

Estimulação do Controle Inibitório em Crianças no Ambiente Escolar a partir de Jogos Digitais

Bernardo Cerqueira
PPG em Diversidade Cultural e
Inclusão Social
Universidade Feevale
Novo Hamburgo, Brasil
bcerqueira@feevale.br

Débora Barbosa
PPG em Diversidade Cultural e
Inclusão Social
Universidade Feevale
Novo Hamburgo, Brasil
deboranice@feevale.br

João Mossmann
PPG em Indústria Criativa
Universidade Feevale
Novo Hamburgo, Brasil
mossmann@gmail.com

Caroline Cardoso
PPG em Psicologia
Universidade Feevale
Novo Hamburgo, Brasil
carolinecardoso@feevale.br

Resumo — O Controle Inibitório é um dos componentes das Funções Executivas, responsável pela atenção, auto-regulação e necessário para o desenvolvimento de funções cognitivas superiores. Na área da neuropsicologia, procuram-se evidências de estimulação e melhoria do controle inibitório dos indivíduos através de intervenções escolares com utilização de softwares computadorizados, como os jogos digitais, constituindo-se uma área importante de investigação, dentro do contexto das Funções Executivas em abordagens ecológicas. Este trabalho traz um estudo de mapeamento sistemático da literatura, envolvendo 6 bases de dados e incluindo trabalhos publicados entre 2014 e 2019. Foram encontrados na busca inicial 641 artigos, pré-selecionados 63, dentre os quais, foram selecionados 3 artigos. Os resultados indicaram que investigações com jogos digitais voltados para crianças em abordagens ecológicas, no ambiente escolar, demonstram-se incipientes, constituindo-se de uma área de pesquisa emergente.

Palavras chave — controle inibitório, crianças, ensino fundamental, intervenção neuropsicológica, jogos digitais

I. INTRODUÇÃO

É na infância que as crianças devem encontrar oportunidades de aprendizagem para desenvolver habilidades cognitivas importantes, tais como planejamento, auto-regulação, organização, memória de trabalho, controle inibitório e flexibilidade cognitiva [1, 2]. Este conjunto de habilidades cognitivas são chamadas funções executivas, as quais são um conjunto de habilidades responsáveis por regular e controlar o comportamento dos indivíduos, de modo a realizar tarefas do cotidiano e atingir objetivos específicos. Alguns autores definem essas habilidades como um termo guarda-chuva, formado por um conjunto de habilidades que são essenciais para gerenciar objetivos e tarefas [3, 4]. É sabido que as funções executivas são habilidades essenciais em diversos aspectos da vida dos indivíduos, que vão desde a saúde mental e transtornos do desenvolvimento cognitivo até as consequências na vida profissional e acadêmica dos sujeitos [5, 6].

A literatura apresenta vários modelos teóricos que buscam esclarecer a estrutura das funções executivas [5, 7, 8]. Diamond [5] considera como os componentes executivos centrais a Memória de Trabalho, Controle Inibitório e a Flexibilidade Cognitiva, os quais possibilitam o gerenciamento das tarefas cotidianas da rotina das crianças, e

formam a base para outras habilidades cognitivas mais complexas, como raciocínio, resolução de problemas e planejamento [5, 9]. O controle inibitório, principal foco do presente estudo, é um componente que permite ao indivíduo inibir comportamentos inapropriados ou irrelevantes, o que possibilita resistir a distrações e selecionar o estímulo relevante durante a execução de uma atividade. Sabe-se que déficits nesse componente executivo em indivíduos estão correlacionados ao Transtorno do Déficit de Atenção com Hiperatividade (TDAH) [10] e Transtorno do Espectro Autista (TEA) [11].

Dada a relevância dessas habilidades na infância, os pesquisadores têm se interessado em entender e propor intervenções que promovam e melhorem as funções executivas [12, 13, 14, 15, 16, 17]. Essas intervenções podem ocorrer em diversos contextos e envolver diferentes métodos, incluindo treinamento cognitivo computadorizado, jogos não-computadorizados e computadorizados, exercícios aeróbicos, artes marciais e *mindfulness*, bem como programas curriculares complementares [18]. Alguns estudos mostraram que esses programas são eficazes para crianças pré-escolares com desenvolvimento típico [17]. Entretanto, os benefícios desse tipo de intervenção ainda não estão bem estabelecidos, no que diz respeito ao efeito de transferência, assim como generalização de ganhos [19, 20]. Ainda, de acordo com [21], a importância da aproximação ecológica nas pesquisas e investigações com participantes dos estudos, como as crianças, é um fator importante. Esta aproximação ecológica leva em consideração as tarefas diárias que os indivíduos praticam, ou contexto e ambiente no qual estão inseridos e que, se não devidamente atendidos ou observados, podem levar a resultados imprecisos em avaliações ou intervenções focadas no desenvolvimento dos indivíduos.

A maioria dos programas computadorizados disponíveis na literatura tem por foco a estimulação da memória de trabalho [22]. Até onde se sabe, as intervenções que visam estimular o controle inibitório por meio de jogos digitais em intervenções escolares ainda são um tema de pesquisa emergente. Assim, no contexto do ambiente ecológico, este trabalho tem como foco estudos relacionados ao uso de jogos digitais voltados para a área das funções executivas, especificamente o controle inibitório, em aplicações com crianças no ambiente escolar.

Além de ajudar no desenvolvimento dos aspectos cognitivos dos indivíduos como característica principal, os jogos digitais permitem que os próprios jogadores participem ativamente de seu aprendizado, tornando esse processo mais agradável, interessante e motivador. Assim, proativamente, os jogadores estão envolvidos no próprio aprendizado através do jogo digital, no qual a interação com as informações disponíveis nele se torna possível [23]. Além disso, existe a utilização da tecnologia combinada com jogos digitais voltados à estimulação cognitiva, as quais constituem estratégias interativas nas salas de aula como um ambiente ecologicamente válido em busca de evidências e propostas inovadoras, dentro das discussões nos campos de pesquisa abordados.

Assim, a partir do mapeamento sistemático [24] de publicações recentes focadas na estimulação do controle inibitório envolvendo jogos digitais, ou aplicativos móveis, em intervenções escolares com crianças do Ensino Fundamental I, busca-se indicar lacunas, fornecer *insights* sobre a área focalizada e levantar sugestões para trabalhos futuros.

II. MÉTODO

Este trabalho utiliza como processo metodológico o mapeamento sistemático proposto por Petersen et al. [25], cuja execução consiste nas seguintes etapas: 1) definição das questões de pesquisa; 2) delimitação do processo de busca; 3) definição de critérios para filtragem dos resultados; e 4) classificação dos resultados para posterior análise. Considerando as publicações do último passo, foi adicionado uma variação do procedimento de *backward snowballing* [26]. A adição deste processo na busca ocorreu após a leitura completa dos artigos da busca automatizada, especificamente aqueles selecionados para análise, os quais compõem o conjunto inicial de artigos para o *backward snowballing*, que foi utilizado aqui para rastrear publicações que poderiam não ter sido encontradas na busca automatizada.

A. Questões de Pesquisa

O processo de pesquisa foi baseado em três tipos de questões – Questões Gerais (QG), Questões Focais (QF), e Questões de Evidências (QE), as quais foram categorizadas e definidas antes do processo de busca. São elas: QG1 - Como os jogos digitais para estimulação cognitiva eram aplicados nas crianças no ambiente escolar? QG2 - Qual tipo de plataforma foi usada nas aplicações de estimulação? QG3 - Os jogos digitais foram desenvolvidos no contexto de pesquisa acadêmica? QG4 - Que estratégias foram usadas para medir os resultados pretendidos? QF1 - As aplicações focam na estimulação do controle inibitório? QF2 - Os jogos digitais foram validados por especialistas para as aplicações voltadas para estimulação cognitiva? QE1 - Quais as evidências de estimulação nas publicações?

B. Processo de Busca

O processo utilizado para a definição das *strings* de busca automatizada baseou-se no uso de palavras chave específicas, separadas conforme seu conjunto de interesse. Assim, buscou-se os seguintes grupos: tipo de produto tecnológico, tipo de aplicação ou intervenção escolar, faixa etária almejada e componente cognitivo específico. Este processo originou a seguinte string de busca:

("video game" OR "videogame" OR "mobile game" OR "mobile application") AND (school OR intervention OR

application OR "school intervention" OR "school program" OR "school curriculum" OR "neuropsychological intervention") AND (child OR children OR childhood) AND ("cognitive stimulation" OR "cognitive stimuli" OR "inhibitory control" OR inhibition)

A *string* de busca foi aplicada em 6 bases de dados, a saber: SCOPUS, Pubmed, IEEE Explore Digital Library, ACM Digital Library, Springer Link e Scielo; e incluíram trabalhos publicados entre 2014 e 2019. Destas, a PubMed destaca-se como base literária no contexto da saúde, enquanto as demais áreas foram inseridas na busca por serem referência na área da tecnologia ou por englobarem uma grande variedade de periódicos nas demais áreas.

C. Filtro de Resultados e Extração dos Dados

Foram delineados os seguintes Critérios de Inclusão (CI) para a realização da filtragem dos resultados encontrados nas buscas: CI1: trabalhos publicados nos últimos 6 anos (entre 2014 e 2019); CI2: envolve jogos digitais ou aplicativos móveis; CI3: o artigo é publicado na versão completa; CI4: artigo publicado em uma conferência, oficina ou periódico. Além disso, também foram definidos os seguintes Critérios de Exclusão (CE) para a segunda filtragem dos resultados das bases de dados: CE1: trabalhos duplicados; CE2: artigos que não abordem o controle inibitório ou processos cognitivos correlatos; CE3: artigos que não utilizem estratégias psicométricas quantitativas para verificação dos resultados; CE4: artigos que não realizam aplicações no ambiente escolar; CE5: trabalhos que não envolvam crianças entre 5 e 11 anos.

Adotou-se no processo de busca a *string* definida sobre os campos de título, abstract e *keywords* nas bases de dados. Por conseguinte, foram realizadas buscas com o singular e plural das palavras chave utilizadas na *string* entre as bases citadas, que resultaram nos achados de busca inicial. Após, aplicou-se os filtros CE1 e CE2, com objetivo de abordar trabalhos que focassem a investigação sobre o Controle Inibitório e processos cognitivos correlatos. A seguir, foi adotada a técnica de três passos de Keshav [27]: 1) leitura do título, abstract e introdução, passando por títulos de seções e subseções, elementos matemáticos (caso existam) e conclusões. Durante o primeiro passo, foram adicionados os demais CE3, CE4 e CE5, visto que eram aderentes a essa parte do processo, dada a leitura de todas as seções e subseções dos trabalhos; a seguir, 2) análise de figuras, diagramas ou ilustrações; e por fim, 3) a leitura completa do artigo. O processo de filtragem pode ser visualizado na Fig. 1, a qual demonstra a quantidade de trabalhos encontrados e as etapas de exclusão com os filtros estabelecidos anteriormente. Ainda, como parte da estratégia de busca, uma variante do procedimento de *backward snowballing* [26] foi empregada neste estudo, como um passo complementar a busca automatizada nas bases de dados. A seleção final da busca automatizada foi utilizada como conjunto inicial de publicações para o procedimento, onde as referências dos artigos selecionados na busca automatizada como candidatos para a primeira iteração. Assim, os mesmos critérios da busca automatizada foram utilizados para o procedimento de *backward snowballing* para determinar a inclusão das publicações nos processos de análise. As iterações resultantes deste procedimento não acarretaram em alterações ou inclusões de novos estudos.

	Busca Inicial	Crítérios Exclução CE1 e CE2	Resultados CE1 e CE2	Título, Abstract, Introdução + CE	Selecionados	Combinação	Leitura Completa	Artigos Selecionados
ACM Library	2	100,00%	0	n/a	n/a	3	00,00%	3
IEEE Explore	0	n/a	n/a	n/a	n/a			
Pubmed	24	83,33%	4	75,00%	1			
SCIELO	0	n/a	n/a	n/a	n/a			
SCOPUS	27	44,44%	15	100,00%	0			
Springer Link	588	92,51%	44	95,45%	2			
Total	641	90,17%	63	93,23%	3	3	00,00%	3

Fig. 1. Gráfico representativo do processo de filtragem de dados aplicado nos resultados da busca automatizada nos bancos de dados.

III. RESULTADOS

A busca automatizada nas bases de dados inicial encontrou um total de 641 publicações. Destas, a pré-seleção incluiu 63 publicações, por informar sobre a área temática, entre as quais a seleção final abrangeu 3 artigos. Este resultado se manteve após o procedimento de *backward snowballing*. Assim, o estudo teve como resultado os estudos de [28], [29] e [30].

A investigação de Li et al. [28] utilizou-se de plataformas como *Laptops* e *Tablets*. Além disso, teve por foco a estimulação do controle inibitório, com metodologia de intervenção em aplicações únicas, em um total de 3 experimentos com 2 grupos randomizados cada. O estudo utilizou como instrumentos psicométricos a Tarefa *Go-No-Go*, bem como um sistema de Espectroscopia Funcional em Infravermelho Próximo (*fNIRS*). A duração da aplicação teve aproximadamente 11 minutos, com um total de 161 ($n = 161$) participantes, sem especificação exata da separação dos participantes entre grupos. Já Ramos & Melo [29], utilizaram a plataforma *Tablet* para realização do estudo. O estudo teve por foco estimulação da Atenção nos participantes, em uma metodologia de intervenção quase-experimental, contando com 2 grupos randomizados. O estudo utilizou instrumentos psicométricos como Matrizes de Raven; Escala de Avaliação Autismo Infantil (*CARS*); teste de matemática, leitura e cópia. Por fim, a aplicação da intervenção se deu diariamente por 6 semanas, em um total de 15 minutos por sessão. Participaram do estudo 71 crianças ($n = 71$), separadas entre Grupo de Treino ($n = 30$) e Grupo Controle ($n = 41$). Por fim, o estudo de Spaniol et al. [30] utilizou-se da plataforma de computadores (PC), com foco na estimulação da atenção nos participantes. Com uma metodologia de intervenção com 2 grupos randomizados, Experimental e Controle Ativo, foi utilizado como instrumento psicométrico o Teste de Atenção: D2. As aplicações se deram duas vezes por semana, por dois meses, com duração de 45 minutos cada sessão. Participaram do estudo 15 crianças ($n = 15$), as quais foram divididas em Grupo de Treinamento CPAT ($n = 8$) e Grupo Controle ($n = 7$).

A seguir, serão abordadas as Questões Gerais (QG), Questões Focais (QF) e Questões de Evidências (QE) da pesquisa.

A. QG1 - Como os jogos digitais para estimulação cognitiva eram aplicados nas crianças no ambiente escolar?

Dentre os resultados encontrados, não houve um padrão de aplicação entre os estudos. Li et al. [28] realizaram um estudo com grupos de aplicação única durante dois dias, utilizando o jogo digital para dispositivos móveis, como *tablets* – “Dr. Panda no Espaço” – com um grupo experimental, e comparou os resultados com um grupo que visualizou o jogo digital gravado, em formato de vídeo, em *laptops* no dia seguinte. Os participantes do segundo grupo somente olhavam o vídeo, que mostravam as telas no jogo digital em formato de história, já que não podiam interagir com elas. Participaram desta investigação um total de 161 crianças, divididas entre 3 aplicações distintas. As aplicações variaram em quantidade de participantes, tendo sido 72, 19 e 72 sujeitos respectivamente, entre 4 e 7 anos de idade, todos randomizados para condição de espectador de vídeo ou jogador do jogo digital. Cada aplicação continha pequenas variações do método utilizado pelos autores, alternando entre tempo de utilização dos *laptops* e tipos de atividade jogadas/visualizadas do jogo digital (eventos narrativos do tipo fantasiosos ou mais realistas). Os participantes do estudo de Li et al. [28] realizaram pré e pós testes neuropsicológicos, e durante dois dos três experimentos utilizaram um sensor de Espectroscopia Funcional em infravermelho próximo (*fNIRS*) das regiões cerebrais para leitura das atividades neurais, sendo auxiliados pelos pesquisadores.

Enquanto isso, Ramos & Melo [29] realizaram um estudo quase-experimental, com frequência diária de 15 minutos de duração, no total de 6 semanas. Neste estudo, 71 participantes foram separados em Grupo Experimental ($n=30$), o qual utilizava a plataforma de treinamento com jogos digitais “Escola do Cérebro”, enquanto o Grupo de Controle ($n=41$) seguia suas tarefas diárias normalmente em sala de aula. Participaram da intervenção alunos entre 7 e 9 anos de idade, do segundo e terceiro anos escolares, tendo o Grupo Experimental sido auxiliado pelos pesquisadores. Todos os participantes passaram por testes pré e pós intervenção com um teste neuropsicológico de atenção, antes de entrarem nas condições experimental ou controle.

Já Spaniol et al. [30] conduziram uma investigação durante 8 semanas, 2 vezes por semana com duração de 45 minutos. Participaram do estudo 15 crianças de duas escolas

diferentes, com idade entre 7 e 10 anos. Os participantes realizaram testes pré intervenção, foram pareados entre idades cronológicas e cognitivas, gênero e inteligência, de acordo com as medidas de um dos testes. Posteriormente, os sujeitos foram aleatoriamente designados entre grupo experimental (n=8), o qual utiliza o programa de treinamento computadorizado com jogos digitais – *Computerized Progressive Attentional Training* (CPAT) – e grupo de controle ativo (n=7), cujo jogava os jogos de computador “*Plants vs. Zombies*”, “*Bejewelled 3*” e “*Pacman*” pelo mesmo período. Após a intervenção, os participantes passaram por pós testes neuropsicológicos, tendo sido auxiliados durante todo o programa pelos pesquisadores.

A divergência dos métodos aplicados conforma-se com investigações na área da neuropsicologia [9, 31], de que as aplicações na área da estimulação com utilização de softwares, como os jogos digitais, voltados para essa finalidade carecem de estudos e um padrão, tanto de aplicação, quanto de mensuração psicométrica para verificação dos resultados.

B. QG2 - Qual tipo de plataforma foi usada nas aplicações de estimulação?

O trabalho de Ramos & Melo [29] utilizou exclusivamente plataformas móveis (*tablets*) para a execução dos jogos durante as aplicações. Já Li et al. [28] optaram pelo uso misto de plataformas: *tablets* e *laptops*, para a realização das intervenções, visto que os autores os utilizam em 3 experimentos diferentes, com dois grupos: com *laptops* (visualização de vídeos) e com *tablets* (interação com toque de tela). Por fim, Spaniol et al. [30] utilizaram unicamente computadores para a uso dos jogos digitais pelos participantes, o qual faz parte de um protocolo de aplicação utilizado em estudos anteriores por parte dos investigadores.

C. QG3 - Os jogos digitais foram desenvolvidos no contexto de pesquisa acadêmica?

Dois estudos utilizaram jogos digitais desenvolvidos pela equipe de pesquisa para a finalidade de estimulação cognitiva. Ramos & Melo [29] utilizam o *software* de treinamento cognitivo com jogos digitais denominado Escola do Cérebro® (*Brain School*), no formato de plataforma de treinamento cognitivo por meio de 5 jogos digitais, com feedback para os jogadores sobre seu desempenho e performance. O Escola do Cérebro armazena o tempo, velocidade, estabilidade e precisão dos jogadores para calcular o desempenho em três habilidades cognitivas dos jogadores: atenção, resolução de problemas e memória de trabalho. A investigação realizada pelos autores Ramos & Melo [29] teve por foco a aplicação no contexto escolar, com crianças entre 7 e 9 anos com desenvolvimento típico.

Já Spaniol et al. [30] utilizaram o programa denominado *Computerised Progressive Attentional Training* (CPAT), desenvolvido por um dos autores [32] no contexto de pesquisa, exclusivamente como um programa de treinamento, por meio de atividades no formato de jogos digitais, em crianças com desenvolvimento típico. No estudo realizado por Spaniol et al. [30], o objetivo foi descobrir se o programa de treinamento com jogos digitais poderia ser utilizado na população de crianças com TEA, como um programa de treinamento para este público, bem como sua capacidade de transferência para habilidades não treinadas e cognição. Este *software* de treinamento com jogos digitais possui três tipos de atividade em formato de minijogos, focados em atenção sustentada, atenção seletivo-espacial ou

atenção executiva. Cada atividade é baseada em tarefas da área da neuropsicologia, porém adaptadas para uma estética de jogos digitais no formato 2D, voltados para utilização pelo público infantil entre 6 e 13 anos.

Por fim, Li et al. [28] utilizaram o jogo digital educacional “Dr. Panda no Espaço” (*Dr. Panda in Space*), um jogo mobile comercial com temática fantástica para o público infantil, desenvolvido por uma empresa chinesa de jogos digitais não relacionada ao contexto acadêmico, disponível para venda nas lojas de aplicativos para dispositivos móveis. Este jogo digital é ambientado em uma temática fantástica espacial, no qual o jogador interage com diversos animais em 3D, com aventuras voltadas para o desenvolvimento infantil através de atividades no formato de contação de histórias. O jogo digital não possui limites de tempo, regras ou pontuação, e seu propósito é permitir às crianças se aventurar em histórias e interagir com as a narrativa, assim como com os personagens, para finalizar os contos no formato de mini capítulos. Embora o jogo digital não tenha sido desenvolvido dentro do contexto de pesquisa acadêmica, o estudo acadêmico com a utilização do jogo para fins de avaliação neuropsicológica foi realizado no contexto escolar com crianças com desenvolvimento típico em busca de evidências.

D. QG4 - Que estratégias foram usadas para medir os resultados pretendidos?

Quanto as estratégias para medição psicométrica dos participantes das investigações, os trabalhos apresentaram diferentes abordagens. Li et al. [28] realizaram uma investigação com uma estratégia dupla para mensuração dos resultados da intervenção, aplicando Tarefa *Go-No-Go* [33], em conjunto de um equipamento/sistema multicanal de *fNIRS* (LABNIRS), voltado Espectroscopia Funcional em infravermelho próximo das regiões cerebrais. No estudo de Spaniol et al. [30], utilizou-se de uma bateria de testes pré-pós, que incluíam um teste de inteligência Matrizes Progressivas Computadorizadas – MPC [34], testes acadêmicos de matemática, leitura e cópia, assim como um teste de Escala de Avaliação Autismo Infantil (*Childhood Autism Rating Scale – CARS*) [35]. Além disso, foram realizadas entrevistas semiestruturadas com os professores e assistentes de professores para obter suas leituras sobre da performance dos participantes. Ramos & Melo [29] optam por um teste específico voltado para a mensuração da atenção dos participantes do estudo, o Teste de Atenção: D2 [36], em que os participantes precisam observar uma página com vários estímulos alvo e distratores, no qual devem ser marcados somente os primeiros.

E. QF1 - As aplicações focam na estimulação do controle inibitório?

Entre os resultados encontrados, Li et al. [28] buscou exclusivamente a estimulação/treinamento do controle inibitório dos participantes da pesquisa. Já Spaniol et al. [30] e Ramos & Melo [29] investigaram os efeitos sobre a atenção em suas diversas capacidades cognitivas, focando nos processos cognitivos correlatos e indiretamente o controle inibitório, mas não no componente em si.

F. QF2 - Os jogos digitais foram validados por especialistas para as aplicações voltadas para estimulação cognitiva?

O estudo de Spaniol et al. [30] utilizou-se de um jogo validado por especialistas, visto que se tratava de um

programa de estimulação cognitiva para aplicação no formato de protocolo. Já Ramos & Melo [29] utilizaram um jogo digital validado e avaliado com o público alvo e professores, enquanto em Li et al. [28] usou um jogo digital educacional comercial, sem evidências científicas anteriores ao estudo realizado pelos pesquisadores da sua capacidade de estimulação cognitiva.

G. QEI - Quais as evidências de estimulação nas publicações?

A investigação de Li et al. [28] realizou três experimentos diferentes, conforme mencionado no QG1: pequenas variações de duração nas aplicações (de 15 para 11 minutos, ou menos, e vice-versa) e tipo de atividade do jogo digital jogado ou visualizado (eventos narrativos mais realísticos ou mais fantásticos). O experimento 1 (n=72) encontrou evidências de que as crianças na condição de espectadores performaram pior em resposta de sensibilidade entre o pré e pós testes da tarefa *Go-No-Go* após ver eventos fantásticos do que as crianças em condição de jogador, as quais perceberam as mesmas atividades como mais realísticas devido a interação com estes eventos. Este experimento foi realizado no ambiente escolar.

Já no experimento 2 (n=17), Li et al. [28] observaram as mesmas evidências com piora na resposta de sensibilidade para a condição de espectador, considerando uma pequena mudança em duração (de 11 minutos no experimento anterior para 5 minutos de vídeo), mudanças na tarefa *Go-No-Go* (de 64 tentativas para 40 tentativas) e também com uso do sistema *fNIRS* multicanal nos participantes durante o experimento. Dados do *fNIRS* sugeriram que a resposta de sensibilidade das crianças era significativamente menor após a visualização de eventos fantásticos devido à alta demanda de processamento cognitivo quando comparado a interação por toque de tela com os mesmos eventos em crianças na condição de jogador. Este experimento ocorreu em ambiente laboratorial.

No experimento 3 (n=72), Li et al. [28] utilizaram o mesmo planejamento de duração e de tarefa *Go-No-Go* que o experimento 2, com exceção de que desta vez, os eventos escolhidos pelos pesquisadores eram considerados mais realísticos do que aqueles utilizados nos dois experimentos anteriores. Ambos resultados dos grupos indicaram um aumento no controle inibitório dos participantes no pós teste deste experimento. Contudo, os autores não mencionam se este experimento foi realizado no ambiente escolar ou laboratorial. Por fim, a investigação de Li et al. [28] sugeriu que a visualização de eventos fantásticos pode ter produzido efeitos negativos no controle inibitório quando comparado à interação por toque de tela em plataformas móveis (*tablets*) com os mesmos eventos na condição de jogador, devido a sensação de realismo propiciada pela interação pelo toque.

O estudo de Ramos & Melo [29] encontrou evidências de que o grupo de treinamento (n = 30) demonstrou maiores benefícios entre o pré e pós testes atencionais - *raw score* e *score* total – em comparação ao grupo controle (n = 41). Entretanto, os autores relatam que não houve efeitos significativos em outras variáveis do Teste de Atenção 2D.

Finalmente, a investigação de Spaniol et al. [30] encontrou evidências de melhorias nos testes acadêmicos do grupo de treinamento CPAT, como matemática, compreensão de leitura e velocidade de cópia. Além disso, a avaliação cognitiva não-verbal (*Raven MPC*) apresentou melhorias para o grupo de treinamento. De acordo com os autores, estes achados eram significativos ou aproximavam-

se ao significativo no nível ANOVA. Por fim, todos os níveis de efeito simples foram significativos, e a análise do índice de mudança confiável (*Reliable Change Indices - RCI*) também demonstrou melhorias para a maioria dos participantes do grupo de treinamento.

IV. DISCUSSÃO

Este trabalho buscou por investigações recentes que utilizaram jogos digitais ou aplicativos móveis com foco na estimulação do controle inibitório em crianças em intervenções no ambiente escolar, entre 2014 e 2019. Além disso, este trabalho também observou as metodologias empregadas e a mensuração dos efeitos neuropsicológicos em intervenções escolares. Assim, baseado na busca automatizada em seis bases de dados conhecidas no contexto acadêmico, constatou-se que poucos dos estudos investigados buscaram por evidências com validade ecológica, considerando o ambiente escolar, para a estimulação cognitiva dos participantes dos estudos.

De um total de 641 artigos encontrados na busca inicial com a *string* previamente definida, apenas 3 dos resultados encaixaram-se nos critérios estabelecidos *a priori*, mesmo após a utilização da variação de *backward snowballing* como estratégia de busca complementar. Pode-se inferir que esta investigação obteve um baixo número de resultados devido a seleção final, corroborando a premissa de estudos emergentes. Neste contexto, uma revisão sistemática de literatura feita por Diamond & Ling [37] focou em programas para funções executivas com evidências de efetividade neuropsicológica em geral, e encontraram 179 estudos no total. Embora a investigação mencionada não fosse voltada especificamente para crianças, ou jogos digitais, os autores relataram 9 estudos para a faixa etária e contexto de evidências de funções executivas. Contudo, os autores não descreveram nenhum estudo com jogos computadorizados, considerando os parâmetros utilizados neste presente estudo, tais como jogos digitais, foco em evidências no controle inibitório ou processos cognitivos correlatos em crianças (de 5 a 11 anos) em intervenções no ambiente escolar. Esta constatação também indica a especificidade deste assunto no campo da neuropsicologia e, além disso, traz para a discussão esta área de pesquisa emergente.

O interesse de Ramos & Melo [29] e Spaniol et al. [30] na investigação no ambiente escolar com crianças também é voltado para o campo específico referido, e mencionam que maiores investigações deveriam ser realizadas neste contexto. Ambos estudos indicam uma lacuna no campo de estimulação para aspectos atencionais das funções executivas, em um contexto que se relacione com o cotidiano dos participantes, no caso, as crianças no ambiente escolar.

Acerca da seleção final das bases de dados, os estudos encontrados eram voltados para crianças com desenvolvimento típico [28, 29], bem como para espectro autista [30]. Os estudos contaram com aplicações no contexto escolar para evidenciar as capacidades de estimulação cognitivas dos jogos digitais.

Salienta-se, ainda, uma questão encontrada dentre os trabalhos selecionados, especificamente na QF2, a qual versa sobre a validação dos jogos digitais encontrados nesta busca. Nesse contexto, observou-se que dos 3 jogos digitais, um foi validado e avaliado em conjunto de especialistas da área da neuropsicologia sobre suas atividades de estimulação, é o caso de Spaniol et al. [30]. Já Ramos & Melo [29] utilizaram um jogo validado e avaliado com o público alvo e

professores, enquanto que Li et al. [28] utilizam um jogo comercial não validado no contexto de pesquisa acadêmica. Duas questões podem ser levantadas: 1) do ponto de vista dos processos de desenvolvimento de *software*, como é o caso dos jogos digitais, é especialmente importante a interação entre a ferramenta, ou jogo digital, e o público alvo. Este tipo de desenvolvimento centrado no usuário pode suscitar questões com potencial de interferir diretamente na experiência do jogador, bem como seu engajamento, portanto afetando diretamente a mensuração dos resultados de intervenções com uso de tais jogos; e, 2) é igualmente importante a validação e avaliação da ferramenta, ou jogo digital, por demais especialistas da área de investigação. Este tipo de avaliação da ferramenta, ou jogo digital, gera maior segurança para as pesquisas em torno deste, assim como para os participantes. Este assunto é abordado pelo *Institute of Digital Media* [38], na qual um conjunto de autores oriundos de diversas áreas afirmam a necessidade e fazem um chamado por uma maior colaboração entre game designers, profissionais da saúde e do comportamento para que técnicas de mudanças comportamentais nas aplicações, baseadas em evidências, sejam garantidas.

Considera-se que este trabalho tenha os seguintes pontos fortes: 1) indícios iniciais de que trabalhos na área de investigação com uso de jogos digitais voltados para crianças com aplicações em ambientes ecológicos, especificamente no escolar, ainda são incipientes; 2) os trabalhos que menos apresentaram resultados nas buscas eram especificamente com crianças, na faixa etária entre 5 e 11 anos de idade. Pode-se também destacar limitações deste processo de investigação: 1) Buscou-se a *string*, com variações para singular e plural das palavras chave, nas 6 bases de dados, de modo que não se realizou uma *string* específica para as características de cada área temática, o que pode ter interferido em trabalhos encontrados em indexadores de áreas específicas – como palavras chave voltadas especificamente para buscar investigações na área da educação física, por exemplo. 2) Pela especificidade desta investigação, trabalhos que abordavam jogos digitais com pesquisas ainda em desenvolvimento, devido a não estarem na fase de intervenção, não foram selecionados. Assim, considera-se importante uma investigação com jogos voltados para a estimulação do controle inibitório em contexto geral, visto que a fase de intervenção e avaliação neuropsicológica com o uso desse tipo de jogo digital é feito quando ele já encontra-se finalizado, do ponto de vista de seu processo de construção, desenvolvimento e avaliação por especialistas.

Por fim, pôde-se identificar nesta investigação uma lacuna na área de jogos digitais voltados para a estimulação do controle inibitório, focadas em crianças no contexto escolar. Assim, dentro dos últimos 6 anos, foram resultantes desta pesquisa 3 trabalhos nas seis bases designadas cujo atenderam aos critérios estabelecidos que, resumidamente: envolvem jogos digitais; abordam o controle inibitório ou processos correlatos; utilizam estratégias psicométricas quantitativas para verificação de resultados; envolvem crianças dentro do ambiente escolar. Portanto, a partir dos pontos abordados na presente investigação, como trabalhos futuros, pretende-se unir estes critérios e realizar uma intervenção neuropsicológica escolar utilizando-se um jogo digital em *smartphones* para descobrir seu efeito e efetividade neste público. Dessa forma, almeja-se contribuir com a discussão acerca de intervenções com o uso de jogos

digitais em ambientes ecológicos para aplicação e mensuração dos resultados cognitivos nos participantes.

AGRADECIMENTOS

O presente trabalho foi realizado com apoio da Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior – Brasil (CAPES) – Código de Financiamento 001. Os autores também agradecem ao Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico (CNPQ) e a Universidade Feevale pelo apoio e suporte para esta pesquisa.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- [1] Center on the Developing Child at Harvard University, “Building the Brain’s “Air Traffic Control” System: How Early Experiences Shape the Development of Executive Function”, Working Paper No. 11, 2011. Retrieved from: www.developingchild.harvard.edu.
- [2] C. Hughes, “Changes and Challenges in 20 Years of Research into the Development of Executive Functions,” *Infant & Child Development*, vol. 20, pp. 251-271, 2011.
- [3] R. Chan, D. Shum, T. Touloupoulou, e E. Chen, “Assessment of executive functions: Review of instruments and identification of critical issues,” *Arch. of Clin. Neuropsychol.*, vol. 23, pp. 201–216, 2008.
- [4] U. Müller, P. Zelazo, L. Lurye, e D. Liebermann, “The effect of labeling on preschool children’s performance in the Dimensional Change Card Sort Task,” *Cog. Dev.*, vol. 2 pp.3, 395–408, 2008.
- [5] A. Diamond, “Executive functions,” *An. Rev. of Psych.*, vol. 64, pp. 135 – 168, 2013. doi: 10.1146/annurev-psych-113011-143750
- [6] A. Tourinho, C. Bonfim, e L. Alves, “Games, TDAH e Funções Executivas: Uma Revisão da Literatura,” in *Proceedings of XV SBGames*, São Paulo, pp. 872 – 879, 2016.
- [7] J. Fisk, e C. Sharp, “Age-related impairment in executive functioning: Updating, inhibition, shifting, and access,” *J. of Clin. and Experim. Neuropsychol.*, vol. 26 (7), pp. 874-890, 2004.
- [8] A. Miyake et al, “The unity and diversity of executive functions and their contributions to complex ‘frontal lobe’ tasks: a latent variable analysis,” *Cog. Psychol.*, vol. 41, pp. 49–100, 2000.
- [9] A. Diamond, e D. Ling, “Conclusions about interventions, programs, and approaches for improving executive functions that appear justified and those that, despite much hype, do not,” *Dev. Cog. Neurosci.*, vol. 18, pp. 34 – 48, 2016. doi: 10.1016/j.dcn.2015.11.005
- [10] W. Fosco et al, “Inhibitory control and information processing in ADHD: Comparing the dual task and performance adjustment hypotheses,” *J. of Abnorm. Child Psychol.*, vol. 47(6), pp. 961-974, 2019.
- [11] S. Christ, D. Holt, D. White, e L. Green. “Inhibitory control in children with autism spectrum disorder,” *J. of Aut. and Dev. Dis.*, vol. 37(6), pp. 1155 - 1165, 2007.
- [12] W. Barnett et al, “Educational effects of the tool of the mind curriculum: A randomized trial,” *Early Childh. Res. Quarterly*, vol. 23, pp. 299–313, 2008.
- [13] C. Cardoso, A. Seabra, C. Gomes, e R. Fonseca, “Program for the Neuropsychological Stimulation of Cognition in Students: Impact, Effectiveness, and Transfer Effects on Student Cognitive Performance,” *Front. in Psychol.*, vol. 10, 2019. <https://doi.org/10.3389/fpsyg.2019.01784>
- [14] N. Dias, e A. Seabra, “Is it possible to promote executive functions in preschoolers? A case study in Brazil,” *Int. J. of Child Care and Ed. Policy*, vol. 9(6), 2015.
- [15] T. Klingberg et al, “Computerized training of working memory in children with ADHD - A randomized, controlled trial,” *J. of American Acad. Child Adol. Psychol.*, vol. 44 (2), pp. 177-186, 2005.
- [16] A. Mackey, S. Hill, S. Stone, e S. Bunge, “Differential effects of reasoning and speed training in children,” *Dev. Sci.*, vol. 14(3), pp. 582 – 90, 2011.
- [17] L. Thorell et al, “Training and transfer effects of executive functions in preschool children,” *Dev. Sci.*, vol. 12 (1), pp. 106–13, 2009.
- [18] A. Diamond, e K. Lee, “Interventions shown to aid Executive Function development in children 4 to 12 years old,” *Sci.*, vol. 333, pp. 959 – 964, 2011. doi: 10.1126/science.1204529

- [19] M. Melby-Lervåg, e C. Hulme, “Is working memory training effective? A meta-analytic review,” *Dev. Psych.*, vol. 49 (2), pp. 270–291, 2013.
- [20] A. Diamond, e D. Ling, “Conclusions about Interventions, Programs, and Approaches for Improving Executive Functions that appear Justified and those that, despite much hype, do not,” *Dev. Cog. Neurosci.*, vol. 18, pp. 34–48, 2015.
- [21] U. Bronfenbrenner, “A ecologia social do desenvolvimento humano,” in *Bioecologia do Desenvolvimento Humano: Tornando os Seres Humanos mais Humanos*, Koller, S. Org. Porto Alegre: Artmed, 2012, pp. 65 - 78.
- [22] C. Cardoso et al, “Neuropsychological stimulation of executive functions in children with typical development: a systematic review,” *Appl. Neuropsych.: Child*, vol. 7 (1), pp. 61-81, 2018. doi: 10.1080/21622965.2016.1241950
- [23] D. Lieberman, “What can we learn from playing interactive games,” in *Playing video games: Motives, responses, and consequences*, P. Vorderer, & J. Bryant, Eds. New York, NY: Routledge, 2006, pp. 379 – 397. doi: 10.4324/9780203873700
- [24] C. Perryman, “Mapping studies.” *J. of the Med. Lib. Assoc.: JMLA*, vol. 104(1), 2016.
- [25] K. Petersen, S. Vakkalanka, e L. Kuzniarz, “Guidelines for Conducting Systematic Mapping Studies in Software Engineering: An update,” *Inf. and Soft. Tech.*, vol. 64, pp. 1 – 18, 2015. doi: 10.1016/j.infsof.2015.03.007
- [26] C. Wohlin, “Guidelines for snowballing in systematic literature studies and a replication in software engineering,” in *Proceedings of the 18th International Conference on Evaluation and Assessment in Software Engineering*, pp. 1-10, 2014.
- [27] S. Keshav, “How to Read a Paper,” *ACM SIGCOMM Comp. Com. Rev.*, vol. 37(3), pp. 83 – 84, 2007. doi: <https://doi.org/10.1145/1273445.1273458>
- [28] H. Li et al, “Viewing Fantastical Events Versus Touching Fantastical Events: short-term effects on children’s inhibitory control,” *Child Dev.*, vol. 89 (1), pp. 48–57, 2018. doi:10.1111/cdev.12820. Available at: <https://srcd.onlinelibrary.wiley.com/doi/pdf/10.1111/cdev.12820>
- [29] D. Ramos, e H. Melo, “Can digital games in school improve attention? A study of Brazilian Elementary School Students,” *J. of Comp. in Ed.*, vol. 6 (1), pp. 5 – 19, 2019. doi: 10.1007/s40692-018-0111-3. Available at: <https://link.springer.com/article/10.1007%2Fs40692-018-0111-3>
- [30] M. Spaniol, L. Shalev, L. Kossyvakis, e C. Mevorach, “Attention training in autism as a potential approach to improving academic performance: a school-based pilot study,” *J. of Aut. and Dev. Dis.*, vol. 48, pp. 592 – 610, 2018. doi: 10.1007/s10803-017-3371-2. Retrieved from: <https://link.springer.com/article/10.1007/s10803-017-3371-2>
- [31] M. Mansur-Alves, e R. Saldanha-Silva, “Does Working Memory Training Promote Changes in Fluid Intelligence?,” *Temas em Psic.*, vol. 25, pp. 787-807, 2017. doi: 10.9788/TP2017.2-19En
- [32] L. Shalev, Y. Tsal, e C. Mevorach, “Computerized progressive attentional training (CPAT) program: Effective direct intervention for children with ADHD,” *Child Neuropsych.*, vol. 13, pp. 382 – 388, 2007. doi: 10.1080/09297040600770787
- [33] S. Wiebe, T. Sheffield, K. Espy, “Separating the fish from the sharks: A longitudinal study of preschool response inhibition,” *Child Dev.*, vol. 83, pp. 1245 – 1261, 2012. doi: 10.1111/j.1467-8624.2012.01765.x
- [34] J. Raven, J. C. Raven, e J. Court, “Raven’s Educational: Coloured Progressive Matrices and Crichton Vocabulary Scale Manual,” London: NCS Pearson, 2008.
- [35] E. Schopler, R. Reichler, R. DeVellis, e K. Daly, “Toward Objective Classification of Childhood Autism: Childhood Autism Rating Scale (CARS),” *J. of Aut. and Dev. Dis.*, vol. 10, pp. 91–103, 1980. doi: 10.1007/bf02408436
- [36] R. Araújo, “Standardization, validity and reliability studies of d2-R Concentrated Attention Test,” *Tese de Doutorado, USP, Brasil*, 2016. Retrieved from <https://www.teses.usp.br/teses/disponiveis/47/47131/tde-26092016-145549/pt-br.php>
- [37] A. Diamond, e D. Ling, “Review of the evidence on, and fundamental questions about, efforts to improve executive functions, including working memory” in *Cognitive and working memory training: Perspectives from psychology, neuroscience, and human development*, J. Novick, M.F. Bunting, M.R. Dougherty & R. W. Engle, Eds. New York, NY: Oxford University Press, 2020, pp. 143 – 431.
- [38] Institute of Digital Media and Child Development Working Group on Games for Health, et al. “Games for health for children – Current status and needed research,” *Games for Health Journal*, vol. 5 (1), pp. 1 – 12, 2016.