jogo Senha não implica, necessariamente, maior competência no uso do raciocínio dedutivo. Contudo, poderia ser um instrumento apropriado para melhorar a capacidade de planejamento mental na resolução de problemas.

Palavras-chave: jogos de tabuleiro; educação; jogo Senha; funções executivas; raciocínio dedutivo; planejamento; resolução de problemas.

Abstract

Effect of Mastermind game in Executive Functions

Board games are often used as a pedagogical resource for the purpose of training and developing executive functions and improving school performance. Research and educational programs with password games suggest that experience with this kind of game helps improve player performance and that this training would be appropriate for developing deductive reasoning.

We conducted a 10-week program with 42 elementary students in which a group of 19 children played Mastermind for 1h weekly while the other group took classes on Neurosciences for the same period of time. Participants were assessed before and after the program. We used the testes Tower of London, Digit Span, Corsi Cubes, Posner and the Victoria version of Stroop to evaluate executive functions. An ANOVA showed a marginally significant interaction for the planning task. The group that played Mastermind got a better performance than the group that did not play in the Tower of London test. This result is consistent with previous works on the effect of training with this game on problem-solving tasks that require mental planning. In work memory tasks, inhibitory control and attention there is no evidence of any effect resulting from the program.

After 10 weeks of regular school play, participants also showed improvement in game performance. Nevertheless, they remained inefficient in the tasks in which the use of deductive reasoning was necessary. The low number of correct answers in these tasks is in agreement with previous researches that demonstrate that to go better in the game Mastermind does not necessarily imply greater competence in the use of the deductive reasoning. However, it could be an appropriate tool for improving mental planning skills in problem solving.

Keywords: board games; education; Mastermind; executive functions; conditional reasoning; planning; problem solving.

Lista de Figuras

FIGURA 1. REPRODUÇÃO ESQUEMÁTICA DE UM TABULEIRO DE SENHA	17
FIGURA 2. EXEMPLO DE TAREFA DE TREINO EM CASA	21
FIGURA 3. TESTE DE ATENÇÃO SELETIVA	25
FIGURA 4. CORRELAÇÃO ENTRE A MELHORA NO JOGO E A MELHORA NO TESTE TORRE DE LONDRES	30

Lista de Tabelas

TABELA 1. MÉDIAS E DESVIO PADRÃO DOS GRUPOS NAS AVALIAÇÕES 1 E 2	27
TABELA 2. RESULTADOS DA ANOVA PARA TODAS AS VARIÁVEIS	28

Lista de abreviaturas e siglas

COEP	Comitê de Ética em Pesquisa
CP	Córtex Parietal
CPF	Córtex Pré-Frontal
FE	Funções Executivas
GC	Grupo Controle
GI	Grupo de Intervenção
ms	Milissegundos
OD	Ordem Direta
OI	Ordem Inversa
PI	Pista Inválida
PV	Pista Válida
QI	Quociente de Inteligência
SES	<i>socio-economic status</i>
SP	Sem Pista
TA	Termo de Autorização
TALE	Termo de Assentimento Livre e Esclarecido
TCLE	Termo de Consentimento Livre e Esclarecido
TDAH	Transtorno do Déficit de Atenção e Hiperatividade
TDE	Teste de desempenho Escolar

ToL	Torre de Londres
TR	Tempo de Reação ou Tempo de Resposta
WAIS	Escala de Inteligência Wechsler para Adultos
WISC	Escala de Inteligência Wechsler para Crianças

Sumário

1	Introdução	13
	O jogo Senha	16
2	Método	18
2.1	Participantes	18
2.2	Procedimentos	18
2.2.1	<i>Atividades do GI</i>	20
2.2.1.1	<i>Tarefas de treino em casa</i>	20
2.2.2	<i>Atividades do GC</i>	21
2.3	Instrumentos	22
2.3.1	<i>Torre de Londres</i>	22
2.3.2	<i>Digit Span</i>	23
2.3.3	<i>Cubos de Corsi</i>	24
2.3.4	<i>Teste de Posner</i>	24
2.3.5	<i>Stroop Victoria</i>	26
3	Resultados	27
4	Discussão	31
	Referências	37
	Anexo A - Termo de Assentimento Livre e Esclarecido (TALE)	43
	Anexo B - Termo de Consentimento Livre e Esclarecido (TCLE)	46
	Anexo C - Termo de Autorização (TA)	49

1 Introdução

Parte da literatura voltada para educadores propõe que o uso de jogos de tabuleiro como recurso pedagógico tem efeitos positivos sobre a aprendizagem (Macedo, 2013; Ortega, Alves, & Rosseti, 1995; Piaget, 1986). Muitos desses trabalhos valorizam o lúdico no processo de aprendizagem e na formação de “... atitudes e competências nas crianças” (Macedo, Carvalho, & Carracedo, 2003, p.186). Macedo et al. (2003, p. 193), por exemplo, consideram que esta estratégia pedagógica permite ao educando “... ir melhor no jogo para ir melhor na escola”.

Cientistas cognitivos e neuropsicólogos têm procurado investigar de forma sistemática a proposta do uso de jogos de tabuleiro como recurso pedagógico. Estudos recentes apresentam evidências de potenciais benefícios da prática desses jogos para funções executivas (FE) importantes para a aprendizagem escolar, como planejamento, resolução de problemas, flexibilidade cognitiva, memória operacional, atenção e auto controle (Benzing, Schmidt, Katja, Conzelmann, & Roebbers, 2018; Brankaer, Ghesquière, & De Smedt, 2015; Diamond & Lee, 2011; Diamond, 2013; Hong & Bart, 2006; Rosholm, Mikkelsen, & Gumede, 2017; Sala & Gobet, 2016; Siegler & Ramani, 2009; Tachibana et al, 2012). Uma parcela desses estudos enfoca a possibilidade de transferência das habilidades cognitivas treinadas com a utilização de jogos para outros contextos, como aprendizagem da matemática e da linguagem escrita, mas os resultados têm sido fonte de alguma controvérsia (Bart, 2014; Diamond & Lee, 2011; Diamond & Ling, 2016; Gobet & Campitelli, 2006; Nicotera & Stuit, 2014; Ramani & Siegler, 2016; Rosholm et al., 2017; Sala & Gobet, 2016; Siegler & Ramani, 2009). Especificamente, a literatura neuropsicológica não é conclusiva a respeito da transferência de ganhos em uma habilidade treinada com jogos de tabuleiro para outras como cognição e desempenho acadêmico.

De maneira geral, habilidades específicas costumam melhorar significativamente com a prática (Dehaene, 2011; Duan et al., 2012; Jung et al., 2013; Nakatani & Yamaguchi, 2014; Wan et al., 2011) mas é necessário investigar mais sobre o que pode ser realmente efetivo para melhorar funções executivas e quais capacidades, de fato, são responsivas ao treino (Diamond & Lee, 2011; Diamond, 2013; Diamond & Ling, 2016). Enquanto alguns estudos mostram evidências de que o treinamento com jogos melhora o desempenho em tarefas que exigem habilidades treinadas no próprio jogo, outros apresentam evidências de que o treinamento pode

ajudar a melhorar o desempenho em outras habilidades não treinadas diretamente (Nicotera & Stuit, 2014; Sala & Gobet, 2016).

Pesquisas que procuram investigar a validade de programas de intervenção para melhorar FE utilizando jogos de tabuleiro na sala de aula são importantes porque ajudam a orientar a utilização desse recurso no contexto de aprendizagem. Auxiliam na tomada de decisão sobre o objetivo da utilização do jogo: apenas o entretenimento ou o treinamento de habilidades cognitivas específicas. Estudos como esses oferecem evidências que ajudam a nortear as escolhas dos professores dentro da grande quantidade de jogos disponíveis no mercado. Com essas evidências, as escolas podem elaborar programas de intervenção de acordo com as habilidades cognitivas que desejam desenvolver em cada aluno ou em grupos de estudantes. Além disso, os professores poderão avaliar as possibilidades de se alcançar os objetivos com um jogo específico, ou quais jogos poderiam ser mais adequados para um determinado fim.

O objetivo geral deste estudo foi avaliar se um programa de intervenção de dez semanas com o jogo Senha, realizado no contexto da sala de aula com estudantes entre dez e quatorze anos, melhora o desempenho desses alunos em tarefas que avaliam planejamento mental e outras funções executivas como memória operacional, atenção e controle inibitório.

Um conjunto de habilidades cognitivas complexas realizadas pelo córtex pré-frontal (CPF) que possibilitam que nos adaptemos ao mundo que nos cerca, planejando, controlando nossos comportamentos e ações, aprendendo com os erros e tendo flexibilidade cognitiva suficiente para adotar novas soluções quando necessário, é o que define as funções executivas (Gazzaniga, Ivry, & Mangun, 2006; Malloy-Diniz et al., 2008; Masson, Dagnan, & Evans, 2010). Sabe-se, ainda, que as FE são fundamentais não só para o sucesso acadêmico, mas podem prever condições de saúde, bem-estar e realização pessoal ao longo da vida, mais do que a inteligência ou a condição econômica (Diamond & Ling, 2016).

Embora alguns estudos apontem que um treinamento de crianças para o melhor uso dessas funções resulte em melhora da aprendizagem escolar (Best, Miller, & Naglieri, 2011; Hong & Bart, 2006), não há evidências suficientes dessa relação, ou de alguma resposta ao treino por todas as FEs. Procuramos avaliar o impacto do jogo Senha em algumas funções cognitivas essenciais para o sucesso acadêmico, as quais descreveremos brevemente nos próximos parágrafos.

O planejamento mental demanda o encadeamento de diversas ações que resultem na resolução de um problema ou sucesso em um empreendimento. Realizar esse encadeamento com competência depende de ser capaz de identificar o problema e as ações necessárias para a sua resolução, analisar as soluções possíveis e escolher a mais viável, inibindo as soluções concorrentes (Malloy-Diniz et al., 2008).

Norman e Shallice (1986) construíram um modelo complexo no qual existiria um sistema de supervisão atencional importante para atividades complexas como planejamento. Esse sistema estaria relacionado anatomicamente ao CPF, região responsável por planejamento, controle inibitório e monitoramento das ações, entre outras capacidades cognitivas.

A capacidade de planejamento pode ser medida, entre outros instrumentos, pela tarefa da Torre de Londres (ToL). Nela exige-se um esforço ordenado da memória de trabalho visoespacial, capacidade de controle inibitório e de flexibilidade cognitiva. Em outras palavras, é preciso a participação de um sistema atencional que coordene essas habilidades para a resolução de uma série de problemas concretos. Ganhos na capacidade de planejamento podem implicar em benefícios na vida diária e também acadêmica e a dificuldade em planejar tem efeitos durante toda a vida, inclusive no trabalho, relacionamentos, saúde e *socio-economic status* (SES) (Malloy-Diniz et al., 2008).

A memória operacional, segundo o modelo de Baddeley e Hitch (1974) e Baddeley (2000) é um sistema composto pela alça fonológica que mantém a informação auditiva temporariamente na memória e um *buffer* visoespacial, responsável pelo armazenamento temporário de uma configuração espacial. Um terceiro componente, conhecido como executivo central, seria como um supervisor que coordena o processamento de tais informações durante a execução de tarefas que exigem planejamento, raciocínio, aprendizagem, controle atencional e de comportamento. Estes elementos da memória operacional podem ser avaliados separadamente pelos testes Digit Span e Cubos de Corsi (Figueiredo & Nascimento, 2007; Kessels, R. P. C., van Zandvoort, M. J. E., Postma, A., Kappelle, L. J., & de Haan, E. H. F., 2000).

Investigamos também a atenção, que funciona como um sistema unificado que permite o controle consciente do processamento da informação. No modelo proposto por Posner & Petersen (1990), existem três subsistemas importantes que, embora sejam responsáveis por diferentes funções, mantêm uma relação entre si para o controle atencional. Esses subsistemas

são: orientação para a percepção de eventos ou estímulos sensoriais, detecção consciente de sinal e manutenção da atenção ou estado de alerta (Petersen & Posner, 2012; Posner, Snyder & Davidson, 1980).

E, por fim, avaliamos a capacidade de controle inibitório, que orienta o comportamento de forma a inibir respostas impulsivas, inadequadas ou automáticas frente a estímulos conhecidos enquanto permite a escolha e adoção de comportamentos conscientes e controlados. O controle inibitório tem papel importante na atenção seletiva, mediada pelo executivo central (Charchat-Fichman & Oliveira, 2009).

Especificamente, o presente estudo foi delineado para avaliar:

1. se a prática do jogo aumenta a competência do jogador no próprio jogo;
2. se uma melhora do desempenho no jogo é seguida por uma melhora em tarefas que exijam o raciocínio dedutivo;
3. se o grupo que jogou Senha apresenta ganhos na capacidade de planejamento mental para a resolução de problemas, comparando os seus resultados no teste Torre de Londres antes e depois da intervenção;
4. se o grupo que jogou Senha tem um desempenho melhor do que um grupo controle para tarefa de planejamento do teste Torre de Londres;
5. se o treinamento com o jogo Senha tem efeitos sobre outras funções executivas, como memória operacional auditiva, memória operacional visoespacial, atenção e controle inibitório.

O jogo Senha

Senha é um jogo de tabuleiro que exige concentração e raciocínio lógico-dedutivo (do tipo “se... então”) de seus jogadores (Figura 1). Para jogar Senha são necessários dois jogadores que se posicionam em extremidades opostas do tabuleiro. Um dos jogadores, o desafiante, cria uma senha secreta de quatro cores dentre seis opções (há outras versões, mas adotamos a versão tradicional do jogo). O outro jogador, o desafiado, precisa descobrir a senha secreta e, para isso, pode fazer até dez tentativas. A cada tentativa, o desafiado recebe um *feedback* do desafiante em um código binário de cores: preto e branco. Esse *feedback* indica quantas cores o desafiado acertou, mas estão posicionadas de maneira incorreta em relação à senha (pino branco) e quantas cores, além de corretas, estão posicionadas conforme a senha secreta (pino preto). A ordem de colocação dos pinos no *feedback* não coincide com a ordem das cores na tentativa

feita pelo desafiado. Desse modo, ele não sabe a que cor da sua tentativa pertence cada um dos pinos do *feedback*. Todas as tentativas e seus respectivos *feedbacks* ficam disponíveis para o desafiado até o fim da partida para que utilize tais informações na construção da sua próxima hipótese. O resultado é registrado conforme o número de tentativas necessárias para descobrir a senha secreta. Sendo assim, resultados mais baixos indicam melhor desempenho (Best, 1990; Macedo, 2003).

Senha: ●●●●

	Tentativa	Feedback
10	●●●●	●● ●●
9	●●●●	●● ●●
8	●●●●	●● ●●
7	●●●●	●● ●●
6	●●●●	●● ●●
5	●●●●	●● ●●
4	●●●●	○● ●●
3	●●●●	○● ○●
2	●●●●	○● ○●
1	●●●●	●○ ○●

Figura 1. Reprodução esquemática de um tabuleiro de Senha

O jogo Senha sofre interferência do acaso nas quatro primeiras tentativas. Isso significa que até a quarta tentativa o desafiante não tem informações suficientes no tabuleiro para ter certeza sobre suas escolhas, mas algumas opções serão mais coerentes e, portanto, mais próximas do que outras da combinação correta das cores. Sendo assim, desde a segunda tentativa o desafiado tem a possibilidade de utilizar o raciocínio lógico-dedutivo para construir sua próxima hipótese. Usar esse tipo de raciocínio implica em manter a coerência em relação ao histórico de *feedbacks* para avançar na obtenção dos quatro pinos pretos.

Na quinta tentativa, o desafiado já conta com informações suficientes no histórico de *feedbacks* para desvendar a senha. Pode-se inferir que, caso o desafiado não consiga descobrir a senha após essa marca, ele não está fazendo uso eficiente das informações disponíveis no tabuleiro e do raciocínio dedutivo.

2 Método

2.1 Participantes

Foram convidados para participar do experimento, 60 alunos (28 meninas e 32 meninos) do terceiro ao nono ano do ensino fundamental de uma escola da rede privada de Belo Horizonte. Para análise dos dados, no entanto, foram considerados apenas os participantes nascidos entre 2003 e 2007 ($n = 42$). Dessa forma, tivemos 19 participantes no Grupo Intervenção (GI), 5 meninas e 14 meninos com idades entre 10 e 13 ($M = 11$, $SD = 0,97$) anos e 23 no Grupo Controle (GC), 7 meninos e 16 meninas com idades entre 9 e 14 ($M = 11$, $SD = 2,09$) anos. Os demais participantes foram excluídos por falta de apresentação do Termo de Consentimento Livre e Esclarecido (TCLE), transferência do estabelecimento de ensino, opção por não participar ou por se tratarem de alunos em situação de inclusão escolar sem condições de compreender as tarefas propostas. Um participante foi excluído da análise dos dados por ter faltado a 3 sessões de jogo. Importante ressaltar, nenhum participante havia jogado Senha antes, exceto um deles que declarou conhecer, mas não ter contato com o jogo havia mais de 4 anos.

Todos os participantes assinaram o Termo de Assentimento Livre e Esclarecido (TALE - Anexo A) e seus pais ou responsáveis assinaram o TCLE (Anexo B). A Diretora da escola assinou um Termo de Autorização (TA) para que a pesquisa pudesse ser realizada no estabelecimento (Anexo C). O projeto foi aprovado pelo Comitê de Ética em Pesquisa da Universidade Federal de Minas Gerais (COEP), processo nº CAAE 57899216.5.0000.5149. Todos os participantes foram informados de que poderiam deixar de participar a qualquer momento, se assim o desejassem.

2.2 Procedimentos

Antes do início do experimento, pais e cuidadores foram esclarecidos sobre os objetivos e procedimentos da pesquisa por meio de uma reunião na escola. Além disso, receberam uma carta com tais informações em um envelope contendo duas vias dos termos TCLE (Anexo A) e TALE (Anexo B).

O GI foi informado de que jogaria Senha durante dez semanas nos horários da disciplina “Vida Cidadã”, da grade curricular da escola. O GC, por sua vez, foi informado de que teria aulas sobre Neurociências e o funcionamento do cérebro em substituição à mesma disciplina curricular e pelo mesmo período.

Para mensurar o desempenho dos participantes no decorrer das dez semanas praticando Senha, registrou-se o número de tentativas necessárias na primeira partida de cada participante como desafiado a cada dia de jogo. Por exemplo, se o desafiado recebesse quatro pinos pretos na quinta tentativa, seu resultado seria cinco. Se, no entanto, as dez tentativas fossem empreendidas sem sucesso, seu resultado seria onze, significando que ele necessitaria de mais de dez tentativas. Acertar a senha na primeira tentativa significava que a sorte teria sido a única responsável pela descoberta. O desafiado não contava ainda com nenhuma informação em que pudesse se basear para realizar a escolha das cores. Por ser uma escolha aleatória, o resultado do acerto na primeira tentativa não foi computado na tabela de desempenho individual dos jogadores. Nesse caso, o desafiante fazia nova senha e o desafiado tinha outras dez tentativas para descobri-la. Concluindo, quanto mais baixo o resultado, maior a eficiência no jogo.

Para as atividades do GC buscamos um paradigma comum na escola, que é o da aula expositiva. No entanto, procuramos preservar o aspecto lúdico e de novidade para não diferir, nesses itens, do GI. As aulas foram realizadas com um conteúdo não pertencente ao currículo escolar do ensino fundamental e com a utilização de vídeos e apresentações em Power Point. O mesmo experimentador conduziu as atividades tanto no GC quanto no GI.

Foram realizados testes neuropsicológicos em ambientes especialmente designados para esse fim e sem interrupção, na própria escola e no horário de aula do participante.

As avaliações neuropsicológicas aconteceram antes e depois das intervenções. O objetivo foi definir quais funções cognitivas o jogo Senha poderia melhorar se praticado regularmente por dez semanas e, especificamente, se esse treino levaria a uma melhor capacidade de planejamento mental na resolução de problemas.

Vale ressaltar que os testes foram realizados com interferência dos barulhos incontroláveis do ambiente escolar, como vozes de outros alunos e dos professores dando aulas, sinal para a troca de disciplinas e para o recreio, telefone, campanha da escola. No entanto, esse ambiente é o costumeiro para esses participantes, onde precisam realizar tarefas que exigem as habilidades testadas. Apesar disso, nos dias com aulas de Educação Física, em que o barulho era mais intenso, as avaliações foram suspensas. Da mesma forma, nos dias de festas ou de preparação de eventos, não foram realizados testes, em função da agitação incomum no

ambiente e entre os alunos que estavam empenhados com os preparativos. Procurou-se momentos em que o barulho e a movimentação dentro da escola fossem o menor possível.

2.2.1 Atividades do GI

Os participantes jogaram em duplas com seus colegas de turma no período de uma hora letiva semanal, ou seja, cinquenta minutos por semana. As duplas foram aleatórias e não foi permitido que houvesse dupla fixa durante o experimento. Após cada participante da dupla ter jogado como desafiado uma vez, suas próximas partidas durante o tempo de uma aula não foram mais registradas, servindo apenas como treino e entretenimento. Em média, cada participante jogou duas partidas como desafiante e duas como desafiado a cada semana.

Na semana anterior ao início do programa de intervenção, foram realizadas duas sessões de cinquenta minutos para ensinar as regras do jogo e como jogar. Nessas sessões preliminares, foi dada ênfase especial para o uso das informações do histórico de tentativas-*feedbacks* de uma partida. Durante as partidas propriamente ditas, não houve intervenção da examinadora para falhas no raciocínio observadas durante o primeiro jogo de cada participante como desafiado. Os participantes foram alertados para suas falhas de raciocínio e conduzidos a uma reflexão sobre suas escolhas somente nas partidas livres, das quais não houve registro do resultado. As questões colocadas foram adaptadas dos trabalhos de Macedo (2013), Piaget (1986) e Piantavini (1999). Por exemplo, imaginemos uma situação hipotética, mas possível, no contexto do jogo Senha. Nessa partida, o participante utiliza uma cor no mesmo local em que antes a havia utilizado sem receber nenhuma peça preta no *feedback* daquela tentativa anterior. Nesse caso, o experimentador fazia a pergunta: Você já utilizou essa cor nessa mesma posição antes? Recebeu alguma peça preta quando fez isso? O que isso significa? Você já poderia saber se essa cor está ou não nessa posição na senha secreta? Como você pensou para decidir colocá-la nessa posição novamente?

2.2.1.1 Tarefas de treino em casa

A cada semana, o GI recebeu duas atividades em papel simulando um tabuleiro de Senha para fazerem em casa. Em cada tarefa havia uma partida de Senha desenhada com quatro encontros tentativa-*feedback* registrados. O participante deveria colorir, nos espaços da quinta

tentativa, uma hipótese da senha secreta (Figura 2). Estas atividades foram baseadas nos estudos de Best (1990, 2000, 2006), Macedo (2003), Piaget, (1986) e Strom & Barabo, (2011). A cada sessão de jogo, o participante devolvia uma pasta com duas atividades realizadas e recebia outra pasta com duas atividades para devolver na semana seguinte. Antes de receber a primeira pasta, com as atividades 1 e 2, os participantes receberam orientação de como fazer a tarefa. Duas delas, especificamente para esse fim, foram conduzidas em sala de aula. Os participantes resolveram a atividade-treino 1, junto com a examinadora. A atividade-treino 2 foi resolvida individualmente por cada participante, podendo solicitar ajuda à examinadora. Estas tarefas de treino não foram incluídas na análise dos dados. Devido ao baixo índice de acertos, na quarta semana as atividades específicas para ensinar como utilizar o raciocínio dedutivo nas tarefas de casa foram reaplicadas em sala. O procedimento foi idêntico à primeira aplicação.

Com as tarefas para realizar em casa pretendíamos auxiliar na consolidação da memória das regras do jogo, mais precisamente, no significado do código de duas cores no *feedback*. Mas, queríamos, principalmente, induzir o participante ao treino do raciocínio dedutivo, através da eliminação, no quadro abaixo do jogo, das cores impossíveis ou improváveis em cada posição. Nossa principal intenção com esta atividade era que o participante compreendesse a importância de utilizar o histórico de *feedbacks* para desvendar a senha e que, posteriormente, transferisse esse aprendizado para as partidas no tabuleiro na sala de aula.

	1	2	3	4	
	○	○	○	○	●●●●
	●	●	●	●	○○○
	●	●	●	●	○○○
	●	●	●	●	●○
	●	●	●	●	●○

	●	●	●	●	●	●
1	●	●	●	●	●	●
2	●	●	●	●	●	●
3	●	●	●	●	●	●
4	●	●	●	●	●	●

Figura 2. Exemplo de tarefa de treino em casa

● Cor correta e posição correta; ○ Cor correta mas posição incorreta; ● Cor incorreta

2.2.2 Atividades do GC

Enquanto o GI jogou Senha, os participantes do GC tiveram aulas sobre Neurociências. Nessas aulas não era utilizado nenhum material escolar, nem eram feitas anotações ou leituras

de textos, a não ser em legendas curtas de vídeos. Embora tivesse como modelo a aula convencional, não havia a mesma cobrança e compromisso com notas e entregas de tarefas. A esses participantes não foram solicitados esforços cognitivos além de conversar de maneira informal sobre o funcionamento do cérebro e assistir a alguns vídeos sobre o mesmo tema ou outros, com experimentos em Neurociências realizados com modelos animais. Esses vídeos foram encontrados em buscas no YouTube com as palavras-chaves *animals*, *neuroscience*, *experimentos com animais*, *cérebro*, *brain* (Alvarez, 2015; BBC, 2011; BBCWorldwide, 2011; Canal Besouro Solto, 2017; CasadoSaber, 2016; Chimponaughty, 2012; Gusso, 2012; Luz Calor Som, 2016; Minutos Psíquicos, 2016b, 2016a, 2015a, 2015b; Mundotecnico, 2017; Nerdologia, 2014; Nova ScienceNow, 2015; Parente, 2011; Roeser, 2015; Souza, 2016; TEDTalks, n.d., 2015; TomoNews Brasil, 2016; USP: Ciência 19 Horas, 2017).

2.3 Instrumentos

Os instrumentos utilizados para avaliar os participantes foram Torre de Londres (Chalovich & Eisenberg, 2012; Malloy-Diniz et al., 2008), Digit Span (Figueiredo & Nascimento, 2007), Cubos de Corsi (Kessels et al. 2000; Santos, 2005), Teste de Posner (Posner, Snyder, & Davidson, 1980) e Stroop Victoria (Charchat-Fichman & Oliveira, 2009; Duncan, 2006). Estes instrumentos avaliam funções executivas como planejamento, memória operacional auditiva, memória operacional visoespacial, atenção e controle inibitório, respectivamente. São bastante utilizados tanto na pesquisa quanto na clínica e alguns deles permitem avaliar mais de um aspecto do funcionamento cognitivo. As versões utilizadas nesse experimento têm normatização para a população brasileira na faixa etária correspondente à da nossa amostra.

2.3.1 Torre de Londres

O teste Torre de Londres (ToL), desenvolvido por Shallice (1982) é utilizado na clínica e na pesquisa para avaliar a capacidade de planejamento mental em crianças e adultos. Existe evidência de que a inteligência fluida, que é importante em situações novas que requerem raciocínio flexível na solução de problemas para os quais não se dispõe de uma estratégia

estabelecida, é preditora do desempenho na tarefa da Torre de Londres (Malloy-Diniz et al., 2008)

O instrumento consiste em um tabuleiro onde três pinos estão fixados verticalmente e nos quais são encaixadas três bolas nas cores azul, vermelha e verde. O sujeito recebe o tabuleiro com a bola verde encaixada no primeiro pino debaixo da bola vermelha, e a bola azul encaixada no segundo pino. Ele recebe a instrução para remanejar as bolas, uma de cada vez, e colocá-las em posições idênticas a um modelo apresentado em um cartão. Doze cartões são apresentados individualmente. O número de movimentos realizados para a realocação das bolas é limitado em 2, 3, 4 ou 5 movimentos. Dessa forma, é necessário criar um planejamento de movimentos, com escolhas intermediárias que levem ao objetivo final, possibilitando a resolução do problema com o mínimo de movimentos possível. O participante pode fazer três tentativas em cada modelo. De acordo com o número de tentativas necessárias em cada cartela é feita a pontuação. Assim, resolvendo o problema na primeira tentativa o *score* recebido é três, na segunda dois e, se forem necessárias três tentativas, o *score* é um ponto. O score total, utilizado na análise dos dados, consiste da soma dos pontos adquiridos nas 12 cartelas. Quando o participante não é capaz de resolver o problema nas três tentativas, seu score é 0 (Berg & Byrd, 2002; Malloy-Diniz et al. 2008). No presente estudo procuramos avaliar a acurácia na resolução de problemas e não foram utilizadas medidas de tempo gasto pelo participante para iniciar ou concluir a tarefa.

2.3.2 Digit Span

O *Digit Span*, também conhecido como Dígitos, faz parte dos subtestes do WISC e é utilizado para medir o Índice de Resistência à Distração, enquanto no WAIS, auxilia no cálculo do Índice de Memória Operacional Auditiva. Na aplicação do teste, o examinador apresenta oralmente uma sequência de dígitos e o examinando deve repeti-la, primeiro na ordem direta e depois na ordem inversa. As sequências aumentam gradativamente de dois até oito dígitos na ordem direta e até sete dígitos na ordem inversa. É importante ressaltar que a ordem de repetição direta e inversa das sequências de dígitos são variáveis que medem funções cognitivas distintas. Repetir a sequência na ordem direta demanda memória operacional auditiva, apenas para o armazenamento da informação no sistema fonológico. Fazê-lo na ordem inversa é uma tarefa que exige que a informação, além de armazenada temporariamente, também seja processada.

Para isso, é necessário um sistema executivo central que coordena e controla essas informações e processamentos de tarefas complexas.

Não há limite de tempo para a execução da tarefa que é suspensa após dois fracassos consecutivos na tentativa de repetir sequências de mesma quantidade de dígitos. Na análise dos resultados foram seguidos os critérios de normatização brasileira do WISC III para as ordens direta e inversa dos dígitos (Figueiredo & Nascimento, 2007).

2.3.3 *Cubos de Corsi*

Como no subteste *Digit Span*, apresentado acima, o teste Cubos de Corsi é dividido em duas tarefas: uma na ordem direta e outra na ordem inversa. E também, como naquele teste, a tarefa na ordem inversa, pela sua complexidade, exige a participação do executivo central, enquanto repetir a sequência na ordem direta pode ser realizada por meio apenas do armazenamento, sem necessidade de um processamento mais elaborado.

No teste, o examinador aponta uma sequência de cubos que estão distribuídos de forma fixa sobre um tabuleiro. O examinando deve apontar a mesma sequência em seguida, primeiro na ordem direta e depois, na inversa. A capacidade de memória operacional visoespacial é avaliada pela quantidade de cubos memorizados nessas sequencias. O teste é interrompido após duas falhas consecutivas do probando na repetição em uma série de cubos apontados pelo avaliador. Para análise dos resultados foram utilizadas as normas de aplicação e medidas reportadas por Kessels et al. (2000).

2.3.4 *Teste de Posner*

O Teste de Posner é considerado “*gold standard*” como teste de atenção espacial que demanda a participação de um sistema central de controle atencional (Posner et al., 1980). Para aplicação do teste, utilizamos a plataforma Psycopy vl.85.2, programada em linguagem Python (Pierce, 2007, 2009), e disponibilizada livremente na internet pelo autor. Os participantes ouviam a leitura da instrução apresentada em um *notebook* com tela *widescreen* 31cm x 17,5, com alta resolução 1366 x 768 *pixels* (recomenda pelo fabricante), com fundo preto e letras na cor branca. Eles também eram informados que o teste não poderia ser interrompido após o início. Para iniciar o teste bastava apertar qualquer tecla.

Nas instruções, o participante era informado de que veria uma cruz no centro da tela e dois quadrados (500 ms), um de cada lado. Um X apareceria aleatoriamente em um dos quadrados. A cada apresentação do X (1500 ms) os participantes deveriam apertar o mais rapidamente possível, a tecla com a seta apontando para a direita (→) no teclado quando o X aparecesse no quadrado da direita e apertar a tecla com a seta apontando para a esquerda (←) caso o X aparecesse no quadrado do lado esquerdo da tela. Os participantes usaram os dedos médio e indicador, respectivamente, da mão dominante. Eles foram informados ainda que uma seta apareceria no lugar da cruz (500ms), sugerindo o lado onde o X poderia aparecer, mas que esta pista nem sempre estaria correta. Ou ainda, poderia não haver pista alguma e, nesse caso, no lugar da cruz eles veriam uma sequência de pontos de interrogação (500ms). No entanto, não eram informados de que a incidência de ocorrência da pista correta ou pista válida (PV) aconteceria na maioria das apresentações (60%), enquanto pista inválida (PI) e sem pista (SP) ocorreriam menos vezes (20% cada uma). O teste consiste em 100 *trials* de 2500 ms cada, sendo um *trail* composto de uma sequência de estímulos desde a apresentação dos quadrados vazios com a cruz ao centro até a aparição do X em um dos lados, conforme figura 3 (Rodrigues & Jaeger, 2018). De acordo com o sugerido por Posner et al. (1980), avaliou-se o tempo de reação (TR) dos participantes diante dos estímulos com PV, PI e SP.

Avaliamos o quanto o participante foi influenciado pelas pistas inválidas subtraindo o tempo de reação na presença de SP do tempo de reação em PI ($PI - SP$). Quanto maior esse valor, mais influenciado pode ser considerado o participante pela pista inválida. Ou seja, mais dificuldade ele demonstra em inibir uma resposta automática frente ao estímulo conhecido (Posner et al., 1980).

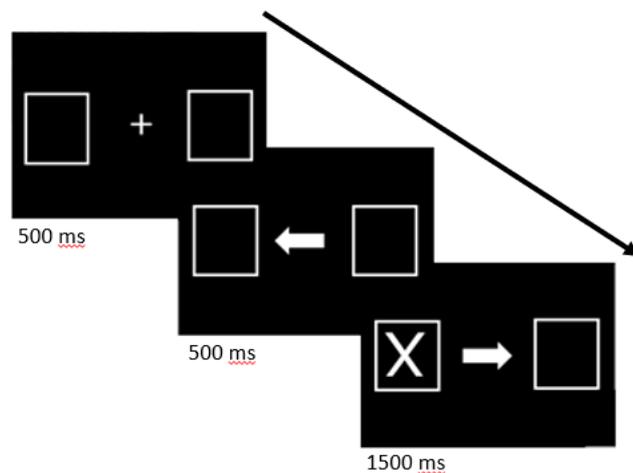


Figura 3. Teste de Atenção Seletiva

2.3.5 *Stroop* (versão *Victoria*)

Utilizamos a versão *Stroop Victoria* por ser um teste sensível ao funcionamento da região cerebral pré-frontal que tem papel importante na sustentação das funções executivas como atenção, flexibilidade cognitiva e controle do comportamento. (Charchat-Fichman & Oliveira, 2009). Inicia-se o teste com a apresentação de um cartão para que o participante diga o nome das cores nele distribuídas, na sequência de cima para baixo e da esquerda para a direita. Em seguida, o teste prossegue com a apresentação de um segundo cartão contendo palavras escritas com cores diferentes para que o participante diga a cor com a qual a palavra está escrita. No terceiro momento do teste, apresenta-se novo cartão contendo nomes de cores, escritas em cores diferentes, sendo que o nome da cor não coincide com a cor da palavra. O participante é solicitado a dizer, novamente, apenas o nome da cor na qual a palavra está escrita. Mede-se o tempo gasto pelo probando em cada um dos estímulos apresentados e avalia-se a interferência do estímulo incongruente subtraindo o tempo gasto na terceira cartela do tempo gasto na nomeação das cores.

3 Resultados

A fim de verificar se o hábito de jogar Senha regularmente tem impacto significativo nas FEs, além de conduzir uma ANOVA (tabela 2) de modelo misto para os fatores grupo (GI x GC) e intervalo (primeira x segunda avaliação), realizamos análises *post hoc* para ampliar a interpretação dos resultados. A escolha dos testes estatísticos para as comparações *post hoc* foi determinada a partir do tipo de amostra (dependentes ou independentes) e normalidade dos dados. Assim, para as comparações entre grupos foram utilizados o teste *t* pareado para os dados com distribuição normal e o teste de Mann-Whitney para os dados sem distribuição normal. Da mesma forma, para as comparações intra-grupos foram utilizados o teste *t* pareado para os dados com distribuição normal e o teste de Wilcoxon para os dados sem distribuição normal. Para averiguar a presença ou não de normalidade dos dados utilizamos o teste de Shapiro-Wilk. Em todos os testes considerou-se o nível de significância de 5% ($p = 0,05$). As médias do desempenho nos testes podem ser observadas na tabela 1 e os resultados das ANOVAs na tabela 2.

Tabela 1. Médias e desvio padrão dos grupos nas avaliações 1 e 2

Avaliação	Grupo			
	Intervenção		Controle	
	Média	DP	Média	DP
Torre de Londres 1	29,37	4,003	31,78	3,477
Torre de Londres 2	31,68	3,110	32,09	2,983
Digit Span OD 1	5,00	0,882	5,30	1,020
Digit Span OD 2	5,42	1,071	5,43	1,037
Digit Span OI 1	3,84	1,119	3,78	1,126
Digit Span OI 2	3,79	0,855	3,61	1,033
Cubos de Corsi OD 1	5,58	0,902	5,83	1,072
Cubos de Corsi OD 2	5,89	0,737	5,83	1,114
Cubos de Corsi OI 1	5,53	1,124	5,17	1,072
Cubos de Corsi OI 2	5,58	1,121	5,35	1,191
Posner 1 (PI – SP em ms)	13	48	10	35
Posner 2 (PI – SP em ms)	8	47	24	37
Stroop 1	1,81	0,445	1,85	0,384
Stroop 2	1,98	0,434	2,09	0,395

Como pode ser visto na tabela 2, os resultados da ANOVA mostraram um efeito principal significativo para o fator intervalo e uma interação marginalmente significativa entre os grupos na tarefa Torre de Londres. O teste de Mann-Whitney indicou uma melhora significativa dos participantes do GI após a intervenção ($p = 0,021$). Apesar de não apresentar um desempenho diferente do GC na segunda avaliação (GC x GI, $p = 0,976$), a análise *post hoc* mostrou que houve um ganho significativo em relação ao seu próprio desempenho verificado antes do programa. Esse ganho na capacidade de planejamento foi suficiente, inclusive, para desfazer a desvantagem inicial do GI em relação ao GC, observada na primeira avaliação (GC x GI, $p = 0,025$). Em outras palavras, o GI apresentou desempenho inferior ao do GC antes da intervenção, e se equiparou a ele após jogar Senha. Por outro lado, o GC, que não jogou no mesmo período, não apresentou melhora na tarefa de planejamento (GC, primeira x segunda avaliação, $p = 0,670$).

Tabela 2. Resultados da ANOVA para todas as variáveis

Variável Dependente	Fator Intervalo	Fator Grupo	Interação
Torre de Londres	F(1,40) = 5,22, $p = 0,028$	F(1,40) = 2,54, $p = 0,119$	F(1,40) = 3,08, $p = 0,087$
Digit Span OD	F(1,40) = 3,81, $p = 0,058$	F(1,40) = 0,33, $p = 0,571$	F(1,40) = 1,06, $p = 0,310$
Digit Span OI	F(1,40) = 0,51, $p = 0,481$	F(1,40) = 0,18, $p = 0,672$	F(1,40) = 0,14, $p = 0,705$
Cubos de Corsi OD	F(1,40) = 0,90, $p = 0,348$	F(1,40) = 0,12, $p = 0,728$	F(1,40) = 0,90, $p = 0,348$
Cubos de Corsi OI	F(1,40) = 0,38, $p = 0,541$	F(1,40) = 0,96, $p = 0,333$	F(1,40) = 0,11, $p = 0,743$
Teste de Posner	F(1,40) = 0,25, $p = 0,619$	F(1,40) = 0,58, $p = 0,451$	F(1,40) = 1,05, $p = 0,312$
Stroop Victoria	F(1,40) = 9,37, $p = 0,004$	F(1,40) = 0,45, $p = 0,506$	F(1,40) = 0,31, $p = 0,579$

Para o Digit Span na OD, nota-se um efeito principal marginalmente significativo para o fator intervalo. No entanto, a comparação das médias dos grupos antes e depois do treino, mostrou que eles permaneceram iguais e que não havia diferença entre eles ($p = 0,928$). Na OI não foram observados indícios de efeito principal em nenhum dos fatores.

De acordo com os resultados da ANOVA (tabela 2), no teste Cubos de Corsi (OD e OI) não há quaisquer evidências de um efeito da intervenção no fator intervalo, grupos ou na interação entre eles.

No teste de Posner, avaliamos a diferença entre o tempo de reação frente aos estímulos com pista inválida e estímulos sem pista (PI - SP) e não encontramos indícios de efeito nos três fatores: intervalo, grupos e interação. Os dois grupos se mantiveram iguais nas duas avaliações.

O resultado da ANOVA para a versão *Victoria* do Stroop mostrou também um efeito principal significativo. Verificamos, com a análise *post hoc*, que os dois grupos tiveram um declínio no tempo de resposta dos participantes quando comparamos o tempo gasto nos estímulos incongruentes com o tempo necessário quando foi solicitada apenas a nomeação das cores na cartela. Ou seja, houve alguma melhora na capacidade de inibir uma resposta prepotente frente ao estímulo incongruente após a intervenção. No entanto, o teste de Mann-Whitney demonstrou não haver diferença entre os grupos ($p = 0,393$), o que está de acordo com a ANOVA conduzida para esta variável (tabela 2). Esse resultado pode indicar um efeito de aprendizagem em decorrência da re-testagem ou do desenvolvimento na capacidade de controle inibitório, mas não podemos afirmar que seja efeito da intervenção.

Em suma, a análise das variâncias mostrou que as habilidades de memória operacional auditiva e visoespacial, atenção e controle inibitório não sofreram influência do programa de dez semanas jogando Senha. Além disso, os dois grupos se mantiveram iguais após esse período. Nos casos de nenhum efeito principal significativo acusado na ANOVA, não foram conduzidas análises *post hoc*.

Por fim, com o objetivo de observar se houve aumento no desempenho no jogo durante a intervenção, e se este possível aumento está associado a melhoras no planejamento mental, foram realizadas análises de correlações entre estas variáveis. Assim, foi realizada uma análise de correlação de Pearson entre a quantidade de dias de treino e o desempenho no jogo, e entre o resultado individual do treino no jogo (diferença entre o desempenho no último dia e no primeiro dia de treino) e o desempenho no teste Torre de Londres.

Houve uma correlação significativa entre a quantidade de sessões de treino e o desempenho médio no jogo ao longo das 10 semanas ($n = 10$; $r = -0,689$; $p = 0,017$), indicando que as crianças precisaram de cada vez menos tentativas para descobrir a senha secreta com o avançar do treinamento. Por outro lado, não houve correlação entre a quantidade de exposições e o desempenho nas tarefas de casa envolvendo raciocínio dedutivo ($n = 18$; $r = 0,059$; $p =$

0,815), que permaneceu muito baixo ao longo de toda a intervenção². Também não houve correlação entre a melhora no jogo e a acurácia nessas tarefas ($n = 19$; $r = -0,227$; $p = 0,349$).

Houve também uma correlação positiva moderada entre a melhora no jogo e a melhora do desempenho no teste Torre de Londres, considerando a diferença entre a avaliação 1 e 2 ($n = 19$; $r = 0,539$, $p = 0,025$). Ou seja, quem melhorou no jogo também melhorou o desempenho no teste de planejamento mental, conforme se vê na Figura 4.

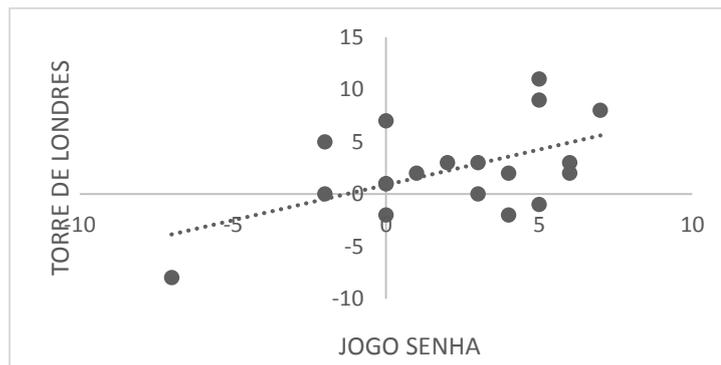


Figura 4. Correlação entre a melhora no jogo e a melhora no teste Torre de Londres

² Do total de 342 tarefas realizadas pelos 19 participantes durante 10 semanas, apenas 13,7% estavam corretas.

4 Discussão

Os resultados dos testes mostraram que um programa de dez semanas jogando Senha pode impactar positivamente o desempenho em uma tarefa que envolve a resolução de problemas. O grupo que jogou nesse período demonstrou melhorar o desempenho no teste Torre de Londres, em que são requeridas habilidades cognitivas complexas do planejamento mental. Para as variáveis Digit Span, Cubos de Corsi (ambos na OD e OI), Teste de Posner e Stroop, as médias apresentam valores próximos, o que indica que os grupos, GI e GC, não são diferentes.

Vimos uma correlação forte entre o desempenho no jogo e o treino de 10 semanas. Observou-se uma tendência em diminuir a quantidade de tentativas necessárias para desvendar a Senha no decorrer das dez partidas do jogo. Tal resultado era esperado de acordo com a literatura sobre os efeitos benéficos da prática regular em uma atividade para a habilidade cognitiva inerente a ela (Brankaer et al., 2015; Diamond & Lee, 2011; Diamond & Ling, 2016; Rosholm et al., 2017; Sala & Gobet, 2016; Siegler & Ramani, 2009; Tachibana et al. 2012)

Após experimentos com jogos de senha (versões do jogo Senha), pesquisadores construtivistas (Macedo et al., 2003; Ortega et al., 1995; Piaget, 1986; Piantavini, 1999) observaram igualmente que as crianças se tornavam melhores jogadoras. Como esses pesquisadores, Strom e Barabo (2011) consideravam a hipótese de que melhorar no jogo significava melhorar o raciocínio dedutivo e apresentaram uma proposta de intervenção com Senha, especificamente para treinar a dedução lógica em crianças. Sintetizando a conclusão dos autores, Macedo et al. (2003, p.185) sugerem que “... esse tipo de jogos é particularmente interessante, pois pode promover o desenvolvimento de raciocínios dedutivos, na medida em que a combinação particular é inferida pelas antecipações possibilitadas pelo número de ‘acertos’ ou ‘erros’ cometidos”.

Estudos sobre jogos de senha concordam que o bom desempenho no jogo depende de habilidades cognitivas complexas que envolvem o raciocínio lógico-dedutivo e que ele demanda a atenção sustentada (Best, 1990, 2000, 2006; Macedo et al., 2003; Ortega et al., 1995; Piaget, 1986; Piantavini, 1999). Macedo et al. (2003, p.186), mencionando o estudo de Piaget (1983) sobre jogos de senha (Piaget, 1986), e com base no programa psicopedagógico de seu próprio laboratório, entende que para ter sucesso no jogo Senha é preciso que o jogador integre “... o realizar as jogadas e o compreender (interpretar) as informações disponíveis (jogadas anteriores e informação sobre o número de posições certas)”.

O que nosso estudo mostrou foi que a melhora no jogo pode não impactar a acurácia do raciocínio dedutivo, medido pela quantidade de acertos nas tarefas de casa que aplicamos. Enquanto diminuíram a quantidade de tentativas necessárias para desvendar a senha no tabuleiro, as crianças permaneceram ineficientes quando era exigido primordialmente o uso da dedução para descobrir a senha do jogo no papel. Ou seja, embora os autores construtivistas sugeriram haver uma relação entre melhorar no jogo e melhorar na capacidade de dedução, este não é, necessariamente, o observado. Best (1990, 2000, 2006) afirma que a tomada de decisão sobre a configuração de cores da próxima tentativa depende menos do raciocínio dedutivo do que da capacidade de buscar na memória uma configuração adequada para o último *feedback* recebido.

Assumindo tal perspectiva, para jogar Senha seria necessária uma operação mental, controlada por um sistema executivo central, que envolveria a memória operacional visoespacial, conforme o modelo de Baddeley e Hitch (1974) e Baddeley (2000). A memória operacional tem relação com a capacidade de resolução de problemas (Diamond & Ling, 2016). Indivíduos com dificuldades de planejamento e de resolução de problemas teriam menor capacidade de memória operacional (Unterrainer, Kaller, Halsband, & Rahm, 2006). O executivo central, um dos componentes da memória operacional, é importante para a manutenção das informações enquanto realiza o processamento e a busca de informações mais adequadas para a resolução de problemas.

De acordo com Cornoldi, Carretti, Drusi e Tencati (2015), um treinamento envolvendo os componentes da memória operacional poderia resultar em melhora da capacidade de planejamento dos indivíduos. Admitindo, então, que jogar Senha exija o envolvimento da memória operacional e levando em conta os estudos de Cornoldi et al. (2015), o treino do nosso estudo pode ter ocasionado um melhor desempenho na capacidade de planejamento para resolver os problemas. Tal hipótese é corroborada por outros achados em pesquisas com jogos de tabuleiro. Como demonstrado antes no Xadrez (Grabner, Stern, & Neubauer, 2007) e também no Go³ (Chen et al., 2003; Hatta, Kogure, & Kawakami, 1999; Ouchi et al., 2005), a memória operacional visoespacial tem papel importante na tomada de decisão dos jogadores.

Jogadores experientes de xadrez se saíram melhor na tarefa de planejamento da ToL do experimento de Unterrainer et al. (2006). Da mesma forma, observamos uma influência da

³ Jogo culturalmente valorizado na China e no Japão que, como o Xadrez, simula uma batalha entre dois exércitos dispostos no tabuleiro. Os movimentos das peças devem ser feitos visando proteger o próprio exército e imobilizar o exército inimigo

prática com Senha na capacidade de resolução de problemas, especificamente na ToL. E como também demonstrou o autor no referido trabalho, não encontramos nenhuma evidência de melhora nos testes de memória operacional propriamente dita resultante da intervenção com o nosso jogo (Tabela 2).

Para utilizar o termo proposto por John Best nos seus trabalhos já citados anteriormente (1990, 2000 e 2006), a cada “encontro” de uma tentativa com um feedback, o desafiado resgata uma configuração visoespacial do seu repertório, armazenado com a experiência, e apresenta como a próxima tentativa, inibindo alternativas concorrentes. Para esse autor, mesmo que esta resposta seja incoerente com encontros anteriores que são negligenciados em prol do último encontro, ela é mais utilizada pelos jogadores porque é uma estratégia que também permite desvendar a senha secreta. E mais ainda, permite melhorar o desempenho no jogo com menor custo cognitivo. Novamente, para jogar Senha parece ser necessário o uso eficiente da memória operacional.

No trabalho de 2006, Best reportou um treinamento de seis semanas com alunos universitários que não conheciam o jogo Senha, utilizando um tabuleiro convencional com pinos de plástico. Seu experimento demonstrou, assim como o nosso, os de Macedo (2003) e também os de Piaget (1986), que os participantes melhoraram o desempenho nas partidas ao longo do período. Tal conclusão é consonante ainda com evidências de outros trabalhos sobre o papel do treino na melhora de uma habilidade (Dehaene, 2011; Duan et al., 2012; Jung et al., 2013; Nakatani & Yamagushi, 2014; Wan et al., 2011).

Por outro lado, nosso experimento mostrou que não há relação entre competência no jogo e aprendizagem do raciocínio dedutivo, contrariando as premissas dos autores construtivistas como Macedo et al (2003) e Piaget (1986) e nos aproximando da conclusão de Best (1990, 2000, 2006).

Para chegar a esta conclusão, o autor analisou as respostas dos participantes em uma tarefa na qual deveriam marcar as cores da sua hipótese sobre a senha com base em um histórico de quatro encontros disponíveis na tela do computador. Como dito anteriormente, nos baseamos nesse modelo, dentre outros estudos (Macedo et al., 2003; Piaget, 1986; Strom & Barabo, 2011), para elaborar nossas próprias tarefas simulando o jogo no papel. Best constatou que as respostas estavam relacionadas apenas ao último *feedback* do tabuleiro virtual, mostrando que os *feedbacks* anteriores não influenciaram na resposta dos participantes. Esta constatação não contraria os experimentos de Macedo et al (2003) e Piaget (1986). Eles também observaram que as crianças podiam negligenciar o histórico de *feedbacks* e, comumente, também não eram capazes de oferecer uma resposta sustentada na dedução quando eram solicitados a explicar

uma escolha das posições. No entanto, a despeito dessa observação, esses autores parecem considerar que houve aprendizagem do raciocínio dedutivo nas partidas realizadas uma vez observada a melhora do desempenho das crianças no jogo. No nosso experimento vimos que, apesar de melhorar o desempenho no jogo na sala de aula, nossos participantes não foram bem-sucedidos em desvendar a senha nas atividades de casa. Concluimos, com Best (1990, 2000, 2006), que não há evidências de aprendizagem do raciocínio dedutivo pelas crianças em decorrência do treinamento com Senha ou da exposição a atividades de dedução lógica.

Na análise das respostas nas tarefas de casa, o índice de acertos semanal manteve-se muito baixo ao longo do programa, apesar da diminuição do número de tentativas necessárias nas partidas no tabuleiro. Acertar nessa tarefa dependia do bom uso do raciocínio dedutivo e se nossos jogadores estavam utilizando com mais acurácia esse tipo de raciocínio no tabuleiro deveriam, então, saber usá-lo na tarefa de casa. No entanto, ir melhor no jogo não ajudou nossos jogadores a ir melhor nessas tarefas, assim como ocorreu com os jogadores dos experimentos de Best, citados acima.

Em contrapartida, no experimento de 2006, Best demonstra que os participantes que jogaram Senha foram mais bem-sucedidos em tarefas de resolução de problemas, em contexto diferente do jogo. Da mesma forma, identificamos uma melhora no teste ToL, no qual é necessário planejar um encadeamento de ações coordenadas para chegar a uma solução e atingir o objetivo.

A memória operacional pode ter um papel importante quando se joga Senha, segundo os estudos de Best (1990, 2000, 2006). Bergman-Nutley e Klingberg (2014) reconhecem evidências dos benefícios do treinamento da memória operacional em tarefas que não envolvem diretamente esta capacidade. Mais especificamente, estudos demonstram que o treinamento da memória operacional pode beneficiar a capacidade de resolução de problemas matemáticos e compreensão na leitura (Cornoldi et al., 2015; Passolunghi, Cornoldi, & Liberto, 1999). Sabe-se que há relação entre aprendizado da Matemática e memória operacional (Júlio-Costa et al., 2013; Raghobar, Barnes, & Hecht, 2010) e que a dificuldade na aprendizagem da matemática pode ser consequência de uma capacidade de memória operacional prejudicada, dentre outros fatores (Haase et al., 2014). No entanto, não há evidências suficientes da transferência de benefícios do treino da memória operacional para as habilidades matemáticas (Benzing, Schmidt, Katja, Conzelmann, & Roebbers, 2018), por exemplo. Uma investigação futura sobre os efeitos do treino com jogo Senha na resolução de problemas matemáticos e na compreensão da leitura poderia contribuir para esse debate.

Para alguns pesquisadores, nosso período de intervenção pode ter sido pequeno. Estudos indicam que são necessárias de 25h a 30h (para uma revisão Sala & Gobet, 2016) enquanto o nosso estudo tem uma intervenção de 10h/aula. No entanto, esse período foi suficiente para melhorar a competência dos participantes no próprio jogo e também pareceu suficiente para promover uma alteração nos resultados no teste Torre de Londres.

Alguns estudos apontam a necessidade de três grupos para esse tipo de experimento que conduzimos (para uma meta-análise, ver Nicotera & Stuit, 2014). De acordo com esses estudos, nossos dois grupos sofreram alguma intervenção: o GI com o jogo e o GC com a aprendizagem de algo novo, com uma professora diferente do habitual. Não há um grupo que se manteve na rotina do seu cotidiano escolar. Apesar disso, pudemos constatar que não é qualquer intervenção que acarretará nos ganhos observados na capacidade de planejamento. Tornar a aula mais prazerosa ou aprender algo novo não é suficiente para alterar o desempenho na tarefa da ToL, como vimos nos resultados do GC. Dessa forma, não podemos atribuir a melhora observada no GI à motivação e novidade intrínsecas à atividade de jogar na sala de aula.

Usar jogos na escola pode ser uma prática pedagógica eficiente se o professor tiver clareza do que espera e pode alcançar com o treino. É importante promover mais estudos para fornecer-lhes evidências sobre a efetividade dos treinamentos de FE (Benzing et al., 2018; Diamond & Ling, 2016). Desse modo poderão optar por instrumentos efetivos de acordo com os seus objetivos pedagógicos.

Nosso estudo mostrou que incluir o jogo Senha no currículo pode ser benéfico para a habilidade de planejamento, o que pode ser um alvo importante para alguns alunos. Todavia, não pode ser considerado produtor quando se deseja incrementar memória de trabalho, atenção, controle inibitório.

Quanto ao raciocínio dedutivo, sabe-se que se mostra resistente ao treino (Best, 2006). Tal premissa pode ser uma explicação para a falta de relação que observamos entre o treino com as tarefas de casa e a acurácia dedutiva exigida nestas mesmas tarefas. Ou seja, vimos que forçar o uso da dedução com estas tarefas não ajudou as crianças a melhorar seu desempenho em relação ao raciocínio dedutivo. Portanto, é preciso parcimônia ao propor programas com este fim, mesmo que nele se exija a utilização de uma estratégia lógica.

Por fim, é necessário investir na pesquisa sobre os efeitos desses treinos das FEs e desempenho acadêmico, não apenas com jogos de tabuleiro, mas também com outras ferramentas pedagógicas. É importante que educadores tenham acesso a resultados de pesquisas sobre as relações entre treinar uma função cognitiva e obter resultados esperados em

aprendizagens escolares específicas. Dessa forma, poderão promover intervenções baseadas em evidências e com maior chance de serem bem-sucedidas.

Referências

- Alvarez, M. A. (2015). *A vida das abelhas - parte I - Documentário [Arquivo de vídeo]*. YouTube. Retrieved from <https://www.youtube.com/watch?v=HvDgh9jaic4>
- Baddeley, A. (2000). The episodic buffer: A new component of working memory? *Trends in Cognitive Sciences*, 4(11), 417–423. [https://doi.org/10.1016/S1364-6613\(00\)01538-2](https://doi.org/10.1016/S1364-6613(00)01538-2)
- Bart, W. M. (2014). On the effect of chess training on scholastic achievement. *Frontiers in Psychology*, 5(AUG). <https://doi.org/10.3389/fpsyg.2014.00762>
- BBC. (2011). *Conheça seu cérebro, Phineas Gage [Arquivo de vídeo]*. YouTube.
- BBCWorldwide. (2011). *Touch Screen Test - Chimp TV - BBC [Arquivo de vídeo]*. YouTube. Retrieved from <https://www.youtube.com/watch?v=Qxc24TqR1u4&t=112s>
- Benzing, V., Schmidt, M., Katja, J., Conzelmann, A., & Roebbers, C. M. (2018). A classroom intervention to improve executive functions in late primary school children : Too ‘ old ’ for improvements ?, 1–14. <https://doi.org/10.1111/bjep.12232>
- Berg, W. K., & Byrd, D. L. (2002). The Tower of London Spatial Problem-Solving Task: Enhancing Clinical and Research Implementation. *Journal of Clinical and Experimental Neuropsychology (Neuropsychology, Development and Cognition: Section A)*, 24(5), 586–604. <https://doi.org/10.1076/jcen.24.5.586.1006>
- Bergman-Nutley, S., & Klingberg, T. (2014). Effect of working memory training on working memory, arithmetic and following instructions. *Psychological Research*, 78(6), 869–877. <https://doi.org/10.1007/s00426-014-0614-0>
- Best, J. (2000). The role of context on strategic actions in mastermind. *Journal of General Psychology*, 127(2), 165–177. <https://doi.org/10.1080/00221300009598576>
- Best, J. (2006). Conditional Reasoning in the context of strategy development in logical deduction game “mastermind.” *North American Journal of Psychology*, 345.
- Best, J. B. (1990). Knowledge acquisition and strategic action in “Mastermind” problems. *Memory & Cognition*, 18(1), 54–64. <https://doi.org/10.3758/bf03202646>
- Best, J. R., Miller, P. H., & Naglieri, J. A. (2011). Relations between executive function and academic achievement from ages 5 to 17 in a large, representative national sample. *Learning and Individual Differences*, 21(4), 327–336. <https://doi.org/10.1016/j.lindif.2011.01.007>
- Brankaer, C., Ghesquière, P., & De Smedt, B. (2015). The effect of a numerical domino game on numerical magnitude processing in children with mild intellectual disabilities. *Mind, Brain, and Education*, 9(1), 29–39. <https://doi.org/10.1111/mbe.12065>
- Canal Besouro Solto. (2017). *ABELHAS APRENDEM OLHANDO [Arquivo de vídeo]*. YouTube. Retrieved from <https://www.youtube.com/watch?v=YcrhHXr2oaM>

- CasadoSaber. (2016). *Marcia Peltier entrevista Suzana Herculano Houzel [Arquivo de vídeo]*. BR: YouTube. Retrieved from <https://www.youtube.com/watch?v=-IyKNFJKcLo>
- Chalovich, J. M., & Eisenberg, E. (2012). NIH Public Access. *Biophysical Chemistry*, 257(5), 2432–2437. <https://doi.org/10.1016/j.immuni.2010.12.017>. Two-stage
- Charchat-Fichman, H., & Oliveira, R. M. (2009). Performance of 119 Brazilian children on stroop paradigm - Victoria version. *Arquivos de Neuro-Psiquiatria*. <https://doi.org/10.1590/S0004-282X2009000300014>
- Chen, X., Zhang, D., Zhang, X., Li, Z., Meng, X., He, S., & Hu, X. (2003). A functional MRI study of high-level cognition: II. The game of GO. *Cognitive Brain Research*, 16(1), 32–37. [https://doi.org/10.1016/S0926-6410\(02\)00206-9](https://doi.org/10.1016/S0926-6410(02)00206-9)
- Chimpanaughty. (2012). *Are you smarter than a chimp? [Arquivo de vídeo]*. YouTube. Retrieved from <https://www.youtube.com/watch?v=qyJomdyjyVM&t=17s>
- Cornoldi, C., Carretti, B., Drusi, S., & Tencati, C. (2015). Improving problem solving in primary school students: The effect of a training programme focusing on metacognition and working memory. *British Journal of Educational Psychology*. <https://doi.org/10.1111/bjep.12083>
- Dehaene, S. (2011). *The Number Sense (how the mind creates mathematics)* (Revised an). New York: Oxford University Press.
- Diamond, A. (2013). Executive Functions. *Annual Review of Psychology*, 64(1), 135–168. <https://doi.org/10.1146/annurev-psych-113011-143750>
- Diamond, A., & Lee, K. (2011). Interventions shown to aid executive function development in children. *Science*, 333(October), 959–964. <https://doi.org/10.1126/science.1204529>
- Diamond, A., & Ling, D. S. (2016). Conclusions about interventions, programs, and approaches for improving executive functions that appear justified and those that, despite much hype, do not. *Developmental Cognitive Neuroscience*, 18, 34–48. <https://doi.org/10.1016/j.dcn.2015.11.005>
- Duan, X., Liao, W., Liang, D., Qiu, L., Gao, Q., Liu, C., ... Chen, H. (2012). Large-Scale Brain Networks in Board Game Experts: Insights from a Domain-Related Task and Task-Free Resting State. *PLoS ONE*, 7(3), e32532. <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0032532>
- Duncan, M. T. (2006). Obtenção de dados normativos para desempenho no teste de Stroop num grupo de estudantes do ensino fundamental em Niterói. *Jornal Brasileiro de Psiquiatria*, 55(1), 42–48. <https://doi.org/http://dx.doi.org/10.1590/S0047-20852006000100006>
- Feher da Silva, C., & Baldo, M. V. C. (2015). Computational models of the Posner simple and choice reaction time tasks. *Frontiers in Computational Neuroscience*, 9(July), 1–14. <https://doi.org/10.3389/fncom.2015.00081>
- Figueiredo, V. L. M. De, & Nascimento, E. Do. (2007). Desempenhos nas duas tarefas do subteste dígitos do WISC-III e do WAIS-III. *Psicologia: Teoria e Pesquisa*, 23(3), 313–318. <https://doi.org/10.1590/S0102-37722007000300010>

- Gazzaniga, M. S., Ivry, R. B., & Mangun, G. R. (2006). *Neurociência Cognitiva: a biologia da mente* (2.ed.). Porto Alegre: Artmed.
- Gobet, F., & Campitelli, G. (2006). Educational benefits of chess instruction: A critical review. *Chess and Education: Selected Essays from the Koltanowski Conference*, 44(115), 230. Retrieved from http://www.brunel.ac.uk/~hsstffg/preprints/chess_and_education.PDF
- Grabner, R. H., Stern, E., & Neubauer, A. C. (2007). Individual differences in chess expertise: A psychometric investigation. *Acta Psychologica*, 124(3), 398–420. <https://doi.org/10.1016/j.actpsy.2006.07.008>
- Gusso, H. L. (2012). *Encadeamento de resposta: A construção de comportamentos incríveis!* [Arquivo de vídeo]. YouTube. Retrieved from <https://www.youtube.com/watch?v=oz8YbIfCtqE>
- Haase, V. G., Júlio-Costa, A., Lopes-Silva, J. B., Starling-Alves, I., Antunes, A. M., Pinheiro-Chagas, P., & Wood, G. (2014). Contributions from specific and general factors to unique deficits: Two cases of mathematics learning difficulties. *Frontiers in Psychology*, 5(FEB), 1–17. <https://doi.org/10.3389/fpsyg.2014.00102>
- Hatta, T., Kogure, T., & Kawakami, A. (1999). Hemisphere specialization of Go experts in visuospatial processing, 112, 571–584.
- Hong, S., & Bart, W. (2006). Cognitive Effects of Chess Instruction on Students At Risk for Academic Failure. *ICLS*.
- Júlio-Costa, A., Antunes, A. M., Lopes-Silva, J. B., Moreira, B. C., Vianna, G. S., Wood, G., Haase, V. G. (2013). Count on dopamine: Influences of COMT polymorphisms on numerical cognition. *Frontiers in Psychology*, 4(AUG), 1–10. <https://doi.org/10.3389/fpsyg.2013.00531>
- Jung, W. H., Kim, S. N., Lee, T. Y., Jang, J. H., Choi, C.-H., Kang, D.-H., & Kwon, J. S. (2013). Exploring the brains of Baduk (Go) experts: gray matter morphometry, resting-state functional connectivity, and graph theoretical analysis. *Frontiers in Human Neuroscience*, 7, 633. <https://doi.org/10.3389/fnhum.2013.00633>
- Kessels, R. P. C., van Zandvoort, M. J. E., Postma, A., Kappelle, L. J., & de Haan, E. H. F. (2000). The Corsi Block-Tapping Task: Standardization and Normative Data. *Applied Neuropsychology*. https://doi.org/10.1207/S15324826AN0704_8
- Lopes, M. D. G. (1999). *Jogos Na Educação - Criar, Fazer, Jogar*. Hemus.
- Luz Calor Som. (2016). Neurônios Neurotransmissores Sistema Nervoso Cérebro Animação 3D Música Instrumental Relax [Arquivo de vídeo]. YouTube. Retrieved from <https://www.youtube.com/watch?v=WJaJS2iuI7c>
- Macedo, L. de. (2013). Os jogos e sua importância na escola. *Cadernos de Pesquisa*, (93), 05–11. Retrieved from <http://publicacoes.fcc.org.br/ojs/index.php/cp/article/view/843>
- Macedo, L. De, Carvalho, G. E. De, & Carracedo, V. (2003). Avaliação do desempenho de crianças e intervenção em um jogo de senha, 7, 185–195.

- Malloy-Diniz, L. F., Cardoso-Martins, C., Nassif, E. P., Levy, A. M., Leite, W. B., & Fuentes, D. (2008). Planning abilities of children aged 4 years and 9 months to 8 ½ years - Effects of age, fluid intelligence and school type on performance in the Tower of London test. *Dementia & Neuropsychologia*, 2(1), 26–30.
- Masson, J. D., Dagnan, D., & Evans, J. (2010). Adaptation and validation of the Tower of London test of planning and problem solving in people with intellectual disabilities. *Journal of Intellectual Disability Research*, 54(5), 457–467. <https://doi.org/10.1111/j.1365-2788.2010.01280.x>
- Minutos Psíquicos. (2015a). *Como Se Fosse a Primeira Vez [Arquivo de vídeo]*. YouTube. Retrieved from <https://www.youtube.com/watch?v=XpZlYp1-B5I>
- Minutos Psíquicos. (2015b). *Setores do cérebro [Arquivo de vídeo]*. YouTube. Retrieved from <https://www.youtube.com/watch?v=bQvYZ0TkHjk&t=1s>
- Minutos Psíquicos. (2016a). *Cérebro machucado [Arquivo de vídeo]*. YouTube. Retrieved from <https://www.youtube.com/watch?v=213Wcb6iIT8>
- Minutos Psíquicos. (2016b). *O que comemos pode afetar a nossa saúde [Arquivo de vídeo]*. YouTube. Retrieved from <https://www.youtube.com/watch?v=KFowNIMdLi&t=36s>
- Mundotecnico. (2017). *Pesquisadores britânicos descobrem que as abelhas podem aprender [Arquivo de vídeo]*. YouTube. Retrieved from <https://www.youtube.com/watch?v=Qxgbosb8UuQ>
- Nakatani, H., & Yamaguchi, Y. (2014). Quick concurrent responses to global and local cognitive information underlie intuitive understanding in board-game experts. *Scientific Reports*, 4, 5894. <https://doi.org/10.1038/srep05894>
- Nerdologia. (2014). *Memória [Arquivo de vídeo]*. YouTube. Retrieved from <https://www.youtube.com/watch?v=Bj-7axay48w>
- Nicotera, A., & Stuit, D. (2014). metanalise Literature Review of Chess Studies - November 2014. *Basis Policy Research*.
- Norman, D. A., & Shallice, T. (1986). Attention to action: willed and automatic control of behavior. In *Consciousness and self-regulation: Advances in research and theory* (Vol. 4, pp. 1–18).
- Nova ScienceNow. (2015). *Os cães possuem senso de justiça? [Arquivo de vídeo]*. YouTube. Retrieved from <https://www.youtube.com/watch?v=mz838IKoonc>
- Ortega, A. C., Alves, R. M., & Rossetti, C. B. (1995). Raciocínio lógico e jogo de regras: contextos construtivista e não-construtivista. *Arq. Bras. Psicol. (Rio J. 1979)*, 105–112. Retrieved from <http://pesquisa.bvs.br/brasil/resource/pt/psi-22226#.Wsvu1jFuAEM.mendeley>
- Ouchi, Y., Kanno, T., Yoshikawa, E., Futatsubashi, M., Okada, H., Torizuka, T., & Kaneko, M. (2005). Neural substrates in judgment process while playing go: a comparison of amateurs with professionals. *Cognitive Brain Research*, 23(2–3), 164–170. <https://doi.org/10.1016/j.cogbrainres.2004.10.004>

- Parente, M. (2011). *Cinco macacos [Arquivo de vídeo]*. YouTube. Retrieved from https://www.youtube.com/watch?v=_8zA18LkPR4
- Passolunghi, M. C., Cornoldi, C., & De Liberto, S. (1999). Working memory and intrusions of irrelevant information in a group of specific poor problem solvers. *Memory & Cognition*, 27(5), 779–790. <https://doi.org/10.3758/BF03198531>
- Peirce, J. W. (2007). PsychoPy-Psychophysics software in Python. *Journal of Neuroscience Methods*, 162(1–2), 8–13. <https://doi.org/10.1016/j.jneumeth.2006.11.017>
- Peirce, J. W. (2009). Generating Stimuli for Neuroscience Using PsychoPy. *Frontiers in Neuroinformatics*, 2(January), 10. <https://doi.org/10.3389/neuro.11.010.2008>
- Petersen, S. E., & Posner, M. I. (2012). The Attention System of the Human Brain: 20 Years After. *Annual Review of Neuroscience*, 35(1), 73–89. <https://doi.org/10.1146/annurev-neuro-062111-150525>
- Piaget, J. *O possível e o necessário*. Porto Alegre: Artmed, 1986 (vol 2, pp. 108-116)
- Piantavini, F. N. O. (1999). “Jogo de regras e construção de possíveis: análise de duas situações de intervenção psicopedagógica,” (Dissertação de Mestrado). Faculdade de Educação, Universidade Estadual de Campinas, São Paulo, Brasil
- Posner, M. I., & Petersen, S. E. (1990). The Attention System of the Human Brain. *Annu. Rev. Neurosci*, 13, 25–42.
- Posner, M. I., Snyder, C. R., & Davidson, B. J. (1980). Attention and the detection of signals. *Journal of Experimental Psychology: General*, 109(2), 160–174. <https://doi.org/10.1037/0096-3445.109.2.160>
- Raghubar, K. P., Barnes, M. A., & Hecht, S. A. (2010). Working memory and mathematics: A review of developmental, individual difference, and cognitive approaches. *Learning and Individual Differences*, 20(2), 110–122. <https://doi.org/10.1016/j.lindif.2009.10.005>
- Ramani, G. B., Siegler, R. S., Ramani, G. B., & Siegler, R. S. (2016). Promoting Broad and Stable Improvements in Low-Income Children ’ s Numerical Knowledge through Playing Number Board Games Published by : Wiley on behalf of the Society for Research in Child Development Stable URL : <http://www.jstor.org/stable/27563489> Pro. *Child Development*, 79(2), 375–394.
- Rodrigues, G. S. & Jaeger, A. (2018). Source Memory and Cognitive Control in Gurdjieff Meditators. *Mindfulness*, <https://doi.org/10.1007/s12671-018-0914-3>
- Roeser, A. (2015). *Truth about rats: Rat tricks {Arquivo de vídeo}*. YouTube. Retrieved from <https://www.youtube.com/watch?v=-LMgkGesovI>
- Rosholm, M., Mikkelsen, M. B., & Gumedde, K. (2017). Your move: The effect of chess on mathematics test scores. *PLoS ONE*, 12(5). <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0177257>
- Sala, G., & Gobet, F. (2016). Do the benefits of chess instruction transfer to academic and cognitive skills? A meta-analysis. *Educational Research Review*, 18, 46–57. <https://doi.org/10.1016/j.edurev.2016.02.002>

- Santos, F. H. (2005). Cross-Cultural Differences for Three Visual Memory Tasks in Brazilian Children. *Perceptual and Motor Skills*, 101(6), 421. <https://doi.org/10.2466/PMS.101.6.421-433>
- Shallice, T. (1982). Specific impairments of planning. *Philosophical Transactions of the Royal Society of London. Series B, Biological Sciences*, 298(1089), 199–209. <https://doi.org/10.1098/rstb.1982.0082>
- Siegler, R. S., & Ramani, G. B. (2009). Playing linear number board games—but not circular ones—improves low-income preschoolers’ numerical understanding. *Journal of Educational Psychology*, 101(3), 545–560. <https://doi.org/10.1037/a0014239>
- Souza, B. R. (2016). *Condicionamento Operante em Pombo [Arquivo de vídeo]*. YouTube. Retrieved from <https://www.youtube.com/watch?v=ni4aKJLA7qQ>
- Strom, A. R., & Barabo, S. (2011). Using_the_game_of_mastermind. PloS Biology. Retrieved from www.plosbiology.org
- Tachibana, Y., Yoshida, J., Ichinomiya, M., Nouchi, R., Miyauchi, C., Takeuchi, 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*, 13(1), 8. <https://doi.org/10.1186/1745-6215-13-8>
- TEDTalks. (n.d.). *Moral behavior in animals _ Frans de Waal experiementos [Arquivo de vídeo]*. YouTube. Retrieved from https://www.ted.com/talks/frans_de_waal_do_animals_have_morals/details?language=pt-br#t-231662
- TEDTalks. (2015). *What are animals thinking and feeling? [Arquivo de vídeo]*. YouTube. Retrieved from <https://www.youtube.com/watch?v=y9KeyKVuLHU&t=58s>
- TomoNews Brasil. (2016). *Cientistas descobrem que as abelhas bumble podem aprender e compartilhar habilidades para uso de ferramentas [Arquivo de vídeo]*. YouTube. Retrieved from <https://www.youtube.com/watch?v=uuxY9NnkTlk>
- Unterrainer, J. M., Kaller, C. P., Halsband, U., & Rahm, B. (2006). Planning abilities and chess: A comparison of chess and non-chess players on the Tower of London task. *British Journal of Psychology*, 97(3), 299–311. <https://doi.org/10.1348/000712605X71407>
- USP: Ciência 19 Horas. (2017). *Somos especiais - não somos? [Arquivo de vídeo]*. YouTube.
- Wan, X., Nakatani, H., Ueno, K., Asamizuya, T., Cheng, K., & Tanaka, K. (2011). The neural basis of intuitive best next-move generation in board game experts. *Science*, 331(6015), 341–346. <https://doi.org/10.1126/science.1194732>

Anexo A - Termo de Assentimento Livre e Esclarecido (TALE)

Título da Pesquisa: O impacto dos jogos de tabuleiro e de estratégia na atenção de estudantes típicos do ensino fundamental

Prezado participante, você está sendo convidado para participar de uma pesquisa chamada “O Impacto Dos Jogos De Tabuleiro E De Estratégia Na Atenção De Estudantes Típicos Do Ensino Fundamental”. Seus pais permitiram a sua participação por meio de um convite semelhante a este.

Esta pesquisa tem como objetivo avaliar se jogos de tabuleiro e de estratégia podem ajudar a melhorar a capacidade de atenção de alunos do Ensino Fundamental. Sabemos que para alguns alunos é difícil manter a atenção por muito tempo, prejudicando, com isso, sua aprendizagem. Se soubermos que um determinado tipo de jogo pode aumentar a capacidade de atenção de alunos do Ensino Fundamental, então poderemos criar programas que utilizem jogos nas escolas e ajudar a melhorar a aprendizagem desses alunos com dificuldades e também a aumentar esta capacidade nos alunos em geral.

Além de você, outras pessoas participarão desta pesquisa. Elas terão aproximadamente a sua idade e estarão regularmente matriculadas no Ensino Fundamental. Caso você não queira participar, não há problema algum. Você pode desistir de participar a qualquer momento, mesmo depois que a pesquisa já tiver sido iniciada.

Uma parte da pesquisa será realizada na sua escola e dentro do seu horário de aulas. A outra parte você fará em casa. Na parte da pesquisa realizada na escola, os participantes aprenderão a jogar um jogo de tabuleiro e durante 10 semanas, irão jogar com os colegas por 1 hora em cada semana. Cada participante deverá realizar uma tarefa em casa que consiste em indicar a próxima jogada do mesmo jogo que você aprendeu na escola desenhado em um cartão de papel. Você poderá escolher quando e onde realizar estas tarefas por aproximadamente 20 minutos, 3 vezes por semana.

Também vamos realizar algumas tarefas que medem inteligência, memória, linguagem, entre outras habilidades importantes para a aprendizagem.

As tarefas que investigam as habilidades importantes para a aprendizagem são divertidas, rápidas e seguras. Mas pode ser que você apresente algum cansaço ao participar. Todo cuidado será tomado para que você não se canse durante a realização das tarefas, mas se se sentir cansado basta dizer que fazemos uma pausa para você descansar.

Todos os dados coletados serão guardados em um lugar seguro que só pode ser acessado pelos responsáveis pela pesquisa. Quando a pesquisa terminar, você e sua família receberão um relatório contando suas facilidades e, se você apresentar alguma dificuldade, faremos sugestões para superá-las, principalmente nas habilidades necessárias para aprender melhor

Nenhuma pessoa ficará sabendo da sua participação, e informações sobre você não serão dadas a estranhos. Os resultados da pesquisa serão publicados (por exemplo pôsteres, artigos, revistas, palestras), mas nenhum dado informará quem você é.

Se você tiver alguma dúvida, pode perguntar para mim ou para o professor Dr. Renato. Neste convite há o telefone dos responsáveis pela pesquisa.

Prof. Dr. Renato Bortoloti Coordenador da Pesquisa Professor Adjunto do Departamento de Psicologia da UFMG Av. Antônio Carlos, 6627, FAFICH-UFMG, Sala 4009 Tel: (31) 3409-5027 E-mail: renatobortoloti@yahoo.com.br

Prof. Dr. Antônio Jaeger Co-orientador da Pesquisa Professor Adjunto do Departamento de Psicologia da UFMG Av. Antônio Carlos, 6627, FAFICH-UFMG, Sala 4009 Tel: (31) 3409-5027 E-mail: antonio.jaeger@gmail.com

Comitê de Ética em Pesquisa (COEP-UFMG), na Av. Antônio Carlos, 6627 – Unidade administrativa II, 2º andar/ Campus Pampulha- UFMG Tel: (31)3409 4592/ E-mail: coep@prpq.ufmg.br

TERMO DE ASSENTIMENTO**Eu**

_____ aceito participar voluntariamente da pesquisa “O Impacto Dos Jogos De Tabuleiro E De Estratégia Na Atenção De Estudantes Típicos Do Ensino Fundamental”.

Entendi as coisas incômodas e as coisas interessantes que podem acontecer. Entendi também que tenho direitos e também deveres quando concordo em participar, mas que a qualquer momento, posso desistir que não há problema. Os pesquisadores tiraram minhas dúvidas e conversaram com os responsáveis por mim. Recebi uma cópia deste termo de assentimento, li e concordo em participar da pesquisa.

Belo Horizonte, _____ de _____ de _____.

Assinatura do participante

Anexo B - Termo de Consentimento Livre e Esclarecido (TCLE)

Título da Pesquisa: O impacto dos jogos de tabuleiro e de estratégia na atenção de estudantes típicos do ensino fundamental

Prezado(a) participante, este é um convite para seu (sua) filho (a) participar voluntariamente em uma pesquisa que irá avaliar algumas das características importantes para a aprendizagem: a atenção. Estamos à disposição para esclarecer quaisquer dúvidas em relação à pesquisa antes e durante a execução da mesma.

As informações necessárias para que você entenda este projeto de pesquisa estão descritas abaixo, e poderão ser explicadas melhor pelo pesquisador que lhe apresentar este convite. É importante que você leia cuidadosamente para decidir se irá fazer ou não parte do estudo:

1. Objetivo e justificativa da pesquisa: Esta pesquisa tem como objetivo avaliar se jogos de tabuleiro e de estratégia podem ajudar a melhorar a capacidade de atenção de alunos do Ensino Fundamental. Sabemos que, para alguns alunos é difícil manter a atenção por muito tempo, prejudicando, com isso, sua aprendizagem. Se soubermos que um determinado tipo de jogo pode aumentar a capacidade de atenção de alunos do Ensino Fundamental, então poderemos criar programas que utilizem jogos nas escolas e ajudar a melhorar aprendizagem desses alunos com dificuldades de atenção e também a aumentar esta capacidade nos alunos em geral.

2. Procedimentos da avaliação: Caso você concorde com a participação de seu (sua) filho(a), ele(a) realizará testes e tarefas que avaliam a atenção e a memória, dentre outras habilidades cognitivas importantes para a aprendizagem, em sessões individuais e em um grupo de participantes da pesquisa. Todo cuidado será tomado para que ele(ela) fique motivado(a) e confortável durante a realização das tarefas propostas.

4. Realização da Pesquisa: A pesquisa está sendo conduzida sob orientação dos professores Dr. Renato Bortoloti e Dr. Antônio Jaeger, da Universidade Federal de Minas Gerais (UFMG) e será realizada na escola, no horário de aula, e também em casa. Na escola, a criança aprenderá a jogar um jogo de tabuleiro e irá jogar com os colegas

durante 10 semanas por 1 hora cada semana. Em casa fará, durante 20 minutos, 3 vezes por semana, um exercício sobre o jogo que aprendeu na escola.

5. Participação voluntária e sem compromisso financeiro: A sua participação e de seu (sua) filho(a) é voluntária, e por isso não implica em nenhum compromisso financeiro entre você e a equipe da UFMG.

6. Liberdade de recusa e de desistência: A participação na pesquisa não é uma obrigação, e não há danos em se recusar a participar. Isso significa que você e seu (sua) filho(a) estão livres para desistir de participar da pesquisa a qualquer momento, sem que haja algum prejuízo para vocês. Caso vocês não queiram mais participar, as informações sobre as habilidades cognitivas de seu (sua) filho (a) não farão parte do presente estudo.

7. Garantia de sigilo: Os resultados da pesquisa serão utilizados em trabalhos científicos publicados ou apresentados oralmente em congressos e palestras sem que o nome ou qualquer característica que identifique você ou seu (sua) filho (a) seja revelada.

8. Riscos: Os riscos envolvidos são mínimos. Os dados gerados serão armazenados em um lugar seguro sob responsabilidade e acesso exclusivo aos pesquisadores.

Há também possibilidade de cansaço físico gerado pelas tarefas apresentadas na avaliação neuropsicológica. A avaliação será feita em mais de uma sessão para evitar o cansaço, mas se houver necessidade faremos intervalos para descanso, podendo ser pausada sempre que seu (sua) filho (a) desejar. Todo esforço será feito para manter o bem-estar físico e psicológico dos participantes, de forma que na presença de sinais de desconforto serão feitos procedimentos de relaxamentos e esclarecimento.

9. Benefícios em participar da pesquisa: Quando a pesquisa terminar, você e seu(sua) filho(a) receberão um relatório contando suas facilidades e, se ele(ela) apresentar alguma dificuldade, faremos sugestões para superá-las, principalmente nas habilidades necessárias para aprender.

Este termo de consentimento é feito em duas vias sendo que uma permanecerá com o participante e outra com os pesquisadores responsáveis pelo estudo que poderão ser contatados em caso de dúvida:

Prof. Dr. Renato Bortoloti Coordenador da Pesquisa Professor Adjunto do Departamento de Psicologia da UFMG Av. Antônio Carlos, 6627, FAFICH-UFMG, Sala 4009 E-mail: renatobortoloti@yahoo.com.br

Prof. Dr. Antônio Jaeger Co-orientador da Pesquisa Professor Adjunto do Departamento de Psicologia da UFMG Av. Antônio Carlos, 6627, FAFICH-UFMG, Sala 4009 E-mail: antonio.jaeger@gmail.com

Comitê de Ética em Pesquisa (COEP-UFMG), na Av. Antônio Carlos, 6627 – Unidade administrativa II, 2º andar/ Campus Pampulha- UFMG Tel: (31)3409 4592/ E-mail: coep@prpq.ufmg.br

TERMO DE CONSENTIMENTO

Eu,

_____, autorizo o meu (minha) filho
(a) _____ a

participar voluntariamente do projeto **O Impacto Dos Jogos de Tabuleiro E De Estratégia Na Atenção De Estudantes Típicos Do Ensino Fundamental. Declaro que li o termo de consentimento e compreendo os objetivos dessa pesquisa, que consistem em uma avaliação neuropsicológica. Estou consciente de que os resultados serão mantidos em absoluto sigilo e que serão utilizados apenas com finalidades da pesquisa.**

Belo Horizonte, _____ de _____ de _____

Assinatura do responsável

Telefone de contato: _____

Anexo C - Termo de Autorização (TA)



COLÉGIO PAULO FREIRE / CENTRO EDUCACIONAL LULUZINHA



Rua Oeste de Minas, 139 – Santa Amélia – Belo Horizonte – MG
 Telefone: 3491-9519 – E-mail: cef.paulofreire@bol.com.br

TERMO DE AUTORIZAÇÃO PARA REALIZAÇÃO DA PESQUISA

Eu, Luciene Signorine Vieira, Diretora Pedagógica, RG M 6 076 454, CPF 970 049 016-53, AUTORIZO Joana D'Arc Assunção Nogueira de Oliveira, RG MG3222821 SSP/MG, CPF 671447726-00, graduada em Pedagogia na Faculdade de Educação da Universidade Federal de Minas Gerais, aluna do Mestrado em Neurociências da UFMG, matrícula 2016674070, a fazer avaliação neuropsicológica com testes padronizados, aplicar questionários e realizar um programa de intervenção com jogos de tabuleiro, uma vez por semana, com duração de uma hora cada intervenção no segundo semestre de 2016, com os alunos do Ensino Fundamental desta instituição, para a realização do projeto de pesquisa intitulado "O Impacto dos Jogos de Tabuleiro na Atenção de Crianças do Ensino Fundamental". O objetivo primário do projeto é avaliar a eficácia de um programa com o jogo de tabuleiro "Senha" para melhorar a atenção de crianças do ensino fundamental. A pesquisa é orientada pelo Prof. Dr. Renato Bortoloti, RG 5952346 SSP/MG, CPF 847.598.366-91, do Departamento de Psicologia da UFMG.

Os pesquisadores acima qualificados se comprometem a:

- 1- Iniciarem a coleta de dados somente após o Projeto de Pesquisa ser aprovado pelo Comitê de Ética em Pesquisa com Seres Humanos.
- 2- Obedecerem às disposições éticas de proteger os participantes da pesquisa, garantindo-lhes o máximo de benefícios e o mínimo de riscos.
- 3- Assegurarem a privacidade das pessoas citadas nos documentos institucionais e/ou contatadas diretamente, de modo a proteger suas imagens, bem como garantem que não utilizarão as informações coletadas em prejuízo dessas pessoas e/ou da instituição, respeitando deste modo as Diretrizes Éticas da Pesquisa Envolvendo Seres Humanos, nos termos estabelecidos na Resolução CNS N° 466/2012, e obedecendo as disposições legais estabelecidas na Constituição Federal Brasileira, artigo 5º, incisos X e XIV e no Novo Código Civil, artigo 20.

Belo Horizonte, 30 de junho de 2016

Luciene Signorine Vieira
 Luciene Signorine Vieira
 Diretora
 Reg. n.º 000000

102.228.213/0001-71
 CENTRO EDUCACIONAL LULUZINHA
 Rua Oeste de Minas, 139
 Santa Amélia - Belo Horizonte - MG
 CEP: 31280-000