
INTERVENÇÃO COM EXERGAMES: EFEITOS SOBRE AS FUNÇÕES EXECUTIVAS DE CRIANÇAS EM IDADE ESCOLAR

INTERVENTION USING EXERGAMES:
EFFECTS ON THE EXECUTIVE FUNCTIONS OF SCHOOL-AGED CHILDREN

INTERVENCIÓN USANDO EXERGAMES:
EFECTOS SOBRE LAS FUNCIONES EJECUTIVAS DE NIÑOS EN EDAD ESCOLAR

*Fernanda Cerveira Fronza¹,
Elisa Pinheiro Ferrari²,
Kamyla Thais Dias Freitas³,
Fernando Luiz Cardoso⁴*

RESUMO

Em virtude da sua interface, a prática de exergames inclui habilidades motoras que envolvem uma gama de feedbacks sensoriais, amplitudes de movimento ajustáveis, níveis de velocidade e precisão, e também uma variedade de tarefas cognitivas e motoras. Assim sendo, têm se verificado a associação do uso dos exergames com questões cognitivas. Este é um estudo experimental com intervenção e período de acompanhamento longitudinal prospectivo de dois meses, controlado e duplo-cego. 64 crianças escolares entre 8 e 10 anos foram distribuídas de forma randomizada em grupo experimental (n=25) e controle (n=23). O grupo experimental, sempre monitorado por dois pesquisadores, vivenciou um protocolo constituído pelos exergames em 18 sessões de 20 e 30 minutos em substituição a algumas aulas de educação física curricular. Nos pré e pós-testes utilizou-se de um questionário sócio demográfico, o Teste de Atenção Concentrada d2 o Teste de Trilhas e o desempenho escolar institucional. A intervenção de forma geral não teve influência nas variáveis cognitivas avaliadas nos dois grupos homogêneos, no entanto, encontraram-se interações entre idade e sexo para a variável função executiva relacionada à flexibilidade cognitiva, indicando um efeito positivo da intervenção para os meninos com a idade de 10 anos.

PALAVRAS-CHAVE: Jogos de simulação. Processo cognitivo. Alunos. Neuropsicopedagogia.

¹ Doutora em Educação - Universidade do Estado de Santa Catarina (UDESC) - Florianópolis, SC - Brasil. **E-mail:** fernandacfronza@gmail.com.

² Doutora em Ciências do Movimento Humano - Universidade do Estado de Santa Catarina (UDESC) - Florianópolis, SC - Brasil. Docente da Universidade Católica de Brasília (UCB) - Brasília, DF - Brasil. **E-mail:** elisaferrari@hotmail.com.

³ Mestre em Ciências do Movimento Humano - Universidade do Estado de Santa Catarina (UDESC) - Florianópolis, SC - Brasil. Doutoranda em Educação, Comunicação e Tecnologia - Universidade do Estado de Santa Catarina (UDESC) - Florianópolis, SC - Brasil. **E-mail:** kamyla.freitas@outlook.com.

⁴ Doutor em Sexualidade Humana - Institute for Advanced Study in Human Sexuality (IASHS) - San Francisco, EUA. Docente da Universidade do Estado de Santa Catarina (UDESC) - Florianópolis, SC - Brasil. **E-mail:** fernandocardoso.ph.d.lagesc@gmail.com

Submetido em: 22/11/2018 - **Aceito em:** 26/11/2019

ABSTRACT

Because of its interface, the practice of exergames includes motor skills that involve a wide range of sensory feedback, adjustable range of motion, speed and accuracy levels, as well as a variety of cognitive and motor tasks. Thus, the association of the use of exergames with cognitive issues has been verified. This is an experimental study with intervention with a prospective longitudinal follow-up period of two months, controlled and double-blind. 64 school children between 8 and 10 years old were randomly assigned to an experimental (n = 25) and control group (n = 23). The experimental group, always monitored by two researchers, experienced a protocol consisting of exergames in 18 sessions of 20 and 30 minutes, replacing some curricular physical education classes. In the pre and post-tests a socio-demographic questionnaire was used, the Test of Concentrated Attention d2, Trail Making Test and the institutional school performance. Intervention, in general, did not influence the cognitive variables evaluated in the two homogeneous groups; however, age-sex interactions were found for the variable executive function related to cognitive flexibility, indicating a positive effect of the intervention for boys with age of 10 years.

KEYWORDS: Simulation games. Cognition process. Students. Neuropsychology.

RESUMEN

En virtud de su interfaz, la práctica de exergames incluye habilidades motoras que involucran una amplia gama de feedback sensorial, amplitudes de movimiento ajustables, niveles de velocidad y precisión, y también una variedad de tareas cognitivas y motoras. Así se han verificado la asociación del uso de los exergames con cuestiones cognitivas. Este es un estudio experimental con intervención con un período de seguimiento longitudinal prospectivo de dos meses, controlado y doble ciego. 64 niños de entre 8 y 10 años fueron distribuidos de forma aleatoria en grupo experimental (n = 25) y control (n = 23). El Grupo experimental, siempre monitoreado por dos investigadores, experimentó un protocolo constituido por los exergames en 18 sesiones de 20 y 30 minutos en sustitución a algunas clases de educación física curriculares. En el pre y post tests se utilizó un cuestionario socio demográfico, el Test de Atención Concentrada d2 el Test de Pistas y el desempeño escolar institucional. La intervención de forma general no tuvo influencia en las variables cognitivas evaluadas en los dos grupos homogéneos, sin embargo, se encontraron interacciones entre edad y sexo para la variable función ejecutiva relacionada con la flexibilidad cognitiva, indicando un efecto positivo de la intervención para los niños con la edad de 10 años.

PALAVRAS-CLAVE: Jogos de simulação. Processo cognitivo. Alunos. Neuropsicopedagogia.

1. INTRODUÇÃO

Os exergames foram criados pela combinação dos jogos de vídeo com aparelhos de ginástica, objetivando uma proposta mais lúdica e interativa a partir de avanços tecnológicos (SINCLAIR et al., 2007; STAIANO; CALVERT, 2011). Assim, os exergames são consoles que se diferenciam dos jogos sedentários devido ao esforço físico, ao maior gasto energético e às capacidades motoras exigidas pelo jogo, como a resistência, a coordenação de membros superiores e inferiores, a velocidade, a força, o equilíbrio e a flexibilidade (BIDDISS; IRWIN, 2010; DEUTSCH et al. 2011). Em virtude da sua interface, os exergames incluem habilidades motoras que envolvem uma gama de feedbacks sensoriais, amplitudes de movimento ajustáveis, níveis de velocidade e precisão, e uma variedade de tarefas cognitivas e motoras (SALEM et al., 2012). Os jogos virtuais não só oferecem a prática em tempo real de tarefas motoras, mas também a oportunidade de se envolver em movimentos intensivos relacionados com os interesses da vida cotidiana (TEASELL et al., 2009; YEN et al., 2011).

Nesse sentido, em decorrência das suas potencialidades, têm se verificado a associação do uso dos exergames com questões cognitivas, na qual os estudos têm confirmado a sensibilidade da função executiva ao treinamento aeróbio (BLAIR et al., 2007; BEST, 2010; BEST, 2012). Além disso, outras funções cognitivas também podem ser desenvolvidas pelo uso de jogos, como a percepção visual e espacial (FLYNN et al. 2014; BEST, 2012; RIVERO et al., 2012), pois estas são requisitadas em jogos com ritmo acelerado, com componentes de imprevisibilidade e um nível de dificuldade adequado, criando situações-problema ao jogador que estimulam o desenvolvimento das funções supracitadas. Ademais, os exergames também podem melhorar diretamente o funcionamento cognitivo, em particular as funções executivas do cérebro, que estão diretamente relacionadas ao aprendizado (STAIANO;CALVERT, 2011).

“As funções executivas são as habilidades cognitivas necessárias para controlar e regular pensamentos, emoções e ações (MORTON, 2013, p. 4)”, sendo estas indispensáveis para completar a maior parte de tarefas cotidianas que requerem uma combinação efetiva de diversos tipos de habilidades destas funções. Dentre as suas categorias de competências principais podem ser listadas: Memória de Trabalho, Controle Inibitório e Flexibilidade Cognitiva ou Mental (DIAMOND; LEE, 2011; CENTER ON THE DEVELOPING CHILD AT HARVARD UNIVERSITY, 2011).

As funções executivas são influenciadas pela hereditariedade e pelas oportunidades de vivências sociomotoras moduladas pela diversidade dos indivíduos (CENTER ON THE DEVELOPING CHILD AT HARVARD UNIVERSITY, 2011). Ademais, as funções executivas podem ser um importante indicador do desempenho futuro escolar com base na relação existente entre o baixo nível de funções executivas na infância e o desempenho cognitivo na adolescência e maturidade (CENTER ON THE DEVELOPING CHILD AT HARVARD UNIVERSITY, 2011).

A relação dos jogos eletrônicos com o aprendizado tem sido discutida e estudos com delineamento experimental observaram que crianças e adolescentes que jogaram os exergames obtiveram implicações cognitivas significativas que potencialmente repercutiram no seu desempenho acadêmico (BEST, 2012; FLYNN et al. 2014). Esses autores observaram, também, que os exergames podem ser direcionados para eliciar funções executivas específicas, representadas pelo envolvimento cognitivo por meio do uso de determinados parâmetros, como o aumento da complexidade de certos aspectos do jogo (por exemplo, as regras do jogo, a velocidade e a coordenação das respostas).

Dessa forma, no âmbito educacional, o impacto da funcionalidade dos exergames tem sido investigada como um possível recurso para incremento do desempenho acadêmico, na medida em que as habilidades motoras trabalhadas nestes jogos ativos e interativos, podem

ser também transferidas para outras atividades cognitivas, como a consciência espacial, atenção e compreensão de relacionamento de causa-efeito, resposta a um *feedback* visual, planejamento de ações, compreensão dos limites espaciais e criação de um mapa cognitivo de seus movimentos corporais em relação ao jogo (DI TORE; RAIOLA, 2012).

Diante dessas evidências, os exergames representam uma categoria diferenciada de jogos digitais, pois são jogos fisicamente ativos e podem ter o maior potencial de impacto sobre as funções executivas com base na combinação de exercício físico e do envolvimento cognitivo do vídeo game tradicional, visto que a aptidão física melhora de forma robusta as funções cognitivas do cérebro, já que os mesmos sistemas cerebrais são importantes para ambas as funções, cognitivas e motoras (DIAMOND, 2000, STAIANO; CALVERT, 2011; FLYNN et al., 2014). Isto posto, o objetivo deste estudo é identificar possíveis influências de uma intervenção com exergames sobre a função executiva de escolares sem experiência prévia com este tipo de experiência digital, avaliando as possíveis interferências por faixa etária e comparando o desempenho dos jogadores de exergames com aqueles que não tiveram acesso a essa tecnologia.

2. MÉTODO

2.1 Caracterização do estudo

Este estudo caracteriza-se como experimental com intervenção e um período de acompanhamento longitudinal prospectivo, controlado e duplo-cego (HOCHMAN et al., 2005) desenvolvido a partir de um grande projeto intitulado "Exergames: estudo de aspectos motores e cognitivos na escola", aprovado pelo Comitê de Ética em Pesquisa Humana da Universidade Estadual de Santa Catarina (UDESC), processo número 1.478.305 / 2016, alocado no Laboratório de Gênero, Educação, Corporeidade e Sexualidade – LAGESC/UDESC.

2.2. Participantes

Foram incluídos no estudo alunos entre 8 e 10 anos de idade do 3º ao 5º ano do ensino fundamental de uma escola estadual localizada no município de Florianópolis, selecionados de forma intencional, no ano letivo de 2016.

Para a seleção dos participantes foram convidados a integrar o estudo todos os escolares matriculados nos referidos anos, os que manifestaram interesse em participar da pesquisa mediante a entrega do termo de consentimento livre e esclarecido (TCLE) assinado pelos pais ou responsáveis responderam um questionário de *anamnese* informando a sua experiência prévia com exergames. A partir desse questionário, somente as crianças que relataram nunca ter jogado essa categoria de jogos participaram da randomização do sorteio para a composição dos grupos, controle e intervenção. Assim, o critério principal de inclusão

foi ser escolar e não ter experiência prévia com essa realidade digital. Para cada grupo foram sorteados seis alunos por turma, um a mais em caso de desistência. Cada ano escolar foi composto por duas turmas, uma vespertina e outra matutina, totalizando 72 escolares oriundos de seis turmas. Dos 96 estudantes convidados a participar do estudo, 64 apresentaram o TCLE e assinaram o termo de assentimento (TA) representando 66,6% de taxa de retorno. Os 64 participantes foram distribuídos em grupo experimental (32) e controle (32), os quais completaram as avaliações dos pré-testes e ao final do estudo no grupo experimental (25) e controle (23).

2.3 Medidas

A fim de caracterizar os participantes, foi desenvolvido um questionário pelos pesquisadores, composto por 10 perguntas relacionadas às experiências prévias com Exergames como: tempo gasto em jogos de vídeo game e jogos ativos, bem como, as suas preferências. Os demais instrumentos de pesquisa para avaliação da cognição estão descritos a seguir:

a) Teste de atenção concentrada d2

Este teste avalia a atenção concentrada, a capacidade de concentração e a análise da flutuação da atenção. A aplicação deste instrumento consiste em o avaliado marcar em uma folha com 14 linhas todas as letras “d” acompanhadas de dois traços em cima, dois traços em baixo ou um em cima e um em baixo, misturados a outros análogos. Para cada linha é dado um tempo de 20’, sendo que ao término desse, é solicitado que o respondente avance para a próxima linha e assim sucessivamente, até a conclusão do tempo total, quatro minutos e quarenta segundos (BRICKENKAMP, 2000).

Os resultados são analisados de acordo com as variáveis, resultado bruto (RB) referente ao número de sinais examinados sem considerar os erros, o qual indica a rapidez de desempenho no teste; total de erros (TE), a soma dos erros das 14 linhas do teste; a porcentagem de erros (E%) é o TE convertido em porcentagem e indica o quanto a rapidez não é acompanhada pela precisão e o resultado líquido (RL) obtido pela diferença entre o RB e o TE, o total de acertos, sugerindo a qualidade de atenção (BRICKENKAMP, 2000).

O teste d2 é uma medida internamente consistente e válida de precisão e velocidade de varredura visual (BATES;LEMAY, 2004).

b) Teste de trilhas

O *Teste de Trilhas* é um instrumento que avalia dentro das funções executivas a percepção e atenção visual, a velocidade e o rastreamento visiomotor, a atenção sustentada

e a velocidade de processamento e, por fim, a flexibilidade cognitiva. Trata-se de um teste composto por duas partes, a primeira, chamada de “A” compreende duas atividades, uma para letras e uma para números separadamente. São apresentadas 12 letras (de ‘A’ a ‘L’) ou 12 números (de ‘1’ a ‘12’) dispostos de forma aleatória em que o participante deve ligá-los em conformidade com as ordens alfabéticas e numéricas, respectivamente em um tempo de 1 minuto para cada atividade; a segunda parte, chamada de “B” consta da apresentação de letras e números randomicamente dispostos em uma folha. São 24 itens dispostos em 12 letras (‘A’ a ‘L’) e 12 números (‘1’ a ‘12’) sendo que o respondente deve ligar os itens seguindo alternadamente a sequência alfabética e numérica num tempo de 1 minuto. A partir dos resultados são contabilizadas para cada parte do teste, o número de sequências corretas, número de itens ligados corretamente, escore bruto que será convertido em uma pontuação padrão de acordo com a idade (MONTIEL; CAPOVILLA, 2007).

O referido teste foi verificado e validado na versão em português por Montiel e Seabra (2009) nas seguintes dimensões: parte A (busca visual) e parte B (atenção, velocidade e flexibilidade cognitiva).

c) Desempenho escolar

O desempenho escolar foi avaliado por meio da média das notas do 3º e 4º bimestre, período no qual a intervenção foi aplicada, nas disciplinas de português, matemática, história, geografia e ciências obtidas junto à secretaria da escola.

2.4 Protocolo de intervenção

O protocolo de intervenção, apresentado na figura 1, consistiu de 18 sessões, três de adaptação e 15 como parte do protocolo de análise, desenvolvidas duas vezes por semana, com duração entre 20 e 30 minutos, durante as aulas de Educação Física curriculares.

A seleção dos jogos para a intervenção obedeceu aos seguintes critérios: (a) poder ser jogado em dupla; (b) ter uma duração determinada, ou seja, o participante executa a sua ação e, independente do seu desempenho, terá o mesmo tempo de jogo que os demais; (c) ter o desempenho atribuído essencialmente pelo jogador. Desta forma, os jogos utilizados foram *Kinect Sports1* (Modalidade: Atletismo e futebol), *Kinect Sports 2* (Esqui, Tênis e Dardo), *Kinect adventure*. Todas as sessões foram monitoradas por dois colaboradores bolsistas de iniciação científica previamente orientados. Mais detalhes ver Figura 1.

As coletas de dados aconteceram em dois momentos, antes e após a intervenção pelos mesmos profissionais que foram capacitados na aplicação do teste e os quais não participaram da aplicação do protocolo de intervenção. Assim sendo, os avaliadores não conseguiam identificar os integrantes do Grupo de Intervenção do grupo controle.

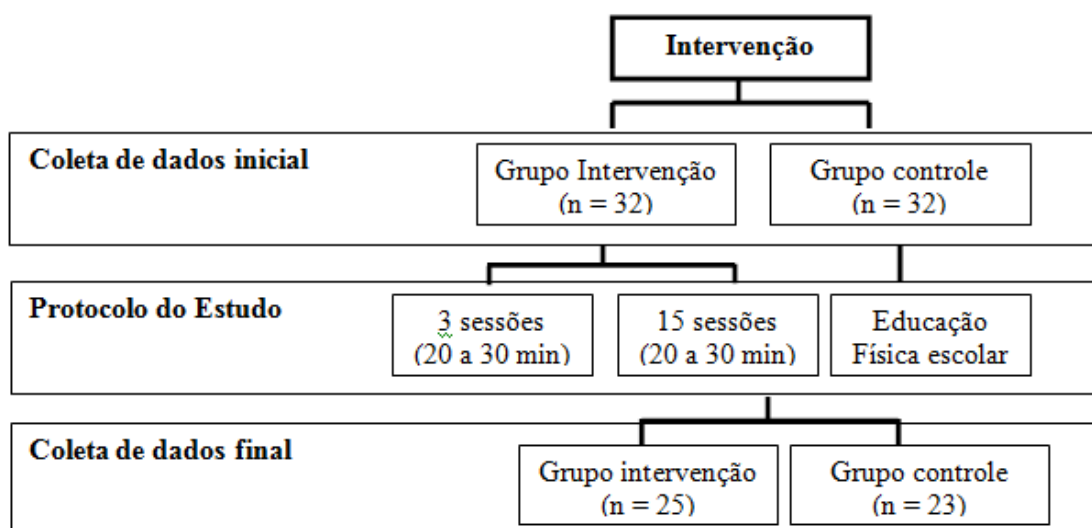


Figura 1. Fluxograma do protocolo de intervenção.

2.5 Análise Estatística

Num primeiro momento, a fim de verificar a distribuição dos dados, foi realizado o teste de *Shapiro-Wilks*. Em seguida, utilizou-se a estatística descritiva por meio dos valores de média, desvio-padrão e frequência relativa e absoluta para a caracterização dos participantes do estudo. As diferenças entre os grupos controle e intervenção para as variáveis, idade, desempenho escolar e função executiva foram verificadas por meio do teste *U de Mann Whitney*. O teste de Qui-quadrado foi aplicado para analisar as possíveis associações entre as variáveis, sexo (masculino e feminino), grupo (intervenção e controle) e faixa etária (8, 9 e 10 anos).

A fim de determinar o efeito da intervenção foi utilizada a análise de covariância (ANCOVA), e tal escolha justifica-se, pois, possibilita explicar o efeito de uma coisa sobre a outra. Nesse caso foi utilizada para melhor esclarecer qual o efeito dos jogos sobre os parâmetros analisados nos grupos experimental e controle (no formato pré e pós teste). A variável dependente foram os escores cognitivos, a variável independente o sexo e a covariável foi o percentual de frequência.

Os dados foram tabulados e analisados no programa estatístico *Statistical Package for Social Sciences* (SPSS IBM Inc., Chicago, USA) versão 20.0 for *Windows*[®]. Para todas as análises foi adotado um nível de significância de 5%.

A amostra final mostrou poder estatístico para identificar o tamanho do efeito igual ou superior a 0,10 na análise ajustada de variância com o grupo (experimental e controle) em função do tempo (linha de base e acompanhamento comparações, considerando-se uma correlação inter-medida conservadora de 0,1) (<http://www.gpower.hhu.de/>). As análises

realizadas tiveram um poder estatístico superior a 70% e 5% de nível de significância para testes bicaudais.

2. RESULTADOS

Dos 64 participantes iniciais, 32 escolares no grupo experimental e 32 no grupo controle, somente 23 (12 meninos e 11 meninas) no grupo controle e 25 (12 meninos e 13 meninas) no grupo experimental com idades entre 8 e 10 anos finalizaram a intervenção e foram analisados no pós-teste. Este total representa um percentual de 75% de permanência no experimento. As perdas amostrais foram atribuídas à desistência por motivos pessoais, número excessivo de faltas nas sessões (mais de 30%) e ausência nas avaliações do pós-teste (Figura 2).

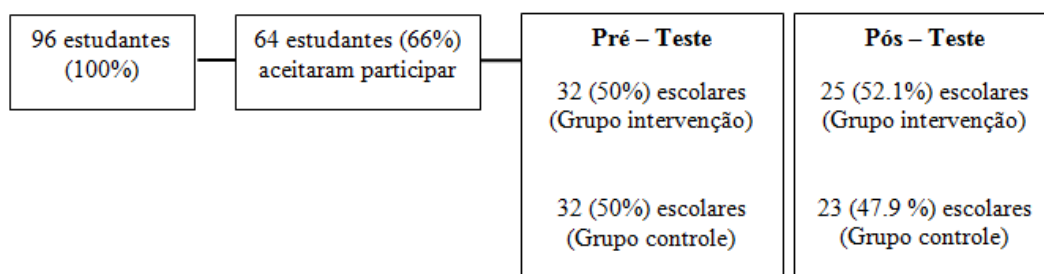


Figura 2. Fluxograma da distribuição dos participantes no decorrer do estudo.

Fonte: dados da pesquisa, 2018

Os resultados das características gerais dos estudantes no pré-teste apontam que não houve diferenças estatisticamente significantes quando comparados os valores do pré-teste para os grupos intervenção e controle (p -valor > 0,05), o que indica que no início da intervenção os grupos eram homogêneos, inclusive quanto as variáveis sexo e faixa etária, apresentando uma distribuição semelhante (Tabela 1).

Tabela 1. Caracterização dos escolares no pré-teste quanto ao sexo, faixa etária, idade, função executiva. Florianópolis, SC, Brasil, 2016.

Variáveis	GI (n=25)	GC (n=23)	Valor <i>p</i> *	Geral (n=48)
	% (n)	% (n)		%(n)
Sexo				
Masculino	48,0 (12)	52,2 (12)	0,78	50,0 (24)
Feminino	52,0 (13)	47,8 (11)		50,0 (24)
Faixa etária				
8 anos	28,0 (7)	21,7 (5)	0,83	25,0 (12)
9 anos	20,0 (5)	30,4 (7)		25,0 (12)
10 anos	52,0 (13)	47,8 (11)		50,0 (24)
Variáveis	GI (n=25)	GC (n=23)	Valor <i>p</i> *	Geral (n=48)
	Média (dp)	Média (dp)		Média (dp)
Idade (anos)				
	9.2 (0.8)	9.2 (0.8)	1.0	9.3 (0.8)
Desempenho Escolar				
Disciplina Português	7,5 (1,3)	7,1 (1,2)	0.3	7.4(1.3)
Disciplina Matemática	7,3 (1,3)	6,5 (1,6)	0.1	6,9(1.6)
Disciplina Ciências	7,5 (1,2)	6,7 (1,7)	0.1	7,2(1.6)
Disciplina História/Geografia	7,5 (1,2)	7,4 (1,1)	0.7	7,5(1.2)
Função Executiva				
TTA	89.2 (35.1)	81.7 (41.5)	0.8	85.5(38.1)
TTB	105.8 (16.2)	106.6 (19.4)	0.8	106.1(17.5)
RL	224.5(88.0)	187.3(90.0)	0.2	220.4(11.0)
RB	295.4(113.6)	261.5(107.5)	0.4	279.6(16.5)
TE	59.2(56.2)	51.5(61.6)	0.2	59.2(8.7)
E%	18.9 (11.1)	19.5(14.9)	1.0	19.3(1.9)

GI: grupo intervenção; GC: grupo controle; TTA: teste de trilhas parte A; TTB: teste de trilhas parte B; RL: Resultado líquido; RB: Resultado bruto; TE: total de erros; E%: porcentagem de erros; *dp*: desvio padrão, %: frequência relativa e *n*: frequência total; **p*-valor do Teste *U de Mann Whitney*; ***p*-valor do teste qui-quadrado.

Fonte: Dados da pesquisa, 2018

Os efeitos da intervenção foram expressos pelo delta das diferenças entre o pós-teste e o pré-teste para as variáveis de função executiva (TTA e TTB; RB, RL, TE e E%). Não foram identificadas diferenças significantes entre as médias das diferenças ajustadas para os grupos na maioria das variáveis com exceção do resultado bruto (RB) demonstrando que o grupo controle apresentou as maiores diferenças entre o pós e o pré-teste (*p*-valor<0,01). Esse dado indica que o grupo controle teve um melhor resultado para qualidade da discriminação do estímulo. Foram encontradas interações entre idade para a variável TTA (*p*-valor<0,01), ou seja, a variável idade, quando avaliada separadamente das demais no modelo, apresentou resultados diferenciados para os efeitos intervenção na função cognitiva dos meninos representada pela flexibilidade cognitiva (além de percepção e atenção visual, a velocidade e

o rastreamento visiomotor que são averiguadas pelo teste de trilhas parte A) com a idade de 10 ($p= 0,054$) (Tabela 2).

Tabela 2. Efeito da intervenção na função cognitiva dos escolares. Florianópolis, SC, Brasil, 2016.

		Diferenças entre experimental e controle		Diferenças ajustadas entre os grupos		Interação	
		Experimental (n=25)	Controle (n=23)	Diferença ajustada (n=48)	Valor p	Grupo vs Sexo Valor p	Grupo vs Idade Valor p
		Media (IC 95%)	Media (IC 95%)	Media (IC 95%)			
Funções executivas	TTA	13,2 (-1.0-27.5)	13,3(-1.0-27.5)	0,1 (-0,4-0.6)	0.92	0.9	<0.01
	TTB	8.1(1.7-14.5)	7.8(1.53-14.2)	-0,2 (-0.5-0.02)	0.12	0.1	0.7
Atenção	RB	-9.4(-44.0-25.2)	1.5(-32.7-35.7)	10.9 (0.8-21.0)	<0.01	0.1	0.3
	RL	-13.1(-43.3-17.1)	-5.7(-35.6-24.1)	7.3 (-1.0-15.7)	0.08	0.8	0.3
	TE	-24.3 (-41.0(-7.4))	-23.0 (-39.5(-6.3))	1.33 (0.43-3.09)	0.28	0.5	0.9
	E%	-4.9(-9.0(-0.88))	-5.0(-9.0(-0.9))	-7.3 (-24.4-9.8)	0.88	0,3	0,9

IC: intervalo de confiança; TTA: teste de trilhas parte A; TTB: teste de trilhas parte B; RL: Resultado líquido; RB: Resultado bruto; TE: total de erros; E%: porcentagem de erros Valor p da ANCOVA ajustada por cada indicador das variáveis da função executiva no baseline, sexo, notas nas disciplinas de português, matemática, ciências e história/geografia) (Ajuste para comparações múltiplas: Bonferroni).

Fonte: Dados da pesquisa, 2018

3 DISCUSSÃO

O estudo investigou a possível influência de uma intervenção com exergames sobre a função executiva de crianças em uma escola de Florianópolis-SC. Os grupos controle e intervenção foram comparados entre si quanto à faixa etária, sexo, idade, desempenho escolar e funções cognitivas, observando-se que no início do estudo mantiveram semelhanças em suas composições, confirmadas pela análise estatística (sem diferenças significativas).

Os exergames, nesta população avaliada, não parecem ter sido um estímulo suficiente para produzir mudanças nas funções cognitivas, pois as alterações ocorridas aconteceram espontaneamente no grupo controle, que não sofreu intervenção. Nesse grupo foram identificadas modificações, no pré e pós-teste, na variável de atenção, o resultado bruto (RB), que sinaliza uma melhor prontidão de fazer uma tarefa, ainda que na realização dessa

ocorram erros que comprometam a qualidade da sua execução. Isso significa que o grupo controle foi potencialmente mais eficiente na identificação semelhante dos itens avaliados, mas que isso qualitativamente não representou necessariamente os itens corretos, já que reflete a capacidade atenção no rastreamento visual. Esse resultado em favor do grupo controle pode ter sido pelo efeito dessensibilizador de uma prática sistemática nos participantes do grupo intervenção, pois estes já estavam mais acostumados aos estímulos e direcionaram menor atenção a uma situação muito conhecida, em relação àqueles que não conheciam o estímulo anteriormente.

Ademais, cabe destacar que as funções executivas são sensíveis a inúmeras variáveis e existem, portanto, algumas possibilidades de interferências sobre essas, que não foram controladas e que podem justificar a melhora de um grupo em detrimento de outro, como prática de atividades físicas aeróbicas fora da escola e o uso de outros recursos tecnológicos como tablets e celulares com jogos eletrônicos, que também figuram como variáveis de covariação e que não foram controladas pelos pesquisadores. Além disso, o tempo de intervenção não parece ter sido suficiente para produzir modificações cognitivas no grupo experimento.

As funções executivas são geralmente definidas hereditariamente, entretanto, sofrem também influência do ambiente, especialmente dos primeiros estímulos ambientais os quais as crianças experimentam. Tais estímulos serão reflexos que interferirão sobre a forma pela qual esse potencial genético será expresso nos circuitos cerebrais, responsáveis pelas capacidades dessas funções por toda a vida. Assim, as funções executivas serão desenvolvidas por meio da prática e reforçadas pelas experiências de vida individuais por meio das quais elas serão aplicadas e moldadas (CENTER ON THE DEVELOPING CHILD AT HARVARD UNIVERSITY, 2011).

Ainda que se tenha observado modificações no grupo intervenção, o desempenho nos testes cognitivos não foi diferente entre os grupos de modo geral, o que permite considerar que os exergames podem ser uma estratégia interessante para profissionais de educação física e educadores, na medida em que os grupos também se mantiveram homogêneos na maioria das variáveis, ou seja, o grupo exposto à intervenção, que deixou de fazer parte das sessões de Educação Física, não perdeu em relação ao controle. Sabe-se que o desempenho aeróbico tem relação direta com o desenvolvimento das funções executivas (DIAMOND; LEE, 2011), portanto, os jogos selecionados podem não ter representado estímulo suficiente para terem modificado padrões em relação à aptidão cognitiva dessas crianças, mas sim as manteve em igualdade com aqueles que estiveram regularmente em todas as aulas de Educação Física.

A idade se mostrou uma variável que sofre interação com as funções executivas (variável TAA) nos meninos do grupo intervenção com a idade de 10 anos. Isso representa que esse grupo, com essa faixa etária, foi mais sensível ao estímulo dos exergames nas funções executivas que trabalham principalmente a percepção e atenção visual, a velocidade e o rastreamento visiomotor, a atenção sustentada e a velocidade de processamento.

Como esperado, as crianças mais velhas tiveram melhor desempenho, já que as funções executivas começam a se desenvolver a partir de 1 ano de vida, se intensificam com maior efeito entre 5 a 7 anos de idade e depois continuam o processo até a adolescência (BEST et al., 2011). Ademais, estas funções executivas vão também se tornando mais autogeridas, com mais controle reativo e proativo (as crianças se ajustam aos eventos conforme ocorrem e podem prever e se preparar para eventos, respectivamente) (MUNAKATA et al., 2013), sendo esses fatores especialmente importantes para jogadores de games.

Os meninos podem ter tido melhores resultados justificados pelo maior interesse e motivação deles em relação à proposta do estudo do uso de exergames. Esses resultados concordam com Greenberg et al. (2010), que investigaram uso e preferência de jogos de videogame entre os sexos, encontrando que os meninos jogavam videogame significativamente mais do que as meninas, sendo que, semanalmente, a média de horas que os meninos utilizavam o videogame chegava ao dobro das horas quando comparado com a utilização das meninas. Embora os meninos do estudo não tivessem acesso a estes dispositivos em casa, sempre que oportunizados de jogar, eles otimizaram seu tempo de uso para aproveitar os exergames disponíveis na escola no período do estudo.

Embora na população estudada não se tenha encontrado a melhora esperada no grupo experimental a partir dos testes cognitivos aplicados, outros estudos destacam a importância de se trabalhar com funções executivas na escola. Estudos como o de Riggs, Greenberg et al. (2006) foram um dos pioneiros a comprovar a importância de programas que utilizam de maneira aplicada essas funções em ambiente escolar. Os autores demonstraram que aqueles escolares de 7 a 9 anos que estavam sendo acompanhados pelo programa *PATHS (Promoting Alternative Thinking Strategies)* em 1 ano demonstraram menos problemas comportamentais e melhora nas funções executivas.

Corroborando com esta justificativa de uma intervenção escolar positiva, Bierman, Domitrovich et al. (2008) sugerem ainda que os programas precoces para desenvolver as funções executivas nas escolas podem ter efeitos fortes e duradouros sobre a aprendizagem e comportamento de crianças em países com deficiência socioeconômica. Esse entendimento, para Dias e Seabra (2015) é especialmente relevante para o contexto nacional, já que os estudantes das escolas públicas brasileiras tendem a ter baixas condições

socioeconômicas e as intervenções dessa natureza podem ser especialmente importantes no desenvolvimento das funções executivas desta população.

Os autores inferem, também, que os exergames podem ser condicionados para trabalhar as funções executivas, representadas pelo envolvimento cognitivo recorrendo ao uso de parâmetros, como, por exemplo, aumentar a complexidade de certos aspectos do jogo (as regras do jogo, a velocidade e a coordenação das respostas). Outras funções cognitivas também desenvolvidas pelo uso de jogos são a percepção visual e espacial. Essas são requisitadas em jogos com ritmo acelerado, com componentes de imprevisibilidade e um nível de dificuldade adequado, criando situações-problema ao jogador que facilitam o desenvolvimento destas funções (FLYNN et al. 2014; BEST, 2012; RIVERO et al., 2012).

No entanto, esse impacto sugerido em estudos internacionais não foi encontrado neste estudo realizado no Brasil. Entre as limitações do estudo destacam-se as impossibilidades de controle das variáveis que poderiam interferir no estudo (por exemplo, crianças que tenham experimentado exergame em outro ambiente), bem como o uso de jogos eletrônicos em tablets e celulares ao longo do tempo da intervenção. Ademais, o número de 18 sessões pode ter sido insuficiente para produzir modificações cognitivas em crianças que nunca tinham antes experimentado esta prática.

Um aspecto a ser testado em futuros protocolos é a possibilidade de estratificar os níveis de dificuldade, conforme a individualidade de cada aluno, para jogos nos quais se permitam fases ou incrementos, dado este que pode ter estabilizado o ganho aeróbico nesta amostra, com o passar da intervenção. Sugere-se em outras pesquisas o controle de variáveis como: sobrecarga, estímulo, variabilidade e escolha de jogos do tipo abertos “esportes/jogos fechados” (*self paced* ritmo próprio) e “esportes/jogos abertos” (*externally paced- ritmo externo*) (SINGER, 2000), intervenção no contraturno, motivação para a criança escolher diferentes jogos ou ficar o tempo que queira no jogo que tiver interesse.

4 CONSIDERAÇÕES FINAIS

A proposta do uso de uma intervenção com exergames sobre a função executiva de escolares não foi capaz de produzir mudanças no grupo experimental que deixou de participar de todas as sessões de Educação Física. No entanto, observou-se a manutenção das potencialidades cognitivas quando comparados com o grupo que realizou apenas as aulas curriculares de Educação Física tradicional, na medida em que mantiveram os mesmos efeitos sobre os parâmetros cognitivos observados. O grupo controle mostrou-se diferente da intervenção somente na prontidão em relação à discriminação dos estímulos, o que pode ter sido atribuída ao efeito dessensibilização causado pela intervenção na atenção do grupo experimental que teve enfadonha exposição aos estímulos digitais ao longo de dois meses e

variáveis não controladas pelos pesquisadores como atividades físicas aeróbicas ou até mesmo acesso a jogos eletrônicos em outros dispositivos móveis.

As funções executivas sofreram interação com a idade, já que os meninos do grupo intervenção com 10 anos de idade foram melhores em aspectos que avaliam a percepção e atenção visual, a velocidade e o rastreamento visiomotor, a atenção sustentada e a velocidade de processamento. A partir desses resultados parciais, podemos concluir que os estímulos digitais selecionados nesse estudo tiveram maior efeito em crianças do sexo masculino e mais velhas, isso nos leva a pensar na importância da seleção dos estímulos digitais apropriados para os próximos estudos de intervenção dessa natureza, considerando-se o nível de dificuldade cognitiva e especificidade de conteúdo e gênero contida nos exergames selecionados. Isto é, os próximos estudos experimentais precisam levar em consideração tais características de cada exergames quando o estudo incluir tamanha variedade de idade, sexo e gênero.

REFERÊNCIAS

- BATES, Marsha E.; LEMAY, Edward. The d2 Test of Attention: construct validity and extensions in scoring techniques. **Journal of the International Neuropsychological Society**, v. 10, p. 392–400, 2004.
- BEST, John. Effects of physical activity on children’s executive function: contributions of experimental research on aerobic exercise. **Developmental Review**, n. 30, p. 331–351, 2010.
- BEST, John. Exergaming immediately enhances children’s executive function developmental psychology. **American Psychological Association**, v. 48, p. 1501-1510, 2012.
- BIDDISS, Elaine; IRWIN, Jennifer. Active video games to promote physical activity in children and youth. **Archives of Pediatrics & Adolescent Medicine**, v. 164, p. 664-672, 2010.
- BIERMAN, Karen, L.; NIX, Robert; GREENBERG, Mark; BLAIR, Clancy; DOMITROVICH, Celene, E. Executive functions and school readiness intervention: impact, moderation, and mediation in the Head Start REDI program. **Development and Psychopathology**, v. 20, p. 821-843, 2008.
- BLAIR, Clancy.; RAZZA, Rachel, P. Relating effortful control executive function, and false belief understanding to emerging math and literacy ability in kindergarten. **Child dev.**, v. 78, n. 2, p. 647-63, 2007.
- BRICKENKAMP, Rolf. **Teste d2 de atenção concentrada: manual, instruções, avaliação e interpretação**. São Paulo: CETEPP, 2000.

CENTER ON THE DEVELOPING CHILD AT HARVARD UNIVERSITY. **Construindo o sistema de “Controle de Tráfego Aéreo” do cérebro**: como as primeiras experiências moldam o desenvolvimento das funções executivas. Cambridge: Center on the Developing Child at Harvard University, 2011.

DEUTSCH, Judith E; BRETTLER, Arielle; SMITH, Caroline; WELSH, Jamie; JOHN, Roshan; GUARRERA-BOWLBY Phyllis; Kafri, Michael. Nintendo wii sports and wi fit game analysis validation and application to stroke rehabilitation. **Topics in stroke rehabilitation**, v. 18, n. 6, p. 701-709, 2011.

DI TORE, Pio Alfredo.; RAIOLA, Gaetano. Exergames in motor skill learning. **Journal of physical education and sport**, v. 12, n. 3, p. 358-361, 2012.

DIAMOND, Adele. Effects of physical exercise on executive functions: going beyond simply moving to moving with thought. **Ann Sports Med Res**, v. 2, n. 1, p. 959-964, 2011.

DIAMOND, Adele; LEE, Kathleen. Interventions shown to aid executive function development in children 4 to 12 years old. **Science**, v. 6045, n. 959, p. 959-964, 2011.

DIAS, Natália.; SEABRA, Alessandra. The promotion of executive functioning in a brazilian public school: a pilot study. **Spanish Journal of Psychology**, v. 18, n. 8, p. 1-14, 2015.

FINN, Amy S; KRAFT, Matthew A; WEST Martin R; LEONARD, Julia A.; BISH, Crystal E; MARTIN Rebecca E.; SHERIDAN, Margaret A; GABRIELI, Christopher F. O; GABRIELI, John D. E. Cognitive skills, student achievement tests, and schools. **Psychol Sci**, v. 25, n. 3, p. 736-744, 2014.

GREENBERG, Bradley; SHERRY, John; KENNETH Lachlan; LUCAS, Kristen; HOLMSTROM, Amanda. Orientations to video games among gender and age groups. **Simulation & Gaming**, v. 41, n. 2, p. 238-259, 2010.

MONTIEL José Maria; CAPOVILLA, Alessandra Gotuzo Seabra. **Teoria e pesquisa em avaliação neuropsicológica**. São Paulo: Memnon, 2007. 94-95 p.

MORTON, John Bruce. Funções executivas. **Enciclopédia sobre o desenvolvimento na primeira infância**. Canadá: University of Western Ontario, 2013.

MUNAKATA, Y; MICHAELSON, Laura; BARKER, Jane; CHEVALIER, Nicolas. As funções executivas na infância. In: **ENCICLOPEDIA da primeira infância**. Boulder, Colorado: University of Colorado at Boulder, 2013.

RIGGS, Nathaniel R; JAHROMI, Laudan B; RAZZA, Rachel A , DILLWORTH-BART, Janean E., MUELLER, Ulrich. Executive function and the promotion of social-emotional competence. **Journal of Applied Developmental Psychology**, v. 27, p. 300-309, 2006.

BEST, John; MILLER, Patrícia, H.; NAGLIERI, Jack. Relations between executive function and academic achievement from ages 5 to 17 in a large, representative national sample. **Learning Individual Differences**, v. 21, p. 327-336, 2011.

RIVERO, Tiago. S.; QUERINO, Emanuel. H.; STARLING-ALVES, Isabela. Videogame: seu impacto na atenção, percepção e funções executivas. **Neuropsicologia Latinoamericana**, v.4, n. 3, p. 38-52, 2012.

SALEM, Yasser; ELOKDA, Ahmed S. Effectiveness of a low-cost virtual reality system for children with developmental delay: a preliminary randomised single-blind controlled trial. **Physiotherapy**, v. 98, n. 3, p. 189-195, 2012.

SINCLAIR, Jeff.; HINGSTON, Phillip.; MASEK, Martin. **Considerations for the design of exergames. Proceedings of the 5th international conference on computer graphics and interactive techniques in Australia and southeast Asia**. [S.L.]: [s.n.], 2007. p. 289-295.

SINGER, Robert. Performance and human factors: considerations about cognition and attention for self-paced and externally-paced events. **Ergonomics**, v. 43, n. 10, p. 1661-1680, 2000.

STAIANO, Amanda; CALVERT, Sandra, L. The promise of exergames as tools to measure physical health. **Entertainment Computing**, v. 2, p. 17-21, 2011.

TEASELL, Robert; MEYER Matthew J.; McCLURE, Andrew; PAN, Cheng; MURIE-FERNANDEZ, Manuel; FOLEY, Norine; SALTER, Katherine. Stroke rehabilitation: an international perspective. **Top stroke rehabi**, v. 16, 2009.

YEN Chang-Yi; LIN, Kwan-Hwa; HU, Ming-Hsia; WU, Ruey-Meei; LU, Tung-Wu; LIN, Chia-Hwa. Effects of virtual reality-augmented balance training on sensory organization and attentional demand for postural control in people with parkinson disease: a randomized controlled trial. **Phys ther**, v. 91, p. 862-74, 2011.

Revisão gramatical realizada por:

Isabela Camargo Ribeiro.

E-mail: icribeiro.portugues@gmail.com