

**UNIVERSIDADE FEDERAL DO RIO GRANDE DO SUL
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM
INFORMÁTICA NA EDUCAÇÃO (PPGIE)**

João Batista Mossmann

**EXERGAMES COMO MEDIADORES DA
ESTIMULAÇÃO DE COMPONENTES DAS FUNÇÕES
EXECUTIVAS EM CRIANÇAS DO ENSINO
FUNDAMENTAL I**

Porto Alegre

2018

João Batista Mossmann

**EXERGAMES COMO MEDIADORES DA
ESTIMULAÇÃO DE COMPONENTES DAS FUNÇÕES
EXECUTIVAS EM CRIANÇAS DO ENSINO
FUNDAMENTAL I**

Tese submetida ao Programa de Pós-Graduação em Informática na Educação (PGIE) para a obtenção do Grau de Doutor em Informática na Educação.

Orientador: Prof. Dr. Eliseo Berni Reategui

Coorientadora: Prof. Dra. Rochele Paz Fonseca

Porto Alegre

2018

CIP - Catalogação na Publicação

Mossmann, João Batista
Exergames Como Mediadores Da Estimulação De
Componentes Das Funções Executivas Em Crianças Do
Ensino Fundamental I / João Batista Mossmann. --
2018.

261 f.

Orientador: Eliseo Berni Reategui.

Coorientadora: Rochele Paz Fonseca.

Tese (Doutorado) -- Universidade Federal do Rio
Grande do Sul, Centro de Estudos Interdisciplinares
em Novas Tecnologias na Educação, Programa de Pós-
Graduação em Informática na Educação, Porto Alegre, BR-
RS, 2018.

1. Funções Executivas. 2. Intervenção
Neuropsicológica. 3. Estimulação Cognitiva. 4. Jogos
para Estimulação Cognitiva. 5. Controle Inibitório. I.
Reategui, Eliseo Berni, orient. II. Fonseca,
Rochele Paz, coorient. III. Título.



SERVIÇO PÚBLICO FEDERAL
UNIVERSIDADE FEDERAL DO RIO GRANDE DO SUL
CENTRO INTERDISCIPLINAR DE NOVAS TECNOLOGIAS NA EDUCAÇÃO
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM INFORMÁTICA NA EDUCAÇÃO

**ATA SOBRE A DEFESA DE TESE DE DOUTORADO
JOÃO BATISTA MOSSMANN**

Às treze horas e trinta minutos do dia vinte e dois de agosto de dois mil e dezoito, na sala 329 do PPGIE/CINTED, nesta Universidade, reuniu-se a Comissão de Avaliação, composta pelos Professores Doutores: Liane Margarida Rockenbach Tarouco, Gabriela Peretti Wagner e Lynn Rosalina Gama Alves, para a análise da defesa de Tese de Doutorado intitulada **“Exergames como Mediadores da Estimulação de Componentes das Funções Executivas em Crianças do Ensino Fundamental I”**, do doutorando do Programa de Pós-Graduação em Informática na Educação João Batista Mossmann, sob a orientação do Prof. Dr. Eliseo Berni Reategui.

A Banca, reunida, após a apresentação e arguição, emite o parecer abaixo assinalado.

- Considera a Tese aprovada
 sem alterações;
 sem alterações, com voto de louvor;
 e recomenda que sejam efetuadas as reformulações e atendidas as sugestões contidas nos pareceres individuais dos membros da Banca;
- Considera a Tese reprovada.

Considerações adicionais (a critério da Banca):

A banca considera o trabalho desenvolvido relevante e com uma contribuição significativa para a área. Destaca-se o esforço multidisciplinar e a apropriação de conhecimentos das áreas envolvidas.
As sugestões de qualificação do trabalho apresentadas pela banca ficam a critério dos orientadores (considerar as no todo ou em parte)

Prof. Dr. Eliseo Berni Reategui
Orientador

Prof.^a Dr.^a Rochele Paz Fonseca
Coorientadora

Prof.^a Dr.^a Liane Margarida Rockenbach Tarouco
PPGIE / UFRGS

Prof.^a Dr.^a Gabriela Peretti Wagner
PPG Psicologia e Saúde / UFCSPA

Prof.^a Dr.^a Lynn Rosalina Gama Alves
UFBA

"Caminhar é uma arte, porque, se caminhamos sempre acelerados, cansamo-nos e não podemos chegar ao fim, ao fim do caminho. Mas, se paramos e não caminhamos, também não chegamos ao fim. A arte de caminhar é precisamente fixar o horizonte, pensando para onde quero ir, mas é também suportar o cansaço do caminho."

(Papa Francisco)

AGRADECIMENTOS

Inicio meus agradecimentos citando meus orientadores, Professor Eliseo Berni Reategui e Professora Rochele Paz Fonseca. Seus ensinamentos, conhecimentos e experiência acadêmica foram muito importantes para meu crescimento pessoal e minha formação profissional, como pesquisador e professor.

Vou estender meus agradecimentos a Professora Débora Nice Ferrari Barbosa, que sempre apoiou a pesquisa e ajudou incansavelmente em cada etapa do trabalho. Agradeço também a Professora Marta Bez, minha orientadora nos tempos da graduação, mas a qual continua muito presente na minha vida, sempre me auxiliando. Agradeço a Professora Caroline de Oliveira Cardoso pela ajuda com a neuropsicologia.

À equipe de alunos, bolsistas de iniciação científica e todos que auxiliaram na pesquisa, muito obrigado pela dedicação e comprometimento com trabalho. Agradeço aos professores e funcionários do curso de Jogos Digitais, Laboratório de Objetos de Aprendizagem e do Curso de Ciência da Computação, da Universidade Feevale. Às instituições que abriram suas portas e apoiaram a aplicação dessa pesquisa e aos participantes. Vocês foram essenciais para a concretização deste trabalho, muito obrigado!

Gostaria de agradecer também a todos professores, colegas e funcionários do Programa de Pós-Graduação em Informática na Educação, da UFRGS. A contribuição de todos foi fundamental para minha formação. Agradeço aos colegas do GTech.Edu - Grupo de Pesquisa em Tecnologia Aplicada à Educação.

Agradeço à minha irmã Lisiane, ao Vanderlei, meus queridos sobrinhos e todos familiares que me apoiaram nas diferentes etapas da vida. Agradeço ao amor incondicional dos meus pais Gecy e Lírio, obrigado pelos seus ensinamentos e apoio. Sei que vocês fizeram do sonho dos seus filhos, seus próprios sonhos. Mãe, muito obrigado por todas vezes que me aconselhou. Nunca esquecerei da conhecida frase: "Filho, você precisa estudar sempre!". Pai, obrigado por ter me ensinado a ser "colorado".

Muito obrigado aos amigos, em especial aos meus padrinhos, pela

amizade, ajuda e apoio.

Por fim, um agradecimento todo especial à Vanessa, minha esposa, amiga e companheira, sempre presente em todas as horas. Obrigado por todo apoio, cumplicidade, amor, paciência e contribuição. Muito obrigado, por dividir a vida comigo!

RESUMO

A tese de doutorado intitulada “Exergames Como Mediadores Da Estimulação De Componentes Das Funções Executivas Em Crianças Do Ensino Fundamental I” possui como objetivo compreender de que maneira uma intervenção no ambiente escolar, por meio de um exergame para estimulação cognitiva, pode contribuir com o controle inibitório das Funções Executivas em crianças do Ensino Fundamental I. Neste sentido, foi desenvolvido um exergame para estimular as Funções Executivas, com ênfase no componente controle inibitório, em crianças dos anos iniciais, do Ensino Fundamental, no ambiente escolar. O jogo criado, intitulado de “As Incríveis Aventuras de Apollo e Rosetta no Espaço”, possui sete diferentes atividades lúdicas (*mini-games*) que possibilitam ao jogador lidar com eventos de controle inibitório. Cada atividade de estimulação possui uma curva de dificuldade associada para realizar a estimulação cognitiva e gerenciar um contínuo crescente de dificuldades executivas. O enredo do jogo comporta uma temática espacial e uma história especificamente elaborada para o público alvo. Após a etapa de avaliação preliminar dos constructos digitais desenvolvidos, foi executada uma intervenção neuropsicológica realizada no ambiente escolar. Assim, de uma amostra inicial de 18 crianças do Ensino Fundamental I, 13 participaram do estudo. Estas foram divididas em dois grupos: experimental e controle. O grupo experimental contou com 7 crianças e o controle com 6. Durante a intervenção as crianças participantes do grupo experimental, receberam a estimulação cognitiva e utilizaram o exergame, já o outro grupo permaneceu na condição controle. Os resultados indicam que o exergame permitiu ao jogador exercitar diferentes desafios e dificuldades regidos por regras. Assim, em um só momento ofertam para o jogador um desafio e os meios para superá-los, além de demonstrarem que, de forma geral, a correlação entre a performance e a dificuldade ocorreu de maneira significativa e positiva. Na comparação dos grupos, por meio de uma bateria de pré e pós-testes para avaliação neuropsicológica, não foram encontradas diferenças significativas. Utilizando as medidas de magnitude de efeito verificou-se que as variáveis medidas do componente alvo da estimulação apresentou magnitude de efeito moderado e grande. Na neuropsicologia o tamanho de efeito tem se tornado mais valorizado, principalmente em estudos de intervenção. Além disso, foi realizada uma análise quali-quantitativa que sintetiza e descreve elementos que indicam o desfecho positivo da estimulação das

funções executivas e do controle inibitório. A partir dos resultados da tese, propõem-se alguns direcionamentos para futuros estudos. Embora os resultados positivos com uma amostra reduzida, pode-se desenhar um experimento com um número maior de alunos no ambiente escolar, assim como com grupos clínicos que tenham dificuldades de controle inibitório.

Palavras-chave: Funções Executivas. Intervenção Neuropsicológica. Estimulação Cognitiva. Jogos para Estimulação Cognitiva. Controle Inibitório.

ABSTRACT

The doctoral thesis entitled "Exergames as Mediators of the Stimulation of Executive Functions Components in Primary School Children (Grades 1-5)" aims to understand how a school environment intervention, through an exergame for cognitive stimulation, can contribute to the inhibitory control of executive functions in primary school children. In this regard, an exergame was developed to stimulate the Executive Functions, with emphasis on the inhibitory control component in children of the initial years of Primary School, within the school environment. The produced game, entitled "The Incredible Adventures of Apollo and Rosetta in Space," has seven different playful activities (mini-games) that allow the player to deal with events of inhibitory control. Each stimulation activity has a corresponding difficulty curve in order to perform cognitive stimulation and manage a continuing increase of executive difficulties. The plot of the game is based on an outer space theme and has a story specifically designed for the target audience. After the preliminary evaluation of the created digital constructs, a neuropsychological intervention was performed in the school environment. Thus, of an initial sample of 18 children in Primary School, 13 ended participating in the study, which were divided into two groups: experimental and control. The experimental group contained 7 children while the control group contained 6. During the intervention, the children participating in the experimental group received cognitive stimulation and used the exergame, while the other group remained as control. The results indicate that the exergame allowed the player to practice different challenges and difficulties driven by rules. Hence, in a single moment, the player has been offered a challenge and ways to overcome it. In addition, it was shown that, in general, the correlation between performance and difficulty occurred in a significant and positive way. When groups were compared through a series of pretests and posttests for neuropsychological evaluation, no significant differences were found. Using the measures of the effect size it was verified that the measured variables of the target component of the stimulation presented magnitude of medium and large effect. The effect size has become more valued in neuropsychology, especially in intervention studies. In addition, a quali-quantitative analysis was performed that synthesizes and describes elements that indicate the positive outcome of the stimulation of executive functions and inhibitory control. From the

results of the thesis, some directions for future studies are proposed. Although the positive results with a reduced sample, an experiment could be designed with a larger number of students in the school environment, as well as with clinical groups that have difficulties in the inhibitory control.

Keywords: Executive Functions. Neuropsychological Intervention. Cognitive Stimulation. Games for Cognitive Stimulation. Inhibitory Control.

LISTA DE FIGURAS

Figura 1	Metodologia e etapas da investigação.....	53
Figura 2	Processo de desenvolvimento em espiral, adaptado de (BABA; TSCHANG, 2001).....	60
Figura 3	Exemplo de modelo que demonstra a jogabilidade de uma atividade.....	62
Figura 4	Comparação entre o conceito e a atividade finalizada...	63
Figura 5	Comparação entre um protótipo inicial e a atividade finalizada.....	63
Figura 6	Comparação entre um protótipo inicial e a atividade finalizada.....	64
Figura 7	Os três personagens principais: (A) Apollo, (B) Rosetta, (C) Mestre.....	69
Figura 8	Exemplo da Atividade 01 - Pulando Asteroides. (A) Demonstra uma ação correta do jogador. (B) Apresenta uma ação incorreta do jogador fora dos limites sorteados.	73
Figura 9	Exemplo da Atividade 01 - Pulando Asteroides. (A) Demonstra uma ação correta do jogador, mesmo com o distrator da cor sorteada. (B) Apresenta uma ação incorreta do jogador fora dos limites sorteados.	74
Figura 10	Representação da atividade - Pulando Asteroides.....	74
Figura 11	Exemplo da Atividade 02 – Decifrando Códigos. (A) Demonstra uma ação correta do jogador ao acertar o elemento sorteado. (B) Apresenta uma ação incorreta do jogador ao errar o elemento sorteado.	76
Figura 12	Exemplo da Atividade 02 – Decifrando Códigos. (A) Demonstra uma ação correta do jogador, quando ele acerta o alvo posicionado acima de sua cabeça, após a sonorização de uma palavra iniciando com a letra sorteada. (B) Apresenta um ação incorreta do jogador ao errar o elemento sorteado, após a sonorização de uma palavra iniciando com a letra sorteada.....	77
Figura 13	Representação da atividade - Decifrando Códigos.	78
Figura 14	Exemplo da Atividade 03 - Túnel Acelerador de Partículas. (A) Demonstra o jogador movendo-se e conduzindo o personagem para a direita. (B) Apresenta o jogador movendo-se para a direita e conduzindo o personagem para a esquerda, com a câmera	

invertida.	80
Figura 15 Representação da atividade - Túnel Acelerador de Partículas.....	81
Figura 16 Exemplo da Atividade 04 – Explorador. (A) Demonstra o jogador desviando de itens que não deve catalogar. (B) Apresenta o jogador, utilizando as mãos e pés para catalogar os itens.	82
Figura 17 Exemplo da Atividade 04 – Explorador. (A) Demonstra o jogador movendo-se para desviar de obstáculos. (B) Apresenta diferentes obstáculos que o jogador deve abaixar-se ou saltar para superá-los.	83
Figura 18 Representação da atividade - Explorador.....	84
Figura 19 Exemplo da Atividade 05 - Arte Galáctica. (A) Demonstra a posição do jogador em relação a tela. (B) Ilustra uma situação onde o jogador não deve acertar as cores brancas e pretas.....	85
Figura 20 Representação da atividade - Arte Galáctica.	85
Figura 21 Exemplo da Atividade 06 - Laboratório Estelar. (A) Demonstra a ação correta do jogador com o pé pressionando o elemento 4 – azul. (B) Apresenta uma ação incorreta do jogador onde ele erroneamente reproduz o movimento com o pé direito.	87
Figura 22 Representação da atividade - Laboratório Estelar.	88
Figura 23 Exemplo da Atividade 07 – Desafio dos Opostos Cósmicos. (A) Representa uma ordem proferida pelo busto azul. (B) Demonstra a ação correta do usuário.	90
Figura 24 Exemplo da Atividade 07 – Desafio dos Opostos Cósmicos. (A) Representa uma ordem proferida pelo busto vermelho. (B) Demonstra a ação incorreta do usuário.....	90
Figura 25 Representação da atividade - Desafio dos Opostos Cósmicos.....	91
Figura 26 Equilíbrio entre a habilidade do jogador e os desafio presente no jogo - adaptado, inspirado, em Schell (2015).	95
Figura 27 Exemplo de uma curva de dificuldade.	97
Figura 28 Gráfico representando a evolução de dificuldade do primeiro ciclo (9 níveis) do <i>mini-game</i> Desafio dos Opostos Cósmicos. É possível identificar o pico de dificuldade (nível 6) e em seguida as fases de descanso (níveis 7, 8 e 9).	101
Figura 29 Exibição das gravações. Câmeras e tela de jogabilidade.	102
Figura 30 Gráfico representando a diferença de dificuldade.....	104
Figura 31 Alterações no Pulando Asteroides - Análise de Juízes...	111

Figura 32 Alterações no Desafio dos Opostos - Análise de Juízes. .	112
Figura 33 Alterações no Explorador Espacial - Análise de Juízes. .	112
Figura 34 Organização da sala de aplicação do piloto.	114
Figura 35 Alterações no Explorador Espacial - Avaliação da Jogabilidade.	117
Figura 36 Alterações no Pulando Asteroides - Avaliação da Jogabilidade.	118
Figura 37 Fases da intervenção promovida na escola.	119
Figura 38 Avaliação da intervenção.	120
Figura 39 Primeira estratégia de aplicação no ambiente escolar. . .	128
Figura 40 Segunda estratégia de aplicação no ambiente escolar. . .	129
Figura 41 Álbum de figurinhas colecionáveis.	130
Figura 42 Carteirinhas lúdicas para identificar os participantes. . .	130
Figura 43 Fases, níveis, habilitados no <i>mini-game</i> - Pulando Asteroides.	131
Figura 44 Configuração da sala para aplicação do jogo.	133
Figura 45 Foto da sala de aula com os equipamentos configurados. .	133
Figura 46 <i>Boxplot</i> das variáveis de interesse em relação à performance - Sexo e Ano Escolar.	138
Figura 47 <i>Boxplot</i> das variáveis de interesse em relação à performance - <i>Mini-game</i> e Tipo de Fase.	139
Figura 48 <i>Boxplot</i> das variáveis de interesse em relação à performance - Idade.	139
Figura 49 Performance em relação à dificuldade - Arte Galáctica e Decifrando Códigos.	144
Figura 50 Performance em relação à dificuldade - Desafio dos Opostos Cósmicos e Explorador.	145
Figura 51 Performance em relação à dificuldade - Laboratório Estelar e Pulando Asteroides.	145
Figura 52 Performance em relação à dificuldade - Túnel Acelerador de Partículas.	145
Figura 53 Análise descritiva do sexo em relação ao sucesso.	148
Figura 54 Análise descritiva do ano escolar em relação ao sucesso. .	148
Figura 55 Análise descritiva do <i>mini-game</i> em relação ao sucesso. .	149
Figura 56 Análise descritiva do tipo de fase em relação ao sucesso. .	149
Figura 57 Análise descritiva da idade em relação ao sucesso.	150

Figura 58 Dificuldade em relação à probabilidade de sucesso para cada <i>mini-game</i> - Arte Galáctica e Decifrando Códigos.	151
Figura 59 Dificuldade em relação à probabilidade de sucesso para cada <i>mini-game</i> - Desafio dos Opostos Cósmicos e Explorador. ...	151
Figura 60 Dificuldade em relação à probabilidade de sucesso para cada <i>mini-game</i> - Laboratório Estelar e Pulando Asteroides.....	152
Figura 61 Dificuldade em relação à probabilidade de sucesso para cada <i>mini-game</i> - Túnel Acelerador de Partículas.....	152

LISTA DE TABELAS

Tabela 1	Palavras sonorizadas com três sílabas.	77
Tabela 2	Palavras sonorizadas com quatro sílabas.	77
Tabela 3	Distribuição inicial dos pesos para cada mecânica.	98
Tabela 4	Configuração inicial do nível 1, com seus respectivos pesos e valores.	99
Tabela 5	Configuração inicial do nível 6, com seus respectivos pesos e valores.	99
Tabela 6	Configuração inicial do primeiro ciclo, com seus respectivos pesos e valores.	100
Tabela 7	Configuração inicial do segundo ciclo, com seus respectivos pesos e valores.	101
Tabela 8	Configuração do primeiro ciclo, após os testes.	104
Tabela 9	Experiência dos participantes experts em formação continuada em neuropsicologia na primeira etapa da análise por juízes especialistas.	107
Tabela 10	Julgamento dos componentes das FE exercitados em cada uma das atividades.	108
Tabela 11	FE predominantes na atividade de acordo com os juízes.	108
Tabela 12	Concordância entre os juízes referentes - pergunta 1.	109
Tabela 13	Índice Kappa - concordância entre juízes na pergunta 1.	109
Tabela 14	Resposta dos juízes - pergunta 2 demonstrando 100% de concordância.	110
Tabela 15	Resposta dos juízes - pergunta 3 demonstrando 100% de concordância.	110
Tabela 16	Resumo da análise de concordância por pergunta.	110
Tabela 17	Equipe de participantes da aplicação do Exergame.	134
Tabela 18	Análise descritiva dos alunos.	136
Tabela 19	Análise descritiva da performance em relação às variáveis de interesse.	137
Tabela 20	Performance média do nível e das atividades.	141
Tabela 21	Correlação de Spearman entre a Performance e a Dificuldade para cada <i>mini-game</i>	143
Tabela 22	Análise descritiva das variáveis de interesse em relação ao sucesso.	146

Tabela 23 Regressão logística com efeitos mistos para a performance.....	154
Tabela 24 Comparação das variáveis caracterizadoras quantitativas entre os grupos.....	161
Tabela 25 Comparação das variáveis caracterizadoras qualitativas entre os grupos.....	161
Tabela 26 Comparação das variáveis caracterizadoras dos jogos entre os grupos.....	162
Tabela 27 Comparação dos hábitos de leitura e escrita dos responsáveis entre os grupos.....	162
Tabela 28 Comparação entre os grupos das variáveis de interesse na avaliação pré-intervenção.....	164
Tabela 29 Comparação entre os grupos das variáveis de interesse na avaliação pré-intervenção.....	165
Tabela 30 Comparação entre os grupos - Hayling, Raven e Fluência Verbal.....	167
Tabela 31 Comparação entre os grupos - Go No Go, Sinos e Dígitos.....	168
Tabela 32 Comparação entre os grupos - FDT.....	169
Tabela 33 Comparação da diferença média entre os grupos - Wisconsin e TDE.....	170
Tabela 34 Comparação da diferença média entre os grupos - BRIEF respondido pelos Pais.....	171
Tabela 35 Comparação entre os grupos - BRIEF respondido pelos Professores.....	172
Tabela 36 Comparação entre os grupos - SDQ.....	173
Tabela 37 Resultados e tamanho de efeito nas variáveis dos testes neuropsicológicos.....	175
Tabela 38 Resultados e tamanho de efeito nas variáveis dos questionários.....	176
Tabela 39 Avaliação da primeira analista.....	202
Tabela 40 Avaliação da segunda analista.....	203
Tabela 41 Avaliação de consenso entre as analistas.....	204
Tabela 42 Análise de Concordância - Categorias de Análise.....	218
Tabela 43 Análise descritiva das categorias de análise.....	220

LISTA DE QUADROS

Quadro 1 Primeira parte do diálogo introdutório do jogo As Incríveis Aventuras de Apollo e Rosetta no Espaço.....	70
Quadro 2 Segunda parte do diálogo introdutório do jogo As Incríveis Aventuras de Apollo e Rosetta no Espaço.....	71
Quadro 3 Diálogo de introdução do Pulando Asteroides.	75
Quadro 4 Diálogo de introdução do Decifrando Códigos.	79
Quadro 5 Diálogo de introdução do Túnel Acelerador de Partículas.	81
Quadro 6 Diálogo de introdução do Explorador.	84
Quadro 7 Diálogo de introdução da Arte Galáctica.	86
Quadro 8 Diálogo de introdução do Laboratório Estelar.	88
Quadro 9 Diálogo de introdução do Desafio dos Opostos Cósmicos.	91
Quadro 10 Perguntas da Pesquisa Semiestruturada Geral.	198
Quadro 11 Perguntas da Pesquisa Semiestruturada Individuais.	199

LISTA DE ABREVIATURAS E SIGLAS

TDHA	Transtorno de Déficit de Atenção e Hiperatividade	25
FE	Funções Executivas	28
RTS	Estratégia em Tempo Real	28
TCC	Teoria da Carga Cognitiva	43
GNCE	Grupo de Pesquisa Neuropsicologia Clínica e Experimental	52
TD	Dificuldade Total	97
WCST	Teste Wisconsin de Classificação de Cartas	124
FDT	<i>Five Digit Test</i>	124
TDE	Subteste Aritmética do Teste de Desempenho Escolar . .	124
SDQ	Questionário de Capacidades e Dificuldades	124
BRIEF	<i>Behavior Rating Inventory of Executive Function</i>	124

SUMÁRIO

1 INTRODUÇÃO	20
2 REFERENCIAL TEÓRICO	28
2.1 NEUROPSICOLOGIA DAS FUNÇÕES EXECUTIVAS	32
2.2 CONTROLE INIBITÓRIO	36
2.3 EXERGAMES	38
2.4 INTERVENÇÕES NEUROPSICOLÓGICAS INFORMATI- ZADAS	43
3 METODOLOGIA	52
4 JOGO PARA ESTIMULAR O CONTROLE INIBI- TÓRIO	58
4.1 COLETA DE REQUISITOS COM USUÁRIOS POTENCI- AIS DO JOGO	60
4.2 O PROCESSO DE DESENVOLVIMENTO DO JOGO	61
4.3 REQUISITOS	64
4.4 NARRATIVA	67
4.5 NARRATIVA PARA EXPLICAÇÃO DO CONTROLE INI- BITÓRIO	71
4.6 ATIVIDADES - <i>MINI-GAMES</i>	72
4.6.1 Atividade 01 - Pulando Asteroides	72
4.6.2 Atividade 02 - Decifrando Códigos	75
4.6.3 Atividade 03 - Túnel Acelerador de Partículas	79
4.6.4 Atividade 04 - Explorador	82
4.6.5 Atividade 05 - Arte Galáctica	84
4.6.6 Atividade 06 - Laboratório Estelar	86
4.6.7 Atividade 07 - Desafio dos Opostos Cósmicos	89
5 QUANTIFICAÇÃO DA CURVA DE DIFICULDA- DES NO JOGO DE ESTIMULAÇÃO COGNITIVA ..	93
5.1 MODELO DE QUANTIFICAÇÃO	94
5.2 APLICAÇÃO DO MODELO EM UMA ATIVIDADE DO EXERGAME	97
5.3 AVALIAÇÃO DA CURVA DE DIFICULDADE NO DECOR- RER DO PROCESSO DE DESENVOLVIMENTO	101
6 AVALIAÇÃO PRELIMINAR	106
6.1 ANÁLISE DE JUÍZES ESPECIALISTAS	106
6.2 RESULTADOS DA ANÁLISE DE JUÍZES ESPECIALISTAS	107
6.3 AVALIAÇÃO DA JOGABILIDADE	113
6.4 SESSÕES DE AVALIAÇÃO	114

6.5	RESULTADOS DA AVALIAÇÃO DA JOGABILIDADE	116
7	APLICAÇÃO DO EXERGAME EM AMBIENTE ES-	
	COLAR	119
7.1	MÉTODO	120
7.1.1	Participantes	120
7.1.2	Procedimentos e Instrumentos	122
7.1.2.1	Avaliação Neuropsicológica Pré e Pós-intervenção	122
7.1.2.2	Registros Coletados Durante o Exergame	125
7.1.2.3	Avaliação Quali-quantitativa	125
7.2	SISTEMATIZAÇÃO DA APLICAÇÃO DO EXERGAME	126
7.2.1	Sessões de Aplicação do Exergame	126
7.2.2	Equipe de Trabalho e Infraestrutura	131
8	ANÁLISE DA JOGABILIDADE	135
8.1	ANÁLISE EXPLORATÓRIA DA PERFORMANCE	136
8.2	ANÁLISE EXPLORATÓRIA DO SUCESSO	146
8.3	FATORES QUE EXERCEM INFLUÊNCIA SOBRE A PER-	
	FORMANCE	152
8.4	CONSIDERAÇÕES SOBRE A JOGABILIDADE	155
9	ANÁLISE DOS TESTES NEUROPSICOLÓGICOS	159
9.1	CARACTERIZAÇÃO DA AMOSTRA	160
9.2	LINHA DE BASE - DADOS PRÉ-INTERVENÇÃO	163
9.3	COMPARAÇÃO ENTRE OS DADOS PRÉ-INTERVENÇÃO	
	E PÓS-INTERVENÇÃO	165
9.4	DISCUSSÃO DOS RESULTADOS	176
10	ANÁLISE QUALI-QUANTITATIVA	194
10.1	ENTREVISTA SEMIESTRUTURADA	194
10.1.1	Preparação da Entrevista	195
10.1.2	Realização e Interpretação dos Dados da Entrevista	199
10.1.3	Sujeitos da Pesquisa	205
10.1.4	Percepções Gerais da Intervenção	212
10.1.5	Análise dos Resultados	217
10.2	CONSIDERAÇÕES SOBRE A APLICAÇÃO	221
11	DISCUSSÃO DOS RESULTADOS	223
12	CONSIDERAÇÕES FINAIS	229
	REFERÊNCIAS	234
	ANEXO A - Termo de Consentimento Livre e Esclarecido	254
	ANEXO B - Termo de Assentimento Livre e Esclarecido	258

1 INTRODUÇÃO

A tecnologia já faz parte do cotidiano educacional. Neste sentido, uma das tecnologias com atual destaque é a utilização de jogos digitais aplicados à educação. No contexto dos jogos digitais, existe uma classe denominada exergames ou jogos ativos. Neste tipo específico, o jogador controla as ações em um determinado jogo por meio dos seus movimentos corporais. Os exergames também são utilizados na sala de aula, tal como demonstrado em Finco et al. (2015), onde os jogos são utilizados como elementos motivadores para a aula de Educação Física. A atual tecnologia permite o desenvolvimento de exergames empregando diferentes tecnologias, tais como: plataformas específicas de dança ou equilíbrio, câmeras e dispositivos para o rastreamento de movimento, controles remotos com acelerômetros e bicicletas ergométricas (MECKBACH et al., 2013). Os movimentos corporais do jogador são interpretados como entrada e associados a comandos/significados específicos para o jogo. Assim, transforma-se o movimento no espaço físico em uma entrada no sistema computacional Finco et al. (2015), Finco e Maass (2014).

Os jogos também são empregados em investigações que buscam a estimulação cognitiva de pessoas, tal como o estudo de Thorell et al. (2009), que buscou investigar a estimulação cognitiva de crianças entre 4 e 5 anos, cuja idade é pré-escolar. No contexto nacional, o estudo conduzido na cidade de Belo Horizonte investigou a efetividade de um programa de estimulação cognitiva, estimulando a memória de trabalho de crianças em idade escolar (MANSUR-ALVES; FLORES-MENDOZA; TIERRA-CRIOLLO, 2013). Tais estudos, da área da neuropsicologia, referem-se à importância de exercitar e estimular certas habilidades, as quais regulam e controlam o comportamento humano visando objetivos específicos. Essas habilidades são denominadas funções executivas, podendo ser divididas em três componentes principais: 1 - controle de inibição, 2 - memória de trabalho e 3 - flexibilidade cognitiva (DIAMOND, 2013).

O presente estudo tem como tema central o desenvolvimento de um exergame, que foi aplicado por meio de uma intervenção no ambiente escolar, visando à estimulação das funções executivas em crianças do Ensino Fundamental I. O objetivo do projeto é desenvolver e verificar a efetividade de um jogo digital (exergame) para a estimulação do componente executivo de controle inibitório, tendo como base os pressupostos da neuropsicologia cognitiva, clínica, do desenvolvimento

e escolar. Adicionalmente, visa a investigar se há transferência para outros componentes executivos e cognitivos relacionados (atenção, linguagem e aprendizagem). Por fim, objetivou-se, ainda, caracterizar a curva de aprendizagem em cada tarefa do jogo.

O projeto foi desenvolvido em colaboração no PGIE - Programa de Pós-Graduação em Informática na Educação da UFRGS, em parceria com o Grupo Neuropsicologia Clínica e Experimental (GNCE), do Programa de Pós-Graduação em Psicologia (Cognição Humana), da Pontifícia Universidade Católica do Rio Grande do Sul (PUCRS) e com a Universidade Feevale, através dos cursos de Ciência da Computação e Jogos Digitais. A união de esforços entre estas instituições possibilitou o aporte técnico e teórico necessário para a concretização do projeto.

No contexto do estudo das funções executivas, conforme destacado por Meltzer (2010), os estudos relacionados à elas eram de domínio dos neurologistas e neuropsicólogos, destacando principalmente sua importância no controle dos processos cognitivos e comportamentais afetados por elas. Contudo, nos últimos anos, os educadores reconheceram a importância das funções executivas para o desempenho educacional. Isso ocorreu devido a investigações que examinam o motivo pelo qual tantos estudantes não conseguem desenvolver seu potencial durante as atividades escolares. Esses estudos demonstram que deficiências relacionadas às funções executivas estão frequentemente associadas à dificuldades acadêmicas.

As crianças desenvolvem habilidades relacionadas às funções executivas desde os primeiros anos de vida, passando pela infância até a vida adulta. Atualmente, sabe-se que é possível ajudar as crianças a desenvolver e aperfeiçoar as habilidades executivas através de tarefas lúdicas que trabalham raciocínio, planejamento e controle inibitório. Estudos mostram que um nível adequado de funcionamento das funções executivas está conectado a uma maior competência escolar na primeira infância (CARLSON; MOSES; CLAXTON, 2004; DIAMOND, 2012; HUGHES; ENSOR, 2007; CARDOSO, 2017), sendo que essas habilidades podem servir como um meio para a obtenção do sucesso relacionado à leitura, escrita e matemática (BULL; ESPY; WIEBE, 2008; CHRISTOPHER et al., 2012; MONETTE; BIGRAS; GUAY, 2011; TOLL et al., 2011; WELSH et al., 2010; CARDOSO, 2017).

Adicionalmente, sabe-se das dificuldades e carências relacionadas à educação no atual cenário brasileiro. Os problemas se tornam evidentes nos resultados decorrentes de avaliações realizadas com os alunos em escolas no âmbito nacional. Conforme dados do Anuário

Brasileiro da Educação Básica¹, edição de 2017, existem ainda hoje, fora do Ensino Fundamental, cerca de 430 mil crianças e adolescentes, com idade entre 6 e 14 anos. O anuário também demonstra o Indicador de Alfabetismo Funcional (Inaf), o qual aponta que cerca de 73% da população brasileira pode ser considerada funcionalmente alfabetizada. Entretanto, só 8% é proficiente, capaz de interpretar tabelas, gráficos e realizar produções textuais de diferentes tipos.

O mesmo anuário consolida e apresenta os dados do Índice de Desenvolvimento da Educação Básica (Ideb). O Ideb apurado indica que é preciso avançar significativamente para atingir o desejado, planejado, para 2021, conforme as metas previstas no Plano Nacional de Educação, uma vez que não estamos atingindo as metas parciais estabelecidas para 2015.

Conforme os dados do PISA (*Programme for International Student Assessment*)², cerca de 70,3% dos estudantes brasileiros encontram-se abaixo do nível 2 em matemática, sendo 6 a pontuação limite. Assim, o resultado indica que a maioria dos alunos só realizam operações matemáticas com números inteiros, utilizam fórmulas elementares e algoritmos básicos, conforme o relatório do PISA já destacado. Já em leitura, cerca de 51% dos estudantes não possui nível de proficiência 2. O mesmo ocorre em ciências, onde pouco mais de 40% atingiram ao menos o nível 2, da escala do PISA.

Diante dos dados apresentados, muito se debate sobre uma base comum de conhecimentos essenciais para acesso dos estudantes durante toda a sua trajetória acadêmica. Muitas das discussões estão ligadas às competências acadêmicas de assuntos relacionados com às Ciências da Natureza, Ciências Humanas e Linguagens. Contudo, ignoram as habilidades relacionadas às funções executivas, que são essenciais para os alunos em idade escolar. Estudos recentes demonstram que além do desempenho acadêmico, um nível elevado de funções executivas na infância também está diretamente ligado a maior criatividade, capacidade de autocontrole e maiores competências socioemocionais (DIAMOND, 2013).

No contexto escolar, é preciso auxiliar o aluno a tomar consciência da sua forma de agir, comportar-se e planejar suas ações. Em uma situação de aprendizagem, o aluno precisa ser capaz de organizar os dados novos e estabelecer a relação correta com os conhecimentos

¹O Anuário Brasileiro da Educação Básica organiza os dados provenientes do MEC e IBGE e sintetiza um panorama da realidade educacional brasileira <http://goo.gl/y5ogZ9>.

²Avaliação trienal de estudantes realizada em 35 países, incluindo o Brasil <http://goo.gl/ui6dMj>.

já adquiridos, para então criar significado para essa nova informação (SIMÃO, 2002).

Durante os anos escolares, pode-se constituir um importante espaço para o emprego e estimulação das funções executivas, construindo programas que exercitem cumulativamente tais habilidades nos alunos de maneira precoce. Sabendo que o investimento no exercício / desenvolvimento das funções executivas de maneira precoce é eficiente e pode gerar mais benefícios do que custos relativos ao investimento durante toda a vida do indivíduo, já estão sendo realizados programas de estimulação na pré-escola (UNIVERSITY, 2007).

Muitas tarefas comumente realizadas no contexto escolar, de ensino e aprendizagem, exigem do aluno a desenvoltura para realizar alguns tipos de processos no decorrer da aula ou da execução de alguma tarefa, tais como: planejamento, organização, manipulação de informação, mudança de foco/atenção e autocontrole (MELTZER, 2010). As funções executivas são utilizadas para a realização dessas atividades escolares. A lista a seguir, adaptada de Meltzer (2010), apresenta e exemplifica esses processos, cujas funções executivas estão implicadas:

1. Priorização

- Descrição: Descobrir o que é mais importante e ordenar (as tarefas) com base nessa importância.
- Exemplo: Ordenar as demandas por trabalhos e projetos; Separar as principais ideias relacionadas a uma atividade.

2. Organização

- Descrição: Organizar informações, sistematizando um método para arrumar os elementos sobre um conteúdo de aula, obra literária ou tarefa a ser realizada.
- Exemplo: Utilização de elementos gráficos e visuais para organizar a leitura, o conteúdo e a escrita.

3. Utilização da memória

- Descrição: Manipular a informação mentalmente.
- Exemplo: Tomar notas durante a realização/explicação de um conteúdo; Completar cálculos mentalmente; Refletir e analisar temas durante uma leitura.

4. Flexibilidade

- Descrição: Alternar sua atenção facilmente entre diferentes temas/abordagens. Estudar um conteúdo sobre uma nova ótica.
- Exemplo: Aplicar diferentes resoluções de um mesmo problema; Entender os diferentes significados de uma palavra aplicada em determinado contexto.

5. Autocontrole

- Descrição: Rever trabalho/attitudes diante dos erros.
- Exemplo: Revisar com atenção os trabalhos, buscando possíveis erros; Pensar antes de tomar alguma atitude, revendo suas ações.

O resultado advindo de diferentes pesquisas corrobora para afirmar que as habilidades executivas são essenciais para a aprendizagem e para as interações sociais das pessoas (CARLSON; MOSES; CLAXTON, 2004; DIAMOND, 2012; HUGHES; ENSOR, 2007; CARDOSO, 2017). As funções executivas auxiliam as crianças a filtrar as distrações e manter a atenção durante a realização da aula, além de serem cruciais para o desenvolvimento social, emocional e moral (PINTO, 2008). Assim, por exemplo, quando um sujeito encontra-se estressado, triste, solitário e até fisicamente inapto, as habilidades relacionadas às funções executivas são diretamente afetadas. Quando as necessidades emocionais, sociais e físicas são ignoradas, afetam as funções executivas e, por consequência, podem afetar o desempenho acadêmico dos alunos (DIAMOND, 2013). Assim, crianças com déficits relacionados as funções executivas podem apresentar desde desmotivação (apatia) até impulsividade (ANDERSON, 2002).

O controle inibitório, como componente das funções executivas, é definido como a habilidade que permite controlar comportamentos inapropriados, assim como os processos de atenção frente à distratores (DIAMOND, 2013). O aprimoramento do controle inibitório pode permitir que o aluno continue realizando tarefas, mesmo tentado a abandoná-las frente a uma distração. Além disso, pode ajudar nas situações de impulsividade, quando consegue resistir a tentação de agir de maneira impulsiva e realizar uma ação que, provavelmente, provocaria uma sensação de arrependimento. Ele é capaz de esperar sua vez para falar ou para jogar nas brincadeiras. Dessa forma, no ambiente escolar, as crianças precisam gerenciar sua atenção, pensamentos, emoções e comportamento, a fim de perseguir objetivos delineados para cada aula ou atividade escolar, persistindo no estudo. O controle inibitório pode

ajudar o estudante a controlar sua própria atenção, sem ser controlado por estímulos externos, hábitos e/ou comportamentos já arraigados.

No âmbito clínico, sabe-se que as funções executivas são essenciais para a saúde mental, para diferentes nichos do desenvolvimento infantil e estão intimamente ligadas a outras diferentes condições clínicas, tais como Transtorno de Conduta (FAIRCHILD et al., 2009), Depressão (TAVARES et al., 2007) e Transtorno Obsessivo Compulsivo (PENADES et al., 2007). Ainda, neste contexto, além da influência direta do controle inibitório no ambiente escolar, sabe-se que crianças com Transtorno de Déficit de Atenção e Hiperatividade (TDHA) possuem problemas em controlar/manter a atenção, fatores que estão ligados ao controle inibitório (Freio Inibitório) (SALUM et al., 2014). Considera-se essa afirmativa importante, uma vez que a estimulação desse componente das funções executivas pode surtir efeito no ciclo vida do sujeito, acompanhando-o durante toda vida, pois pessoas com TDHA, além de acometidas com sintomas de inquietude, estão mais sujeitas a acidentes automobilísticos e mortalidade por causas não naturais (DALSGAARD et al., 2015).

Justifica-se ainda a importância da inserção no âmbito escolar de atividades ou tarefas que vão além do conteúdo programático. Nesse contexto, atividades lúdicas, computadorizadas e que envolvem o corpo tornam-se um ótimo recurso para exercitar e potencializar as habilidades cognitivas e executivas. Tal estimulação pode auxiliar o sucesso de alunos nas atividades escolares e acompanhá-los ao longo da vida, promovendo resultados positivos na vida profissional e pessoal.

Nessa perspectiva, o exergame para a estimulação do controle inibitório, desenvolvido no decorrer desta pesquisa, foi construído como uma proposta de atividade lúdica proporcionada pelas narrativas dos jogos digitais (computacionais). Bem como os requisitos que pautaram o processo de desenvolvimento foram coletados e registrados a luz dos conhecimentos da neuropsicologia cognitiva, clínica, do desenvolvimento e escolar. Para isto, se trabalhou em conjunto com especialistas de diferentes instituições, anteriormente mencionadas.

A partir destas considerações definiu-se como objetivo geral desta pesquisa: **Compreender de que maneira uma intervenção no ambiente escolar, por meio de um exergame para estimulação cognitiva, pode contribuir com o controle inibitório das funções executivas em crianças do Ensino Fundamental I.** Como objetivos específicos, foram definidos:

- Desenvolver um exergame para estimular as funções executivas, com ênfase no componente controle inibitório, em crianças dos

anos iniciais do Ensino Fundamental, no ambiente escolar.

- Observar a experiência do jogador, avaliar a dificuldade dos níveis (fases) existentes no exergame.
- Investigar o efeito e a efetividade do exergame para estimular o controle inibitório, um dos componentes das funções executivas, bem como os processos executivos e cognitivos correlatos em crianças dos anos iniciais do Ensino Fundamental.

Durante essa tese foi desenvolvido um exergame de estimulação cognitiva, utilizado por crianças do Ensino Fundamental de uma escola privada (particular), de Novo Hamburgo (selecionada por conveniência). A intervenção neuropsicológica foi realizada por meio de uma pesquisa com caráter quase-experimental, transversal, com avaliação pré-intervenção e pós-intervenção. A amostra (por conveniência) inicial de 18 crianças, contudo, 13 participaram do estudo e foram divididos em dois grupos (experimental e controle). O grupo experimental contou com 7 crianças e o de controle com 6.

A estrutura deste trabalho foi organizada para apresentar o percurso realizado, visando o desenvolvimento dos objetivos, já mencionados. Deste modo, o Capítulo 3 apresenta e relata as metodologias, organização e as etapas seguidas no desenvolvimento desta investigação. O próximo capítulo (Capítulo 2) apresenta os conceitos teóricos necessários para a compreensão das funções executivas, controle inibitório, exergames e pesquisas que investigam como estimular as funções executivas, por meio de intervenções computadorizadas. O Capítulo 4 descreve como foi desenvolvido o jogo para estimular o controle inibitório, os requisitos de projeto, a metodologia de desenvolvimento que foi seguida durante a construção do constructo digital, assim como a narrativa e a estética presentes no jogo, do mesmo modo que as atividades que promovem o estímulo do controle inibitório.

Conjuntamente com o desenvolvimento do exergame, foi conduzida uma pesquisa para a concepção e construção de uma curva de dificuldade, a qual fornece ao aluno/jogador diferentes desafios e dificuldades, alinhando as necessidades da estimulação cognitiva com as teorias de *Game Design*, conforme apresentado no Capítulo 5. Após o término do desenvolvimento do jogo de estimulação foi realizada uma avaliação preliminar com juízes especialistas, bem como da utilização do jogo desenvolvido, tais avaliações e análises são descritas no Capítulo 6.

Já o Capítulo 7 apresenta a utilização e aplicação do exergame, assim como a intervenção no ambiente escolar. Essa seção descreve

as etapas, pré-testes, pós-testes e estratégias de aplicação. A análise dos resultados e dados foi realizada em diferentes contextos, sendo: 1 - análise dos dados obtidos durante a realização da intervenção escolar sobre a jogabilidade (Capítulo 8); 2 - Análise dos testes neuropsicológicos (Capítulo 9); 3 - Capítulo 10 apresenta uma avaliação quali-quantitativa e observações realizadas durante a intervenção no ambiente escolar.

Por fim, foi realizada uma discussão que sintetiza os resultados das avaliações anteriormente mencionadas no Capítulo 11. Ademais, as considerações finais e trabalhos futuros são apresentados no Capítulo 12.

12 CONSIDERAÇÕES FINAIS

O estudo realizado nesta tese buscou compreender de que maneira uma intervenção no ambiente escolar, por meio de um exergame para estimulação cognitiva, pode contribuir com o controle inibitório das FE em crianças do Ensino Fundamental I. Os resultados desta investigação, na direção da conclusão dos objetivos planejados para a presente pesquisa, foram relatados no capítulo anterior, em que o autor realizou a discussão dos resultados.

Entre as contribuições desta tese, destaca-se o percurso metodológico utilizado para compreender o problema de pesquisa e atingir os objetivos principal e específicos delineados e, nesse sentido, realizar a intervenção no ambiente escolar que visou o exercício do controle inibitório. As diferentes etapas realizadas na construção desta tese formalizam uma metodologia para a criação e o desenvolvimento de jogos aplicados na estimulação cognitiva. A concretização demandou uma equipe multidisciplinar de pós-graduandos e alunos de iniciação científica voluntários, de diferentes áreas já mencionadas no decorrer deste trabalho.

No contexto do trajeto elaborado nesta investigação, na primeira etapa, realizou-se uma revisão de literatura, que explorou estudos acerca das FE no contexto escolar, assim como pesquisas atuais sobre aplicações de jogos ativos (exergames). Baseado nesses estudos, foi iniciado o processo de concepção e de desenvolvimento de um jogo educativo para a estimulação do controle inibitório, intitulado “As Incríveis Aventuras de Apollo e Rosetta no Espaço”.

Outra atividade pertinente à etapa de desenvolvimento foi a realização de testes de usabilidade e jogabilidade das atividades de estimulação com uma criança do público-alvo, prática que viabilizou um momento de observação em que a equipe pôde elucidar questões inerentes a essa parte do projeto, como verificar o funcionamento e a interação com atividades propostas.

Seguido do desenvolvimento do jogo educativo, que já se estava funcional e completo, a etapa de avaliação preliminar do exergame foi empreendida para verificar a concordância entre especialistas, da área das FE, acerca das atividades delineadas para a estimulação do controle inibitório, assim como a avaliação de jogabilidade. A partir dessas avaliações preliminares, novas mudanças nas atividades foram realizadas para atender às demandas coletadas.

Na etapa seguinte, foi executada uma aplicação e uma interven-

ção com o exergame, a qual realizada em uma escola, com uma amostra inicial foi de 18 crianças do público-alvo. Dessas, 13 alunos foram selecionados e separados em grupo experimental ($n=7$) e grupo controle ($n=6$), os quais participaram de uma intervenção com duração de 3 meses no total, na qual foram realizados pré e pós-testes com instrumentos de avaliação neuropsicológicos. Nessa etapa, a estratégia inicialmente pretendida para intervenção não foi aderente ao cenário escolar, fato que levou a uma revisão e adequação, inclusive com novas sessões, em que atividades eram realizadas em grupos. Além disso, foi utilizado um álbum de figurinhas com a temática do jogo, o que permitiu que as crianças, ao colecionarem os adesivos, interagissem com a narrativa do jogo em diferentes momentos do seu cotidiano. Ao final desse percurso, a última etapa desta investigação se deu na análise dos dados obtidos, separada em análise de jogabilidade, análise dos testes neuropsicológicos e análise quali-quantitativa. A análise dos resultados, apontou para o desfecho positivo da estimulação do controle inibitório, na direção da conclusão dos objetivos desta tese.

O percurso metodológico originalmente definido para esta pesquisa, pode ser reproduzido e empregado em outras pesquisas que objetivem a construção de jogos aplicados no contexto do exercício das FE, possibilitando, inclusive, a ampliação do próprio exergame desenvolvido nesta tese. Para tanto, o presente texto relatou cada etapa de pesquisa, concepção e desenvolvimentos dos constructos realizados neste trabalho.

Ainda, conforme já mencionado, no decorrer desta pesquisa, foi realizada uma aplicação no ambiente escolar. No âmbito dos resultados obtidos com essa intervenção, as avaliações distintas (Jogabilidade, Testes Neuropsicológicos e Quali-quantitativa) possibilitaram a observação por diferentes perspectivas. Nesse sentido, foi observado, na avaliação da jogabilidade que a curva de dificuldade do jogo proposta e planejada nesta tese obteve resultados satisfatórios no quesito de performance e sucesso dos jogadores, demonstrando a compreensão das atividades por parte das crianças e sua evolução nos exercícios de estimulação cognitiva, previamente aprovados por especialistas da área de neuropsicologia.

Já no âmbito dos testes de avaliação neuropsicológica, nos achados comparativos relacionados ao grupo experimental e ao grupo controle, não foram encontradas diferenças significativas. Utilizando as medidas de magnitude de efeito, verificou-se que todas as medidas referentes ao componente alvo da pesquisa (controle inibitório) foram favoráveis ao grupo experimental – com magnitude de efeito moderado

e grande. Por fim, a análise da avaliação quali-quantitativa sintetiza e descreve elementos que indicam o desfecho positivo da estimulação das funções executivas e do controle inibitório.

Assim, realizou-se para, esta tese, um processo de concepção, desenvolvimento, avaliação e aplicação de um exergame inédito concebido para a estimulação das FE com foco principal no componente inibitório, a metodologia delineada pode ser reproduzida para criação de diferentes atividades voltadas para a estimulação cognitiva. Além disso, esta tese também constitui-se de etapas de aplicação e de intervenção que podem ser reproduzidas em outros ambientes escolares, estabelecendo programas próprios para a estimulação cognitiva por meio de um exergame.

Conforme apresentado, **em síntese, a principal contribuição desta pesquisa** sustenta-se nos resultados obtidos no ambiente escolar, que indicam que o exergame permitiu que o jogador (aluno) exercitasse diferentes desafios e dificuldades regidos por regras. Assim, em um só momento foi ofertado para o jogador um desafio e os meios para superá-los, demonstrando que, de forma geral, a correlação entre a performance e a dificuldade ocorreu de maneira significativa e positiva, permitindo assim estimulação do controle inibitório. Na comparação dos grupos, por meio de uma bateria de pré e pós-testes para avaliação neuropsicológica, não foram encontradas diferenças significativas. Utilizando as medidas de magnitude de efeito, verificou-se que as variáveis medidas do componente alvo da estimulação (controle inibitório) apresentou magnitude de efeito moderado e grande. Na neuropsicologia o tamanho de efeito tem se tornado mais valorizado, principalmente em estudos de intervenção. Além disso, foi realizado uma análise quali-quantitativa que sintetiza e descreve elementos que indicam o desfecho positivo da estimulação das funções executivas e do controle inibitório.

Algumas limitações podem ser apontadas no estudo. Na intervenção poderia ter havido um envolvimento mais sistemático e regular, tanto dos alunos como dos pais, em conjunto com a aplicação do exergame. A outra limitação refere-se à ausência de medidas padronizadas que se utilizam de testes motores com desfecho nas FE, já que os instrumentos empregados na tese usam estímulos e respostas predominantemente verbais / visuo-espaciais e sem demanda motora.

A partir dos resultados da tese propõem-se alguns direcionamentos para futuros estudos. Embora os resultados positivos com uma amostra reduzida, pode-se desenhar um experimento com um número maior de alunos no ambiente escolar, assim a análise dos resultados possibilitaria o aparecimento de tendências maiores na comparação dos

grupos.

Ainda no contexto de trabalhos futuros, algumas iniciativas já se encontram em andamento. Destaca-se a transposição do exergame desenvolvido para dispositivos móveis. As alterações para que o jogo possa ser executado em tablets, apresenta mudanças dos controles de interação, já que ao invés de movimentos corporais o jogador interage com o software através de toques de tela e movimentação do dispositivo móvel, adição de animações, elementos visuais de interface e trechos de vozes para as narrativas e tutoriais, que precisaram ser ajustados para atender aos novos requisitos. Além disso, o modelo desenvolvido para a curva de dificuldade se mantém, contudo, novos valores de dificuldades para as mecânicas foram adaptadas ao novo dispositivo.

Ainda, no contexto da curva de dificuldade, outro estudo derivado desta tese ocupa-se de investigar um modelo para a geração de curva de dificuldade adaptativa ao contexto do usuário. Para tal, são investigadas diferentes técnicas adaptativas, para então modelar /modificar uma técnica que possa ser aplicada no contexto de um jogo digital de estimulação cognitiva. Pretende-se que a curva analise a performance do jogador, em tempo real, e calcule a melhor dificuldade para o jogador superar no próximo nível, tendo como base o histórico de sua própria performance no *mini-game*. Logo, a estimulação cognitiva será adaptada para cada indivíduo.

Na continuidade da abordagem preventiva, realizando estimulação de crianças com desenvolvimento típico, entende-se que é relevante realizar uma ampliação do jogo de estimulação para exercitar outros componentes das FE. Ademais, pode-se adequar a narrativa / dificuldade do jogo para outras faixas etárias. Incluindo, nesse contexto, a utilização de um livro que utilize os mesmos elementos ficcionais do jogo, integrando a leitura convencional com a interatividade do jogo. Em outra direção, pode-se sugerir a adaptação dos elementos desenvolvidos para esta intervenção e realizar uma abordagem remediativa de estimulação cognitiva de crianças com dificuldade de aprendizagem, ou crianças com TDAH. Estudos de casos múltiplos e de grupos com populações clínicas de quadros neurodesenvolvimentais ou de transtornos que envolvam dificuldades de controle inibitório podem ser conduzidos.

Recomenda-se uma capacitação para pais, apresentando a importância das FE e de estratégias para estimular essas habilidades em casa, com o objetivo de ensiná-los e sensibilizá-los. Considerando a intervenção e o jogo desenvolvido, sugere-se sua ampliação do software incluindo módulo, desenvolvido em software, que permita o acesso dos pais e professores aos dados dos alunos nos jogos de estimulação cogni-

tiva.

Ainda, no contexto de trabalhos futuros, espera-se criar variáveis equivalentes entre os testes neuropsicológicos e os eventos, atividades de estimulação cognitiva presentes no exergame. Por exemplo, pode-se gravar que o jogador se omitiu de responder a um estímulo no jogo, onde essa variável encontra equivalência em testes neuropsicológicos que observam se o examinando se omitiu de responder a uma questão.

Por fim, pode-se sugerir complementar este estudo com uma abordagem *follow-up*. Nesse tipo de estudo, os mesmos indivíduos realizam a avaliação neuropsicológica passado algum tempo, por exemplo, 3 meses após a intervenção, para verificar se os resultados (ganhos) obtidos, por meio da intervenção mantêm-se ao longo do tempo.

REFERÊNCIAS

- ABEP. Critério de classificação econômica brasil. *Associação Brasileira de Empresas de Pesquisa*, 2014.
- ADAMS, E. et al. Serial sequence learning on digital games. In: SPRINGER. *International Conference on Augmented Cognition*. [S.l.], 2016. p. 277–284.
- ADAMS, E. B. *Investigação do Aprendizado de Sequência Seriais em Jogos Digitais*. 2015. Trabalho de Conclusão (Sistemas de Informação) Universidade Feevale.
- AGRESTI, A.; KATERI, M. Categorical data analysis. In: *International encyclopedia of statistical science*. [S.l.]: Springer, 2011. p. 206–208.
- ALLOWAY, T. P.; ALLOWAY, R. G. Investigating the predictive roles of working memory and iq in academic attainment. *Journal of experimental child psychology*, Elsevier, v. 106, n. 1, p. 20–29, 2010.
- ALMEIDA, R. M. M. de et al. Uso de Álcool, drogas, níveis de impulsividade e agressividade em adolescentes do rio grande do sul. *Psico*, v. 45, n. 1, p. 65–72, 2014.
- ALVES, L.; BONFIM, C. Gamebook e a estimulação de funções executivas em crianças com indicação de diagnóstico de tdah: Processo de pré-produção, produção e avaliação do software. *Revista da FAEEBA - Educação e Contemporaneidade*, v. 25, n. 46, 2016.
- ANDERSON, F.; ANNETT, M.; BISCHOF, W. F. Lean on wii: physical rehabilitation with virtual reality wii peripherals. *Stud Health Technol Inform*, v. 154, p. 229–234, 2010.
- ANDERSON-HANLEY, C. et al. Exergaming and older adult cognition: a cluster randomized clinical trial. *American journal of preventive medicine*, Elsevier, v. 42, n. 2, p. 109–119, 2012.
- ANDERSON, P. Assessment and development of executive function (ef) during childhood. *Child neuropsychology*, Taylor & Francis, v. 8, n. 2, p. 71–82, 2002.

- ANGELINI, A. L. et al. Manual matrizes progressivas coloridas de raven: escala especial. *São Paulo: Centro Editor de Testes e Pesquisas em Psicologia*, 1999.
- ARAÚJO, J. G. E.; BATISTA, C.; MOURA, D. L. Exergames na educação física: uma revisão sistemática. *Movimento*, v. 23, n. 2, 2017.
- ARSHAD, S. *Characterization of Executive Dysfunction in Real World Tasks: Analysis of Behaviours Performed During the Completion of the Multiple Errands Test*. Tese (Doutorado) — University of Toronto, 2011.
- BABA, Y.; TSCHANG, F. T. Product development in japanese tv game software: The case of an innovative game. *International Journal of Innovation Management*, v. 05, n. 04, p. 487–515, 2001.
- BADDELEY, A.; ANDERSON, M.; EYSENCK, M. *Memória*. Porto Alegre, Rio Grande do Sul: Artmed, 2011.
- BARDIN, L. *Análise de conteúdo*. [S.l.]: Almedina, 2011. 280 p.
- BERNIER, A.; CARLSON, S. M.; WHIPPLE, N. From external regulation to self-regulation: Early parenting precursors of young children's executive functioning. *Child development*, Wiley Online Library, v. 81, n. 1, p. 326–339, 2010.
- BEST, J. R.; MILLER, P. H. A developmental perspective on executive function. *Child development*, Wiley Online Library, v. 81, n. 6, p. 1641–1660, 2010.
- BITTENCOURT, M. Z. *Estudo relativo à atitude dos alunos em relação ao laboratório de exergames na educação física*. 2014. Trabalho de Conclusão (Educação Física) Universidade Federal do Rio Grande do Sul.
- BLAIR, C.; RAZZA, R. P. Relating effortful control, executive function, and false belief understanding to emerging math and literacy ability in kindergarten. *Child development*, Wiley Online Library, v. 78, n. 2, p. 647–663, 2007.
- BOEHM, B. W. A spiral model of software development and enhancement. *SIGSOFT Softw. Eng. Notes*, ACM, New York, NY, USA, v. 11, n. 4, p. 14–24, ago. 1986. ISSN 0163-5948. <<http://doi.acm.org/10.1145/12944.12948>>.

- BORELLA, E.; CARRETTI, B.; PELEGRINA, S. The specific role of inhibition in reading comprehension in good and poor comprehenders. *Journal of Learning disabilities*, Sage Publications, v. 43, n. 6, p. 541–552, 2010.
- BOTVINICK, M. et al. Conflict monitoring versus selection-for-action in anterior cingulate cortex. *Nature*, Nature Publishing Group, v. 402, n. 6758, p. 179–181, 1999.
- BRAVER, T.; COHEN, J.; BARCH, D. *The role of the prefrontal cortex in normal and disordered cognitive control: A cognitive neuroscience perspective*. In, DT Stuss and RT Knight, (Eds.), *Principles of Frontal Lobe Function*. [S.l.]: Oxford University Press, Cambridge, 2002.
- BROCK, L. L. et al. The contributions of ‘hot’ and ‘cool’ executive function to children’s academic achievement, learning-related behaviors, and engagement in kindergarten. *Early Childhood Research Quarterly*, Elsevier, v. 24, n. 3, p. 337–349, 2009.
- BROWN, L.; SHERBENOU, R. J.; JOHNSEN, S. K. Test of non-verbal intelligence (toni-3). *Austin, TX: Pro-Ed*, 1997.
- BULL, R.; ESPY, K. A.; WIEBE, S. A. Short-term memory, working memory, and executive functioning in preschoolers: Longitudinal predictors of mathematical achievement at age 7 years. *Developmental neuropsychology*, Taylor & Francis, v. 33, n. 3, p. 205–228, 2008.
- BURGESS, P. W.; SHALLICE, T. *The hayling and brixton tests*. Thames Valley Test Company, 1997.
- CAMPBELL, J. *The hero with a thousand faces*. [S.l.]: New World Library, 2008.
- CARDOSO, C. d. O. *Programas de intervenção neuropsicológica precoce-preventiva: estimulação das funções executivas em escolares*. Tese (Doutorado) — Pontifícia Universidade Católica do Rio Grande do Sul, 2017.
- CARDOSO, C. d. O. et al. Neuropsychological stimulation of executive functions in children with typical development: a systematic review. *Applied Neuropsychology: Child*, Taylor & Francis, p. 1–21, 2016.
- CARDOSO, T. d. S. G.; MELLO, C. B. d.; FREITAS, P. M. d. Uso de medidas quantitativas de eficácia em reabilitação neuropsicológica.

Psicologia em Pesquisa, Universidade Federal de Juiz de Fora. Departamento de Psicologia, v. 7, n. 1, p. 121–131, 2013.

CARIM, D. d. B.; MIRANDA, M. C.; BUENO, O. F. A. Tradução e adaptação para o português do behavior rating inventory of executive function – brief. *Psicologia: Reflexão e Crítica*, SciELO Brasil, v. 25, n. 4, p. 653–661, 2012.

CARLSON, S. M.; DAVIS, A. C.; LEACH, J. G. Less is more executive function and symbolic representation in preschool children. *Psychological science*, SAGE Publications, v. 16, n. 8, p. 609–616, 2005.

CARLSON, S. M.; MOSES, L. J. Individual differences in inhibitory control and children's theory of mind. *Child development*, Wiley Online Library, v. 72, n. 4, p. 1032–1053, 2001.

CARLSON, S. M.; MOSES, L. J.; CLAXTON, L. J. Individual differences in executive functioning and theory of mind: An investigation of inhibitory control and planning ability. *Journal of experimental child psychology*, Elsevier, v. 87, n. 4, p. 299–319, 2004.

CASTEL, A. D.; PRATT, J.; DRUMMOND, E. The effects of action video game experience on the time course of inhibition of return and the efficiency of visual search. *Acta psychologica*, Elsevier, v. 119, n. 2, p. 217–230, 2005.

CATTELL, R. B. Theory of fluid and crystallized intelligence: A critical experiment. *Journal of educational psychology*, American Psychological Association, v. 54, n. 1, p. 1, 1963.

CHAN, R. C. et al. Assessment of executive functions: Review of instruments and identification of critical issues. *Archives of clinical neuropsychology*, Elsevier, v. 23, n. 2, p. 201–216, 2008.

CHAYTOR, N.; SCHMITTER-EDGEcombe, M. The ecological validity of neuropsychological tests: A review of the literature on everyday cognitive skills. *Neuropsychology review*, Springer, v. 13, n. 4, p. 181–197, 2003.

CHAYTOR, N.; SCHMITTER-EDGEcombe, M.; BURR, R. Improving the ecological validity of executive functioning assessment. *Archives of clinical neuropsychology*, Elsevier, v. 21, n. 3, p. 217–227, 2006.

CHIANG, H.-L.; GAU, S. S.-F. Impact of executive functions on school and peer functions in youths with adhd. *Research in developmental disabilities*, Elsevier, v. 35, n. 5, p. 963–972, 2014.

CHRISTOPHER, M. E. et al. Predicting word reading and comprehension with executive function and speed measures across development: a latent variable analysis. *Journal of Experimental Psychology: General*, American Psychological Association, v. 141, n. 3, p. 470, 2012.

CICCHETTI, D. The impact of social experience on neurobiological systems: Illustration from a constructivist view of child maltreatment. *Cognitive development*, Elsevier, v. 17, n. 3, p. 1407–1428, 2002.

COHEN, J. A coefficient of agreement for nominal scales. *Educational and psychological measurement*, Sage Publications Sage CA: Thousand Oaks, CA, v. 20, n. 1, p. 37–46, 1960.

COHEN, J. *Statistical power analysis for the behavioral sciences*. [S.l.]: L. Erlbaum Associates, 1988. 567 p. ISBN 0805802835.

COLLADO-MATEO, D. et al. Effects of exergames on quality of life, pain, and disease effect in women with fibromyalgia: A randomized controlled trial. *Archives of physical medicine and rehabilitation*, v. 98, n. 9, p. 1725–1731, 2017.

COLOM, R. et al. Improvement in working memory is not related to increased intelligence scores. *Intelligence*, Elsevier, v. 38, n. 5, p. 497–505, 2010.

COLVERT, E. et al. Do theory of mind and executive function deficits underlie the adverse outcomes associated with profound early deprivation?: findings from the english and romanian adoptees study. *Journal of abnormal child psychology*, Springer, v. 36, n. 7, p. 1057–1068, 2008.

CONKLIN, H. M. et al. Working memory performance in typically developing children and adolescents: Behavioral evidence of protracted frontal lobe development. *Developmental neuropsychology*, Taylor & Francis, v. 31, n. 1, p. 103–128, 2007.

COWLEY, B. et al. Toward an understanding of flow in video games. *Computers in Entertainment*, ACM, v. 6, n. 2, p. 1, jul 2008. ISSN 15443574.
<<http://portal.acm.org/citation.cfm?doid=1371216.1371223>>.

CSIKSZENTMIHALYI, M. *Flow : the psychology of optimal experience*. [S.l.]: HarperPerennial, 1991. 303 p. ISBN 0061339202.

CSIKSZENTMIHALYI, M. Toward a Psychology of Optimal Experience. In: *Flow and the Foundations of Positive Psychology*. Dordrecht: Springer Netherlands, 2014. p. 209–226. <http://link.springer.com/10.1007/978-94-017-9088-8_14>.

CZERMAINSKI, F. R. et al. Assessment of inhibitory control in crack and/or cocaine users: a systematic review. *Trends in psychiatry and psychotherapy*, SciELO Brasil, v. 39, n. 3, p. 216–225, 2017.

DALSGAARD, S. et al. Mortality in children, adolescents, and adults with attention deficit hyperactivity disorder: a nationwide cohort study. *The Lancet*, Elsevier, v. 385, n. 9983, p. 2190–2196, 2015.

DAVIDSON, M. C. et al. Development of cognitive control and executive functions from 4 to 13 years: Evidence from manipulations of memory, inhibition, and task switching. *Neuropsychologia*, Elsevier, v. 44, n. 11, p. 2037–2078, 2006.

DAWSON, P.; GUARE, R. *Executive skills in children and adolescents: A practical guide to assessment and intervention*. [S.l.]: Guilford Press, 2010.

DEXTER, D. D.; PARK, Y. J.; HUGHES, C. A. A meta-analytic review of graphic organizers and science instruction for adolescents with learning disabilities: Implications for the intermediate and secondary science classroom. *Learning Disabilities Research & Practice*, Wiley Online Library, v. 26, n. 4, p. 204–213, 2011.

DIAMOND, A. The early development of executive functions. *Lifespan cognition: Mechanisms of change*, p. 70–95, 2006.

DIAMOND, A. Activities and programs that improve children's executive functions. *Current Directions in Psychological Science*, Sage Publications, v. 21, n. 5, p. 335–341, 2012.

DIAMOND, A. Executive functions. *Annual review of psychology*, NIH Public Access, v. 64, p. 135, 2013.

DIAMOND, A. Effects of physical exercise on executive functions: going beyond simply moving to moving with thought. *Annals of sports medicine and research*, NIH Public Access, v. 2, n. 1, p. 1011, 2015.

- DIAMOND, A.; LEE, K. Interventions shown to aid executive function development in children 4 to 12 years old. *Science*, American Association for the Advancement of Science, v. 333, n. 6045, p. 959–964, 2011.
- DIAMOND, J. *The Third Chimpanzee: On the Evolution and Future of the Human Animal-For Young People*. [S.l.]: Oneworld Publications, 2014.
- DIAS, N. M. *Desenvolvimento e avaliação de um programa interventivo para promoção de funções executivas em crianças*. Tese (Doutorado), 2013.
- DOVIS, S. et al. Improving executive functioning in children with adhd: training multiple executive functions within the context of a computer game. a randomized double-blind placebo controlled trial. *PloS one*, Public Library of Science, v. 10, n. 4, p. e0121651, 2015.
- DUNCAN, G. J. et al. School readiness and later achievement. *Developmental psychology*, American Psychological Association, v. 43, n. 6, p. 1428, 2007.
- DUPAUL, G. *ADHD Rating Scale-IV: Checklists, Norms, and Clinical Interpretation*. [S.l.]: Guilford Press, 1998. ISBN 9781572304239.
- EFROYMSON, M. A. Multiple regression analysis. *Mathematical Methods for Digital Computers*, v. 1, p. 191–203, 1960.
- ESPY, K.; BULL, R.; SENN, T. Using the shape school to understand the task demands that invoke executive control. *J Int Neuropsychol Soc S*, v. 1, p. 24, 2004.
- FAIRCHILD, G. et al. Decision making and executive function in male adolescents with early-onset or adolescence-onset conduct disorder and control subjects. *Biological psychiatry*, Elsevier, v. 66, n. 2, p. 162–168, 2009.
- FALCÃO, L. H. L. O discurso lúdico: um estudo sobre a narrativa dos jogos. Universidade Federal de Pernambuco - UFPE, 2015. <<https://repositorio.ufpe.br/handle/123456789/15173>>.
- FIGUEIREDO, V. L. M. *Escala de Inteligência Wechsler Para Crianças- WISC III, Versão Padronizada Para a População Brasileira*. [S.l.]: São Paulo, SP: Casa do Psicólogo, 2002.

FINCO, M. D. *Laboratório de exergames na educação física: conexões por meio de videogames ativos*. Tese (Doutorado) — Universidade Federal do Rio Grande do Sul, 2015.

FINCO, M. D.; MAASS, R. W. The history of exergames: promotion of exercise and active living through body interaction. In: IEEE. *Serious Games and Applications for Health (SeGAH), 2014 IEEE 3rd International Conference on*. [S.l.], 2014. p. 1–6.

FINCO, M. D. et al. Exergaming as an alternative for students unmotivated to participate in regular physical education classes. *International Journal of Game-Based Learning (IJGBL)*, IGI Global, v. 5, n. 3, p. 1–10, 2015.

FINCO, M. D. et al. Let's move!: The social and health contributions from pokémon go. *International Journal of Game-Based Learning (IJGBL)*, IGI Global, v. 8, n. 2, p. 44–54, 2018.

FISK, J. E.; SHARP, C. A. Age-related impairment in executive functioning: Updating, inhibition, shifting, and access. *Journal of Clinical and Experimental Neuropsychology*, Taylor & Francis, v. 26, n. 7, p. 874–890, 2004.

FITZMAURICE, G. M.; LAIRD, N. M.; WARE, J. H. *Applied longitudinal analysis*. [S.l.]: John Wiley & Sons, 2011.

FLEITLICH, B.; CORTÁZAR, P. G.; GOODMAN, R. Questionário de capacidades e dificuldades (sdq). *Infanto-Revista de Neuropsiquiatria da Infância e Adolescência*, v. 8, n. 1, p. 44–50, 2000.

FLORES-MENDOZA, C. E.; COLOM, R. B.; CASTILHO, A. V. Dificultades en el rendimiento escolar y la memoria de trabajo. *Bol. psicol.*, v. 50, n. 113, p. 21–36, 2000.

FOGEL, V. A. et al. The effects of exergaming on physical activity among inactive children in a physical education classroom. *Journal of applied behavior analysis*, Wiley Online Library, v. 43, n. 4, p. 591–600, 2010.

FONSECA, R. et al. Teste hayling: um instrumento de avaliação de componentes das funções executivas. *Avaliação psicológica e neuropsicológica de crianças e adolescentes*, Casa do Psicólogo São Paulo, p. 337–364, 2010.

FONSECA, R. J. R. M. da; SILVA, P. J. d. S. P. da; SILVA, R. R. da. Acordo inter-juizes: O caso do coeficiente kappa. *Laboratório de Psicologia*, Instituto Superior de Psicologia Aplicada, p. 81–90, 2007. <<http://repositorio.ispa.pt/handle/10400.12/1263>>.

FONSECA, R. P. et al. *Teste de Cancelamento dos Sinos – versão 3*. [S.l.]: São Paulo: Vetor Editora, 2016.

GAO, Z.; ZHANG, T.; STODDEN, D. Children's physical activity levels and psychological correlates in interactive dance versus aerobic dance. *Journal of Sport and Health Science*, Elsevier, v. 2, n. 3, p. 146–151, 2013.

GARCÍA-MOLINA, A. et al. Maduración de la corteza prefrontal y desarrollo de las funciones ejecutivas durante los primeros cinco años de vida. *Revista de Neurología*, v. 48, n. 8, p. 435–440, 2009.

GARCÍA-MADRUGA, J. A.; GÓMEZ-VEIGA, I.; VILA, J. O. Executive functions and the improvement of thinking abilities: The intervention in reading comprehension. *Frontiers in psychology*, Frontiers Media SA, v. 7, 2016.

GAUTHIER, L.; DEHAUT, F.; JOANETTE, Y. The bells test: a quantitative and qualitative test for visual neglect. *International Journal of Clinical Neuropsychology*, MelNic Press, Inc., 1989.

GEE, J. P. What video games have to teach us about learning and literacy. *Computers in Entertainment (CIE)*, ACM, v. 1, n. 1, p. 20–20, 2003.

GERMANO, G. D.; BRITO, L. B.; CAPELLINI, S. A. Opinião de pais e de professores de escolares com transtornos de aprendizagem quanto às habilidades de funções executivas. *Revista CEFAC*, Instituto Cefac, v. 19, n. 5, 2017.

GIOIA, G. A. et al. *Behavior rating inventory of executive function*. [S.l.]: Psychological assessment resources, 2000.

GLASS, B. D.; MADDOX, W. T.; LOVE, B. C. Real-time strategy game training: emergence of a cognitive flexibility trait. *PLoS One*, Public Library of Science, v. 8, n. 8, p. e70350, 2013.

GOODMAN, R. The strengths and difficulties questionnaire: a research note. *Journal of child psychology and psychiatry*, v. 38, n. 5, p. 581–586, 1997.

- GREEN, C. S.; BAVELIER, D. Action video game modifies visual selective attention. *Nature*, Nature Publishing Group, v. 423, n. 6939, p. 534–537, 2003.
- GRIFFITHS, M. D. The educational benefits of videogames. *Education and health*, Schools Health Education Unit, v. 20, n. 3, p. 47–51, 2002.
- HEDGES, L. V.; OLKIN, I. *Statistical methods for meta-analysis*. [S.l.]: Academic Press, 1985. 369 p. ISBN 9780123363800.
- HENDERSON, S. E.; SUGDEN, D. A.; BARNETT, A. L. *Movement assessment battery for children-2*. [S.l.]: Harcourt Assessment London, 2007.
- HOLLANDER, M.; WOLFE, D. A. *Nonparametric statistical methods*. [S.l.]: John Wiley & Sons, 1999.
- HUANG, H.-C. et al. How to create flow experience in exergames? perspective of flow theory. *Telematics and Informatics*, Elsevier, 2018.
- HUGHES, C.; ENSOR, R. Executive function and theory of mind: Predictive relations from ages 2 to 4. *Developmental psychology*, American Psychological Association, v. 43, n. 6, p. 1447, 2007.
- HUNICKE, R.; LEBLANC, M.; ZUBEK, R. Mda: A formal approach to game design and game research. In: *Proceedings of the AAAI Workshop on Challenges in Game AI*. [S.l.: s.n.], 2004.
- ISQUITH, P. K. et al. Assessment of executive function in preschool-aged children. *Mental retardation and developmental disabilities research reviews*, Wiley Online Library, v. 11, n. 3, p. 209–215, 2005.
- JACOBSEN, G. et al. Tarefas de fluência verbal livre, fonêmica e semântica para crianças. *Avaliação de linguagem e funções executivas em crianças*, São Paulo: Memnon, v. 1, 2016.
- JAEGGI, S. M. et al. Improving fluid intelligence with training on working memory. *Proceedings of the National Academy of Sciences*, National Acad Sciences, v. 105, n. 19, p. 6829–6833, 2008.
- JAEGGI, S. M. et al. Short-and long-term benefits of cognitive training. *Proceedings of the National Academy of Sciences*, National Acad Sciences, v. 108, n. 25, p. 10081–10086, 2011.

JAEGGI, S. M. et al. The relationship between n-back performance and matrix reasoning—implications for training and transfer. *Intelligence*, Elsevier, v. 38, n. 6, p. 625–635, 2010.

JURADO, M. B.; ROSSELLI, M. The elusive nature of executive functions: a review of our current understanding. *Neuropsychology review*, Springer, v. 17, n. 3, p. 213–233, 2007.

KENWORTHY, L. et al. Understanding executive control in autism spectrum disorders in the lab and in the real world. *Neuropsychology review*, Springer, v. 18, n. 4, p. 320–338, 2008.

KLINGBERG, T. Training and plasticity of working memory. *Trends in cognitive sciences*, Elsevier, v. 14, n. 7, p. 317–324, 2010.

KLINGBERG, T. et al. Computerized training of working memory in children with adhd—a randomized, controlled trial. *Journal of the American Academy of Child & Adolescent Psychiatry*, Elsevier, v. 44, n. 2, p. 177–186, 2005.

KLINGBERG, T.; FORSSBERG, H.; WESTERBERG, H. Training of working memory in children with adhd. *Journal of clinical and experimental neuropsychology*, Taylor & Francis, v. 24, n. 6, p. 781–791, 2002.

KONGS, S. et al. *WCST-64: Wisconsin card sorting test-64 card version, professional manual*. [S.l.]: Odessa, Florida: Psychological Assessment Resources, 2000.

KOSTER, R. *A theory of fun for game design*. [S.l.: s.n.], 2013. 279 p. ISBN 1449363210.

KREIN, D. *Estudo das Premissas de Desenvolvimento Aplicadas aos Exergames*. 2013. Trabalho de Conclusão (Sistemas de Informação) Universidade Feevale.

KREIN, D.; MOSSMANN, J. B.; BEZ, M. R. Estudo das premissas de desenvolvimento aplicadas aos exergames. *SBC - Proceedings of SBGames 2013*, p. 189–196, 2013.

LAGE, G. M. et al. Correlação entre as dimensões da impulsividade e o controle em uma tarefa motora de timing. *Brazilian Journal of Motor Behavior*, v. 6, n. 3, 2011.

- LAKES, K. D.; HOYT, W. T. Promoting self-regulation through school-based martial arts training. *Journal of Applied Developmental Psychology*, Elsevier, v. 25, n. 3, p. 283–302, 2004.
- LEHTO, J. E. et al. Dimensions of executive functioning: Evidence from children. *British Journal of Developmental Psychology*, Wiley Online Library, v. 21, n. 1, p. 59–80, 2003.
- LEVIN, H. S.; HANTEN, G. Executive functions after traumatic brain injury in children. *Pediatric neurology*, Elsevier, v. 33, n. 2, p. 79–93, 2005.
- LEWIS, C. *Using the Thinking-Aloud method in cognitive interface design*. Yorktown Heights N.Y., 1982.
- LEZAK, M. *Neuropsychological Assessment*. [S.l.]: Oxford University Press, 2004. ISBN 9780195111217.
- LIMA, R. Franco de. Compreendendo os mecanismos atencionais. *Ciências & Cognição*, Instituto de Ciências Cognitivas, v. 6, n. 1, p. 113–122, 2005.
- LIPP, M. K. *Desenvolvimento de Interações Baseadas em Natural User Interface para Jogos Sérios Aplicados ao Ensino De Matemática*. 2014. Trabalho de Conclusão (Ciência da Computação) Universidade Feevale.
- LIPP, M. K.; MOSSMANN, J. B.; BEZ, M. R. Desenvolvimento de objetos de aprendizagem para a matemática utilizando o dispositivo de nui leap motion. *RENOTE*, v. 12, n. 2, 2014.
- LOGAN, G. D.; COWAN, W. B. On the ability to inhibit thought and action: A theory of an act of control. *Psychological review*, American Psychological Association, v. 91, n. 3, p. 295, 1984.
- LOOSLI, S. V. et al. Working memory training improves reading processes in typically developing children. *Child Neuropsychology*, Taylor & Francis, v. 18, n. 1, p. 62–78, 2012.
- LUNA, B. Developmental changes in cognitive control through adolescence. *Advances in child development and behavior*, NIH Public Access, v. 37, p. 233, 2009.
- LUNA, B. et al. Maturation of cognitive processes from late childhood to adulthood. *Child development*, Wiley Online Library, v. 75, n. 5, p. 1357–1372, 2004.

- MALONE, T. W.; LEPPER, M. R. Making learning fun: A taxonomy of intrinsic motivations for learning. *Aptitude, learning, and instruction*, v. 3, n. 1987, p. 223–253, 1987.
- MANSUR-ALVES, M.; FLORES-MENDOZA, C.; TIERRA-CRIOLLO, C. J. Evidências preliminares da efetividade do treinamento cognitivo para melhorar a inteligência de crianças. *Psicologia: Reflexão e Crítica*, scielo, v. 26, p. 423 – 434, 00 2013. ISSN 0102-7972.
- MCCELLELAND, M. M. et al. Links between behavioral regulation and preschoolers' literacy, vocabulary, and math skills. *Developmental psychology*, American Psychological Association, v. 43, n. 4, p. 947, 2007.
- MCMILLAN, L. *The Rational Design Handbook: An Intro to RLD*. 2016. Acessado: 4 fev. 2018. <<http://goo.gl/tkYgF4>>.
- MECKBACH, J. et al. Exergames as a teaching tool in physical education? *Sport Science Review*, v. 22, n. 5-6, p. 369–386, 2013.
- MEDEIROS, P. de et al. Efeitos dos exergames em crianças com risco e dificuldade significativa de movimento: um estudo cego randomizado. *Revista Brasileira de Ciências do Esporte*, Elsevier, v. 40, n. 1, p. 87–93, 2018.
- MELTZER, L. Understanding, assessing, and teaching executive function processes: The why, what, and how. *Promoting executive functioning in the classroom*, p. 3–27, 2010.
- MENDES, H. P. J. *Soft Life - Um Jogo sério aplicado ao tratamento fisioterapêutico*. 2012. Trabalho de Conclusão (Sistemas de Informação) Universidade Feevale.
- MILLER, H. V.; BARNES, J.; BEAVER, K. M. Self-control and health outcomes in a nationally representative sample. *American journal of health behavior*, PNG Publications, v. 35, n. 1, p. 15–27, 2011.
- MIYAKE, A. et al. The unity and diversity of executive functions and their contributions to complex “frontal lobe” tasks: A latent variable analysis. *Cognitive psychology*, Elsevier, v. 41, n. 1, p. 49–100, 2000.
- MONETTE, S.; BIGRAS, M.; GUAY, M.-C. The role of the executive functions in school achievement at the end of grade 1. *Journal of experimental child psychology*, Elsevier, v. 109, n. 2, p. 158–173, 2011.

MONETTE, S.; BIGRAS, M.; LAFRENIÈRE, M.-A. Structure of executive functions in typically developing kindergarteners. *Journal of experimental child psychology*, Elsevier, v. 140, p. 120–139, 2015.

MORRIS, R.; WARD, G. *The cognitive psychology of planning*. [S.l.]: Psychology Press, 2005.

MOSSMANN, J. B. et al. Busca de evidências da aplicação da teoria da carga cognitiva em um exergame de dança. *SBC - Proceedings of SBGames 2015*, p. 368–375, 2015.

MOSSMANN, J. B. et al. Exergame aplicado na estimulação de componentes das funções executivas. *Anais do XV Congresso Brasileiro de Informática em Saúde*, p. 75–78, 2016a.

MOSSMANN, J. B. et al. Combinando técnicas de teste com usuário e julgamento de especialistas na avaliação de um exergame para estimulação das funções executivas. *RENOTE - Revista Novas Tecnologias na Educação*, 2017a.

MOSSMANN, J. B. et al. Evaluation of the usability and playability of an exergame for executive functions stimulation and its development process. In: SPRINGER. *International Conference on Engineering Psychology and Cognitive Ergonomics*. [S.l.], 2017b. p. 164–179.

MOSSMANN, J. B. et al. Um exergame para estimulação de componentes das funções executivas em crianças do ensino fundamental i. *SBC - Proceedings of SBGames 2016*, p. 369–376, 2016b.

MÜLLER, U. et al. The effect of labeling on preschool children's performance in the dimensional change card sort task. *Cognitive Development*, Elsevier, v. 23, n. 3, p. 395–408, 2008.

MURPHY-HILL, E.; ZIMMERMANN, T.; NAGAPPAN, N. Cowboys, ankle sprains, and keepers of quality: How is video game development different from software development? In: *Proceedings of the 36th International Conference on Software Engineering*. New York, NY, USA: ACM, 2014. (ICSE 2014), p. 1–11. ISBN 978-1-4503-2756-5. <<http://doi.acm.org/10.1145/2568225.2568226>>.

NITZ, J. et al. Is the wii fit a new-generation tool for improving balance, health and well-being? a pilot study. *Climacteric*, Taylor & Francis, v. 13, n. 5, p. 487–491, 2010.

NUTLEY, S. B. et al. Gains in fluid intelligence after training non-verbal reasoning in 4-year-old children: a controlled, randomized study. *Developmental science*, Wiley Online Library, v. 14, n. 3, p. 591–601, 2011.

OLIVEIRA, J. B. D. S. *Storytelling*. [S.l.: s.n.], 2010.

PAPASTERGIOU, M. Exploring the potential of computer and video games for health and physical education: A literature review. *Computers & Education*, Elsevier, v. 53, n. 3, p. 603–622, 2009.

PAUS, T. et al. Maturation of white matter in the human brain: a review of magnetic resonance studies. *Brain research bulletin*, Elsevier, v. 54, n. 3, p. 255–266, 2001.

PENADES, R. et al. Impaired response inhibition in obsessive compulsive disorder. *European Psychiatry*, Elsevier, v. 22, n. 6, p. 404–410, 2007.

PENG, W.; LIN, J.-H.; CROUSE, J. Is playing exergames really exercising? a meta-analysis of energy expenditure in active video games. *Cyberpsychology, Behavior, and Social Networking*, Mary Ann Liebert, Inc. 140 Huguenot Street, 3rd Floor New Rochelle, NY 10801 USA, v. 14, n. 11, p. 681–688, 2011.

PINTO, A. B. *Desenvolvimento das funções executivas em crianças dos 6 aos 11 anos de idade*. Tese (Doutorado) — Universidade do Porto, Porto, 2008.

PRESSMAN, R. S. *Software engineering: a practitioner's approach*. [S.l.]: Palgrave Macmillan, 2005.

RAVEN, J. *Progressive matrices: A perceptual test of intelligence*. [S.l.]: London: HK Lewis, 1938.

RAVEN, J. The raven's progressive matrices: change and stability over culture and time. *Cognitive psychology*, Elsevier, v. 41, n. 1, p. 1–48, 2000.

REATEGUI, E.; BITTENCOURT, M. Z.; MOSSMANN, J. B. Students' attitudes in relation to exergame practices in physical education. In: IEEE. *Games and Virtual Worlds for Serious Applications (VS-Games), 2016 8th International Conference on*. [S.l.], 2016. p. 1–4.

RICCIO, C. A.; GOMES, H. Interventions for executive function deficits in children and adolescents. *Applied Neuropsychology: Child*, Taylor & Francis, v. 2, n. 2, p. 133–140, 2013.

ROSÁRIO, P. et al. De pequenino é que auto-regula o destino. Edições Colibri, 2007.

RUEDA, M. R.; PAZ-ALONZO, P. M. Executive function and emotional development. *Encyclopedia on Early Childhood Development*, 2013. Acessado: 4 fev. 2018. <<http://www.child-encyclopedia.com/sites/default/files/dossiers-complets/en/executive-functions.pdf#page=17>>.

RUEDA, M. R. et al. Training, maturation, and genetic influences on the development of executive attention. *Proceedings of the national Academy of Sciences of the United States of America*, National Acad Sciences, v. 102, n. 41, p. 14931–14936, 2005.

RÖTHLISBERGER, M. et al. Improving executive functions in 5-and 6-year-olds: Evaluation of a small group intervention in prekindergarten and kindergarten children. *Infant and Child Development*, Wiley Online Library, v. 21, n. 4, p. 411–429, 2012.

SALLES, J. F. et al. *Instrumento de Avaliação Neuropsicológica Breve NEUPSILIN-INF*. [S.l.]: São Paulo: Editora Vetor, 2016.

SALUM, G. et al. Specificity of basic information processing and inhibitory control in attention deficit hyperactivity disorder. *Psychological medicine*, Cambridge Univ Press, v. 44, n. 03, p. 617–631, 2014.

SANTO, H. E.; DANIEL, F. Calcular e apresentar tamanhos do efeito em trabalhos científicos (1): As limitações do $p < 0,05$ na análise de diferenças de médias de dois grupos | calculating and reporting effect sizes on scientific papers (1): $p < 0.05$ limitations in the analysis of mean differences of two groups. v. 1, p. 3–16, 02 2015.

SCHELINI, W. S. Teoria das inteligências fluida e cristalizada: início e evolução. *Estudos de Psicologia (Natal)*, scielo, v. 11, p. 323 – 332, 12 2006. ISSN 1413-294X.

SCHELL, J. *The Art of Game Design: A book of lenses*. 2. ed. [S.l.]: CRC Press, 2015.

- SCHUH, A. R. *Blink - Estudo E Prototipação de um Simulador de Cadeira de Rodas em Ambiente Tridimensional Controlado por Interface Cérebro-Computador Não Invasiva*. 2013. Trabalho de Conclusão (Ciência da Computação) Universidade Feevale.
- SCHUH, A. R. et al. Desenvolvimento de um simulador controlado por interface cérebro-computador não invasiva para treinamento na utilização de cadeira de rodas. *RENOTE*, v. 11, n. 3, 2013.
- SEABRA, A.; DIAS, N. Avaliação neuropsicológica cognitiva: Atenção e funções executivas (vol. 1). *São Paulo, SP: Memnon*, 2012.
- SEABRA, A. et al. Modelos de funções executivas. In: SEABRA, A. G. et al. (Ed.). *Inteligência e funções executivas: avanços e desafios para a avaliação neuropsicológica*. [S.l.]: Memnon, 2014. cap. 5, p. 39–50.
- SEDÓ, M. d. P.; MALLOY-DINIZ, L. F. *Teste dos Cinco Dígitos*. [S.l.]: São Paulo: Hogrefe, 2015.
- SHAUGHNESSY, J.; ZECHMEISTER, E.; ZECHMEISTER, J. *Metodologia de Pesquisa em Psicologia*. [S.l.]: McGraw Hill Brasil, 2012. ISBN 9788580551013.
- SIMÃO, A. V. Estudo acompanhado: uma oportunidade para aprender a aprender. *Reorganização Curricular do Ensino Básico – Novas áreas curriculares.*, p. 67–90, 2002.
- SIQUEIRA, L. et al. Development of the brazilian version of the child hayling test. *Trends Psychiatry Psychother*, v. 38, n. 3, p. 164–174, 2016.
- SOARES, G. C. *Hit Co-Op – Um Jogo Colaborativo Utilizando Kinect*. 2012. Trabalho de Conclusão (Ciência da Computação) Universidade Feevale.
- SOARES, G. C.; MOSSMANN, J. B.; BEZ, M. R. Hit co-op - um jogo colaborativo utilizando kinect. *SBC - Proceedings of SBGames 2013*, 2013.
- SOMMERVILLE, I. *Software Engineering*. Seventh. [S.l.]: Addison Wesley, 2004. Hardcover. ISBN 0321210263.
- SWELLER, J.; AYRES, P.; KALYUGA, S. *Cognitive Load Theory*. [S.l.]: Springer New York, 2011. (Explorations in the Learning

Sciences, Instructional Systems and Performance Technologies). ISBN 9781441981264.

TAVARES, J. V. T. et al. Distinct profiles of neurocognitive function in unmedicated unipolar depression and bipolar ii depression. *Biological psychiatry*, Elsevier, v. 62, n. 8, p. 917–924, 2007.

THORELL, L. B. et al. Training and transfer effects of executive functions in preschool children. *Developmental Science*, Blackwell Publishing Ltd, v. 12, n. 1, p. 106–113, 2009. ISSN 1467-7687. <<http://dx.doi.org/10.1111/j.1467-7687.2008.00745.x>>.

TOLL, S. W. et al. Executive functions as predictors of math learning disabilities. *Journal of Learning Disabilities*, Sage Publications, v. 44, n. 6, p. 521–532, 2011.

TORCHIANO, M. *Package effsize*. jun. 2017. Acessado: 19 jan. 2018. <<https://cran.r-project.org/web/packages/effsize/effsize.pdf>>.

TORE, P. A. D.; RAIOLA, G. Exergames and motor skills learning: a brief summary. *International Research Journal of Applied and Basic Sciences*, v. 78, n. 5, p. 1161–1164, 2012.

TROMMER, B. L. et al. The go—no-go paradigm in attention deficit disorder. *Annals of Neurology*, Wiley Online Library, v. 24, n. 5, p. 610–614, 1988.

TROUT, J.; CHRISTIE, B. Interactive video games in physical education. *Journal of Physical Education, Recreation & Dance*, Taylor & Francis, v. 78, n. 5, p. 29–45, 2007.

TSCHANG, F. T. Videogames as interactive experiential products and their manner of development. *International Journal of Innovation Management*, World Scientific, v. 9, n. 01, p. 103–131, 2005.

TSUJIMOTO, S. The prefrontal cortex: Functional neural development during early childhood. *The Neuroscientist*, Sage Publications, v. 14, n. 4, p. 345–358, 2008.

UNIVERSITY, T. C. on the D. C. H. *The Science of Early Childhood Development: Closing the Gap Between What We Know and What We Do*. November 2007. <<http://developingchild.harvard.edu/resources/the-science-of-early-childhood-development-closing-the-gap-between-what-we-know-and-what-we-do/>>. Acessado em 8 maio 2016.

VAGHETTI, C. A. O.; BOTELHO, S. S. d. C. Ambientes virtuais de aprendizagem na educação física: uma revisão sobre a utilização de exergames. *Ciências & Cognição*, scielopepsic, v. 15, p. 76 – 88, 04 2010. ISSN 1806-5821.

VANIER, M. et al. Evaluation of left visuospatial neglect: norms and discrimination power of two tests. *Neuropsychology*, Taylor & Francis, v. 4, n. 2, p. 87, 1990.

VARVARA, P. et al. Executive functions in developmental dyslexia. 2014.

VIAPIANA, V. F. et al. Evidências de validade do subteste aritmética do tde-ii: da psicometria moderna à neuropsicologia cognitiva. *Revista Neuropsicologia Latinoamericana*, v. 8, n. 2, p. 16–26, 2016.

VISU-PETRA, L. et al. Cognitive control goes to school: The impact of executive functions on academic performance. *Procedia-Social and Behavioral Sciences*, Elsevier, v. 11, p. 240–244, 2011.

VOGLER, C. *A Jornada do Escritor: Estrutura mítica para escritores*. [S.l.]: Editora Aleph, 2015.

WAGNER, F.; ROHDE, L. A. de; TRENTINI, C. M. Neuropsicologia do transtorno de déficit de atenção/hiperatividade: Modelos neuropsicológicos e resultados de estudos empíricos. *Psico-USF*, Universidade São Francisco, v. 21, n. 3, 2016.

WECHSLER, D. *Wechsler Abbreviated Scale of Intelligence*. [S.l.]: Psychological Corporation, 1999.

WELSH, J. A. et al. The development of cognitive skills and gains in academic school readiness for children from low-income families. *Journal of educational psychology*, American Psychological Association, v. 102, n. 1, p. 43, 2010.