



Universidade de Brasília – Instituto de Psicologia
Departamento de Processos Psicológicos Básicos
Área de Concentração: Cognição e Neurociências do Comportamento

CONTRIBUIÇÕES DAS ATIVIDADES ESPORTIVAS E ARTÍSTICAS COMO
FORMA DE INVESTIMENTO NAS FUNÇÕES EXECUTIVAS E NO
DESEMPENHO ACADÊMICO

Mestranda: Isabela Levi Paranhos
Orientador: Prof. Dr. Ricardo José

Junho, 2019



Universidade de Brasília – Instituto de Psicologia
Departamento de Processos Psicológicos Básicos
Área de Concentração: Cognição e Neurociências do Comportamento

CONTRIBUIÇÕES DAS ATIVIDADES ESPORTIVAS E ARTÍSTICAS
COMO FORMA DE INVESTIMENTO NAS FUNÇÕES EXECUTIVAS E NO
DESEMPENHO ACADÊMICO

ISABELA LEVI PARANHOS

Orientador: Prof. Dr. Ricardo José de Moura

Dissertação apresentada ao Programa de Pós-graduação em Ciências do Comportamento do Departamento de Processos Psicológicos Básicos do Instituto de Psicologia, Universidade de Brasília, como requisito parcial à obtenção do Título de Mestre em Ciências do Comportamento – Área de Concentração: Cognição e Neurociências do Comportamento

Junho, 2019

UNIVERSIDADE DE BRASÍLIA
INSTITUTO DE PSICOLOGIA
DEPARTAMENTO DE PROCESSOS PSICOLÓGICOS BÁSICOS
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM CIÊNCIAS DO COMPORTAMENTO

BANCA EXAMINADORA

Prof. Dr. Ricardo José de Moura - Orientador

Departamento de Processos Psicológicos Básicos - Instituto de Psicologia Universidade
de Brasília

Profa. Dr. Luciano Grütder Buratto - Membro Interno

Departamento de Processos Psicológicos Básicos - Instituto de Psicologia Universidade
de Brasília

Prof. Dra. Graziela Furtado Scarpelli Ferreira – Membro Externo
Centro Universitário Instituto de Educação Superior de Brasília (IESB)

Profa. Dra. Goiara Mendonça de Castilho – Membro Suplente

Departamento de Processos Psicológicos Básicos - Instituto de Psicologia Universidade
de Brasília

*Dedico esse trabalho a todos os praticantes, amantes e
fazedores de
Circo do Brasil
os quais, assim como eu, vivem esse amor intenso sem
estabilidade, reconhecimento e fomento.
Que esse trabalho seja uma pequena contribuição para a
mudança dessa realidade.
Viva o Circo!*

Agradecimentos

Concluir uma dissertação diante de tantos fatores de minha vida pessoal não foi simples: uma gestação logo no início do mestrado, amamentação, noites mal dormidas, além dos compromissos profissionais com a esfera circense da minha vida e com uma enorme demanda de crianças para fazer avaliação neuropsicológica. Nesse processo necessitei tomar muitas iniciativas e decisões, impor freios inibitórios nos desejos, estabelecer limites de atuação, organizar o meu tempo e acionar recursos atencionais sustentados e seletivos de forma intensa... haja Funções Executivas! Tive que abrir mão de algumas coisas para concluir o mestrado... haja coração! Diversas vezes escutei, de algumas pessoas, que seria difícil concluir essa etapa. Eu mesma cheguei a pensar diversas vezes que seria impossível! Mas, além da minha fé, força e foco, é preciso dizer que esse mestrado teria sido impossível sem alguns apoios!

Chegar até aqui só foi possível porque meu **marido** colocou todos os seus compromissos em segundo plano e se pôs completamente à disposição da nossa filha e dos meus compromissos. Foi um longo semestre me levando, buscando, indo nos intervalos para que eu amamentasse, me auxiliando com trabalhos que tinham prazos curtos. Temos uma brincadeira interna, de que ele também cursou esse mestrado em Neurociência. Já sabe tudo sobre funções executivas e como as atividades físicas podem influenciá-las. Gratidão eterna, meu lindo! Sem você eu não teria conseguido! Que a nossa parceria, união e amor nos conduzam sempre para estarmos cada vez mais juntos e felizes! Sou completamente arriada por vc, te amo profundamente, me apaixono por você todos os dias!

Primeiramente agradeço a **Deus** por sempre iluminar meu caminho, me dando abundância de saúde, amor e me possibilitar o encontro com pessoas colaborativas. Sempre carrego essa frase comigo: “Você atrai aquilo que emana”.

Agradeço aos **meus pais** que sempre foram uma fonte de inspiração, me ensinando que através dos estudos alcançamos nossas melhores perspectivas. Tenho certeza que, se vivo, meu pai estaria muito orgulhoso pela conclusão dessa etapa. Agradeço especialmente à minha mãe, pelo investimento constante em minha educação, sempre presente e pronta para me auxiliar com tudo. Após alguns anos lidando com o desenvolvimento da infância e adolescência estou certa de que fui beneficiada por ter um

pai e uma mãe que me deram suporte para galgar tantos aprendizados e amadurecer tantas circuitarias cerebrais. **Pai e Mãe**, amo vocês! Obrigada pelos valores que me ensinaram a praticar!

Às minhas filhas, minhas Marias, **Nandinha e Maju**, agradeço pela oportunidade de terem me escolhido como mãe, mesmo não sendo perfeita tenho tentado ser ao menos suficientemente boa! Vocês são a razão da minha vida e iluminam a minha passagem nessa terra de um jeito muito prazeroso! Por vocês quero ser a minha melhor versão e ser capaz de transmitir o amor por onde eu passar! Acho que lhes devo muitas desculpas, por ter estado ausente em muitos momentos. Espero que a qualidade de tempo que teremos a partir de agora nos faça superar os lapsos e reconstruir, sem tantas ansiedades, medos, stress e culpa o nosso relacionamento de afeto e aprendizados mútuos. Amo vocês infinitamente!

Agradeço ao **meu orientador**, Ricardo José Moura, por ter sido tão compreensivo, paciente, gentil e amigo! Durante esses anos de pesquisa tenho certeza de que sempre houve muito respeito e confiança, partilhamos aprendizados e crescimentos, principalmente por ter sido uma das suas primeiras orientandas na Pós-Graduação. Todo o esforço e dedicação foram somados à leveza com que a relação entre orientador-mestranda se encaminhou. Acredito que ensinar adultos a ser bons pesquisadores é algo que demanda muita energia e tempo. Obrigada por ter me dedicado o seu tempo e a sua energia, muito obrigada por tudo!

Agradeço às **graduandas em Psicologia**, que colaboraram imensamente para que essa pesquisa fosse executada! Muito grata por todo o empenho de vocês. Espero que eu tenha contribuído de alguma forma para o conhecimento de vocês e me desculpem por qualquer momento de desconforto ou stress.

Agradeço aos meus sócios e parceiros de trabalho do **Instrumento de Ver** pela amizade e, principalmente, pela compreensão de que esse período de dedicação ao mestrado me afastou muito de vocês e das minhas obrigações enquanto sócia! Obrigada pelo apoio e pela amizade incondicional!

Agradeço à minha amiga e quase comadre, **Gabriela Cunha**, pelos momentos de escuta e de incentivo! Você é um elo de amizade verdadeira e fundamental em minha vida!

Agradeço a **todas as minhas amigas** pelos momentos de escuta, alegria, tristezas, diversão, arte, viagens, trocas de afeto... a amizade verdadeira de vocês preenche minha vida e me permite enxergar que a vida é muito mais do que somente obrigações!

Agradeço às minhas colegas de mestrado, **Renata Monteiro e Luciana Figueiredo**, pelas palavras de incentivo e carinho! E pela compreensão e ajuda, com essa loucura que foi fazer um mestrado com um bebê recém-nascido. Muito obrigada!

Agradeço aos **profissionais da rede pública de ensino** que contribuíram para a efetivação da coleta de dados na Escola Classe da Granja do Torto. O aceite para a realização da pesquisa nessa instituição foi imprescindível, além de ter sido recebida com respeito e me cederem espaços adequados para todos os procedimentos da pesquisa.

Obrigada, imensamente, à todas as crianças participantes e seus responsáveis, pela confiança, disponibilidade e informações cedidas. Vocês são o coração dessa pesquisa!

Agradeço a todos aqueles que contribuíram direta ou indiretamente, auxiliando-me, para a realização deste trabalho.

Agradeço ao Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico (CNPQ), pela concessão da bolsa de estudos.

Resumo

A prática de exercícios físicos traz benefícios ao funcionamento das funções executivas e ao desempenho acadêmico. Com base na hipótese de que aulas de circo são uma atividade física que exigem maior engajamento cognitivo de seus participantes, o objetivo desta pesquisa foi avaliar se crianças submetidas a uma intervenção física com aulas de circo exibiam melhores padrões de desempenho em tarefas neuropsicológicas e desempenho escolar comparadas ao grupo controle. Através de delineamento pré-teste e pós-teste, foram mensurados o desempenho de alunos do 4º e 5º anos do ensino fundamental de uma escola de Brasília. Participaram 57 estudantes com idades entre 8 e 12 anos, distribuídos em uma das duas condições disponíveis. Os resultados demonstraram que não houve diferença significativa em nenhum dos grupos no pós-teste. A análise do índice de mudança relativa, do tamanho do efeito η^2 quadrado parcial e do índice d de Cohen revelaram alguns benefícios para o grupo experimental. Conclui-se que as aulas de circo, da forma aqui implementada, não foram suficientes para produzir efeitos nas funções executivas e no desempenho acadêmico.

Palavras-chave: atividade física, circo, funções executivas, desempenho acadêmico, neuropsicologia

Abstract

The practice of physical activity benefits the functioning of executive functions and academic performance. Based on the hypothesis that circus classes are a physical activity that require cognitive engagement, the objective of this research was to evaluate if children who took to a circus classes exhibited better performance standards in neuropsychological tasks and academic achievement compared to the control group. Through a pre-test and post-test design, the performance of 4th and 5th grade students from a school in Brasilia was measured. Fifty seven students aged 8 to 12 years, in one of two conditions. The results showed that there was no significant difference in any of the post-test groups. The analysis of the relative change rate, the size of the partial square eta effect, and the Cohen d index revealed some benefits for the experimental group. It was concluded that circus classes were not enough to produce effects on executive functions and academic performance, but there was a potential for improvement in performance after the intervention, reinforcing the importance and effectiveness of the investment in executive functions with physical activities.

Keywords: physical activity, circus, executive function, academic achievement, neuropsychology

Sumário

<i>Resumo</i>	8
<i>Abstract</i>	9
<i>Lista de Figuras</i>	11
<i>Lista de Tabelas</i>	12
<i>Lista de Abreviaturas</i>	13
<i>Introdução</i>	14
Funções Executivas	15
Funções Executivas e Atividades Físicas	17
Efeito Neurofisiológico da Atividade Física	19
Efeito Neuropsicológico da Atividade Física	21
Panorama da Atividade Física nas Escolas.....	22
<i>Objetivos</i>	26
Objetivo Geral	26
Objetivos Específicos	26
<i>Hipóteses</i>	26
<i>Métodos</i>	27
Delineamento e Procedimentos	27
Amostra	29
Instrumentos	29
Avaliação Neuropsicológica.....	30
Avaliação do Desempenho Acadêmico	31
Intervenção	32
Análise de Dados	33
<i>Resultados</i>	35
Efeito das Atividades Físicas, com base na prática de elementos do circo	36
Resultados por Tarefa.....	42
<i>Discussão</i>	46
<i>Conclusão</i>	52
<i>Referências Bibliográficas</i>	54
<i>Apêndice A</i>	67
<i>Apêndice B</i>	68

Lista de Figuras

Figura 1: fluxograma detalhando o procedimento da pesquisa	28
Figura 2: índice d de Cohen por tarefa neuropsicológica e escolar entre os grupos	38
Figura 3: diferença entre o pós-teste e o pré-teste nas tarefas neuropsicológicas transformadas em escore z	39
Figura 4: porcentagem de crianças com mudança relativa (C) maior que 0 nas tarefas neuropsicológicas com linha de referência para 50%	40
Figura 5: porcentagem de crianças com mudança relativa (C) menor que 0 nos testes neuropsicológicos que utilizavam o tempo como parâmetro com linha de referência para 50%.....	41
Figura 6: porcentagem de crianças com mudança relativa (C) maior que 0 no teste de desempenho escolar com linha de referência para 50%.....	42

Lista de Tabelas

Tabela 1: Estatística Descritiva das Avaliações Neuropsicológica e Escolar no Pré e no Pós teste.	35
Tabela 2: Análise de Covariância com teste F, significância p e eta quadrado parcial..	36

Lista de Abreviaturas

ANOVA: Análise de Variância

ANCOVA: Análise de Covariância

DG: Dígitos

FDT: *Five Digit Teste* (Teste dos Cinco Dígitos)

FE: Funções Executivas

GC: Grupo Controle

GE: Grupo Experimental

TCLE: Termo de Consentimento Livre e Esclarecido

TA: Termo de Assentimento

TDE: Teste do Desempenho Escolar

TMT A: *Trail Making Test* (Teste das Trilhas) parte A

TMT B: *Trail Making Test* (Teste das Trilhas) parte B

TOL: Torre de Londres

Introdução

A atividade física é qualquer movimento corporal produzido pela musculatura esquelética que requer gasto de energia acima dos níveis de repouso (Caspersen, Powell, Christenson, & Christenson G, 1985). Sua prática é fundamental em qualquer idade e tem sido considerada um meio de preservar e melhorar a saúde e a qualidade de vida do ser humano (Freire, Lélis, Fonseca Filho, Nepomuceno, & Silveira, 2014; R. Stein, 2011). Além dos benefícios para a saúde geral, os estudos têm demonstrado que a prática de atividade física possui um papel importante para o funcionamento cognitivo e cerebral em diferentes fases da vida (Colcombe et al., 2003; Vazou, Pesce, Lakes, & Smiley-Oyen, 2016).

Dentro dessa perspectiva, um foco importante das pesquisas científicas atuais vem sendo demonstrar que os benefícios trazidos pelos exercícios físicos ao desenvolvimento cognitivo e cerebral de crianças e adolescentes podem ser relevantes para as funções cognitivas de ordem superior, também chamadas de Funções Executivas (Chaddock-Heyman et al., 2015; Diamond, 2000, 2015; Donnelly et al., 2016; Khan & Hillman, 2014; Schmidt, Jäger, Egger, Roebers, & Conzelmann, 2015). Além do aspecto cognitivo, são pontuados também os benefícios para o desempenho acadêmico proporcionado pelas atividades físicas (Aadland et al., 2017; Blizzard, Sallis, Dean, Lazarus, & Dwyer, 2016; Castelli, Hillman, Buck, & Erwin, 2016; Donnelly et al., 2016; Eveland-Sayers, Farley, Fuller, Morgan, & Caputo, 2009; Fernandes et al., 2016; C. H. Hillman et al., 2009; Howie & Pate, 2012; van der Niet, Hartman, Smith, & Visscher, 2014)

Estudos anteriores demonstram que há efeitos positivos nas funções executivas com a prática de atividade física (Etnier & Chang, 2009; Tomporowski & Ellis, 1986; Verburch, Königs, Scherder, & Oosterlaan, 2014). Muitos estudos utilizam atividades de condicionamento ou aeróbicas como estratégia de intervenção física, principalmente pela facilidade na aplicação e mensuração desse tipo de atividade (Altenburg, Chinapaw, & Singh, 2016; Charles H. Hillman, Erickson, & Kramer, 2008; Holzschneider et al., 2014; Khan & Hillman, 2014; Ludyga, Gerber, Brand, Holsboer-Trachsler, & Pühse, 2016; Weinstein et al., 2012). Além das atividades aeróbicas, há também as atividades físicas com engajamento cognitivo, as quais exigem mais movimentos corporais complexos e habilidade de treinamento mental para comportamentos motores que não são automáticos (Bös & Brehm, 2006; Bös & Mechling, 1985; Lämmle, Tittlbach, Oberger, Worth, & Bös, 2010; Pesce, 2016). Algumas evidências sugerem que tais atividades físicas com

engajamento cognitivo parecem contribuir tanto quanto as atividades aeróbicas, às habilidades cognitivas das crianças (Best, 2010; Schmidt et al., 2015).

Os exercícios físicos realizados durante uma aula de circo refletem uma das possibilidades de atividades físicas que estão relacionadas com a exigência de coordenação e de engajamento cognitivo. Da mesma forma como aconteceu no passado com outras disciplinas artísticas como a pintura, escultura, música, dança e teatro, hoje podemos contemplar a aplicação do circo em diferentes contextos, desde o espetáculo até o lazer pessoal ou coletivo, passando também pelo âmbito educativo-escolar (Duprat & Bortoleto, 2007). No âmbito recreativo, o circo é explorado dentro da cultura física, onde a intenção é a recreação e lazer. No âmbito profissional, o enfoque está no rendimento e na performance, com maior destaque para uma motricidade específica. Já no âmbito educativo há um maior contato corporal com a técnica física e a cultura circense, além de uma preocupação com desenvolvimento de uma motricidade específica (Bortoleto, 2011).

O presente trabalho parte de dois pressupostos principais. Primeiro, a prática de atividade física tem um impacto positivo sobre o funcionamento cognitivo, em especial as funções executivas (Best, 2010; Diamond, 2015; Diamond, Barnett, Thomas, & Munro, 2007; M. Stein, Auerswald, & Ebersbach, 2017; Tomporowski, McCullick, Pendleton, & Pesce, 2015). Segundo, a prática de atividade física também influencia positivamente o rendimento escolar de crianças (Aadland et al., 2017; Blizzard et al., 2016; Castelli et al., 2016; Donnelly et al., 2016; Eveland-Sayers et al., 2009; Fernandes et al., 2016; C. H. Hillman et al., 2009; Howie & Pate, 2012; van der Niet et al., 2014). A partir desses pressupostos, pretende-se testar a hipótese de que as atividades físicas relacionadas à prática de circo beneficiarão os resultados neuropsicológicos das funções executivas, e na avaliação do desempenho acadêmico. Os aspectos do presente trabalho que se diferenciam de estudos anteriores estão relacionados à investigação mais específica sobre a prática do circo como uma forma de atividade física com exigência de uma motricidade específica e com maior engajamento cognitivo.

Este estudo teve como objetivo identificar se crianças submetidas a uma condição de intervenção física utilizando elementos das aulas de circo apresentam melhoria nas medidas neuropsicológicas de funções executivas e de desempenho acadêmico.

As funções executivas (FE) são definidas como funções cognitivas de ordem superior que modulam os processos cognitivos fundamentais e, portanto, são necessários para um comportamento adaptativo, flexível e orientado para objetivos (Diamond, 2012b; Etnier & Chang, 2009; Miyake et al., 2000).

A deficiência das FE é tida como uma explicação predominante para o desenvolvimento de TDAH (Willcutt, Doyle, Nigg, Faraone, & Pennington, 2005). Estudos anteriores sugerem que a sintomatologia acentuada de TDAH está associada com baixo desempenho das FE (Crosbie et al., 2013; Kofler, Rapport, Bolden, Sarver, & Raiker, 2010; Raiker, Rapport, Kofler, & Sarver, 2012). Além disso, as funções executivas são relevantes para muitos aspectos da vida, incluindo saúde física e mental (Ludyga et al., 2016), sucesso na escola (Alloway & Alloway, 2010), sucesso na fase adulta (Moffitt et al., 2011), relações de amizade saudáveis (Rotenberg, Michalik, Eisenberg, & Betts, 2008), êxito no casamento (Eakin et al., 2004) e qualidade de vida (Davis, Marra, Najafzadeh, & Liu-Ambrose, 2010).

Um modelo neuropsicológico influente sobre a estrutura das FE é o modelo multidimensional de Diamond (2012), que propõe a existência de três principais processos hierarquizados: (1) controle inibitório, que inclui inibição de respostas e controle da atenção; (2) flexibilidade cognitiva, que inclui a alternância entre tarefas, mudança de perspectiva e até mesmo readequação de um plano de ações em prol de uma meta; e (3) memória operacional, que inclui capacidade de retenção de informações, processamento e manipulação consciente (Diamond et al., 2007).

O controle inibitório está relacionado com a capacidade de controlar um comportamento, a atenção, os pensamentos e as emoções (Diamond, 2012b). Através desta descrição, percebe-se a grande relação desse componente das funções executivas com a autorregulação e a habilidade de se comportar de maneira controlada, sem ceder a impulsos e tentações. Miyake e colaboradores (2000) definem o controle inibitório como a capacidade de suprimir reações predominantes e automatizadas, ou mesmo resistir à distração.

A flexibilidade cognitiva é a capacidade de mudar o foco da atenção entre tarefas ou regras, permitindo maior adaptação às condições variáveis. Dessa forma, a flexibilização comportamental permite o ajuste às alterações nas demandas ambientais (Stein et al., 2017). Além disso, a flexibilidade cognitiva também tem relação com a habilidade de mudar perspectivas espaciais ou interpessoais (Diamond et al., 2007).

O componente de memória operacional das funções executivas foi desenvolvido por Baddeley e Hitch (1994) e definido como um construto constituído por múltiplos componentes integrados, cuja função é a manutenção temporária e a manipulação de diversos conteúdos relevantes para uma determinada atividade. Esse modelo é composto por um controlador da atenção (executivo central), um sistema codificador de conteúdo fonético (alça fonológica) e um codificador das informações visuais e espaciais (esboço visuoespacial).

De uma forma geral, pode-se compreender as FE como o maestro do cérebro. São as FE as responsáveis por orquestrar todos os recursos necessários para a resolução de novos problemas, quando confiar nos comportamentos automáticos ou na intuição não é capaz de produzir respostas efetivas (Burgess & Simons, 2012; Espy, 2004; Miller & Cohen, 2001). Há também alguns autores que consideram as FE a partir de quatro elementos principais: volição, planejamento, ação proposital e desempenho efetivo (Banich, 2009; Kalbfleisch, 2017; Pennington & Ozonoff, 1996).

Estudos de neuroimagem funcional mostraram que as FE estão associados a ativação de diferentes regiões cerebrais, a depender do tipo de tarefa executada (Miller & Cohen, 2001). Em relação aos aspetos da personalidade, adequação de comportamentos, controle inibitório e tomada de decisão há maior ativação do córtex orbitofrontal (Rudebeck & Rich, 2018). Considerando os aspectos de resolução de problemas, planejamento, memória operacional, atenção, flexibilidade cognitiva, abstração e julgamento observa-se ativação do córtex pré-frontal dorsolateral (McLaughlin & Malloy, 2018). Por fim, levando em conta os aspectos da volição, comportamentos sociais e motivação há relatos de ativação do cíngulo anterior e algumas estruturas subcorticais (Mega & Cummings, 1994).

Nos últimos anos pesquisas vêm demonstrando o efeito das atividades físicas nas funções executivas e a importante conexão entre atividades físicas e desempenho acadêmico (Aadland et al., 2017; Hillman et al., 2009; van der Niet et al., 2014). Essa relação parece ser mediada pelas funções executivas, assim como proposto por Schmidt e colaboradores (2017). Estudos demonstraram que maior desempenho precoce em FE prediz maior sucesso acadêmico posterior (Howie & Pate, 2012; Moffitt et al., 2011).

Uma hipótese importante que vem sendo desenvolvida por uma série de pesquisas é que as funções executivas se beneficiam da prática de diferentes modalidades de atividades físicas (Altenburg et al., 2016; Chaddock-Heyman et al., 2015; Hillman et al., 2008; Khan & Hillman, 2014; Ludyga et al., 2016; Moreau, Kirk, & Waldie, 2017; van der Niet et al., 2014; Weinstein et al., 2012; Weng et al., 2017). A influência positiva da prática de exercícios físicos foi descrita a partir de ganhos em uma variedade de tarefas cognitivas incluindo atenção, velocidade de processamento, memória e funções executivas (Audiffren, Tomporowski, & Zagrodnik, 2008; Coles & Tomporowski, 2008; Hillman et al., 2009).

O interesse crescente das pesquisas no estudo do efeito das atividades físicas nas FE se deve à forte relação observada entre o desenvolvimento das habilidades motoras e do funcionamento cognitivo (Geertsen et al., 2016). Estudos com crianças de desenvolvimento típico sugerem que as funções executivas e as atividades motoras apresentam processos subjacentes comuns, os quais também apresentam associações positivas com o desempenho acadêmico (Fernandes et al., 2016).

Howie e Pate (2012) realizaram uma revisão de literatura buscando explicar a complexidade da relação observada entre prática de atividade física e desempenho acadêmico. A principal hipótese levantada por ele é de que a relação é mediada pelas funções executivas, ou seja, os ganhos acadêmicos observados após treinamentos físicos passam, também, por efeitos importantes das atividades físicas sobre as funções executivas. O autor aponta, no entanto, que embora o número e a qualidade dos estudos tenham aumentado nos últimos anos, ainda é difícil tirar conclusões definitivas sobre a relação entre atividade física e desempenho acadêmico. A maioria dos resultados tendem a uma relação positiva, uma vez que à medida que a atividade física aumenta, a função cognitiva e o desempenho acadêmico, geralmente, também aumentam. Quase todos os estudos nos últimos anos tiveram pelo menos um resultado positivo, no entanto os resultados continuam inconsistentes, principalmente se forem considerados alguns pontos relacionados ao rigor metodológico, tamanho amostral e exposição de resultados negativos. Os achados positivos mais consistentes, e o resultado mais comumente medido, envolveram efeitos nas funções executivas, mais proeminente com controle inibitório e memória de trabalho.

Algumas pesquisas têm indicado que crianças mais fisicamente ativas apresentam melhores escores em medidas de concentração e funções executivas (van der Niet et al., 2014). Nesse âmbito, van der Niet e colaboradores (2014) examinaram se associações

entre a prática de atividades físicas, incluindo exercícios aeróbicos e de força, seriam um fator preditivo para um bom funcionamento executivo e desempenho acadêmico. Os resultados indicaram contribuições importantes de ambas atividades. Contudo, uma análise de equação estrutural mostrou que o efeito das atividades físicas foi mais importante sobre o funcionamento executivo, e que a relação entre atividades físicas e desempenho acadêmico é relevante apenas quando mediada pelas FE.

O trabalho de Schmidt e colaboradores (2017) também visou demonstrar o potencial de mediação que as FE têm na relação das atividades físicas com desempenho acadêmico. Para tanto, foi investigada a contribuição individual de habilidades motoras específicas para a mediação hipotética com o desempenho acadêmico. Os resultados revelaram que a função executiva é um mediador na relação entre capacidade motora e desempenho acadêmico, representada por um efeito indireto significativo, fornecendo mais uma evidência sobre as FE como um mecanismo capaz de explicar a relação entre atividade física e desempenho acadêmico.

Considerando que o córtex pré-frontal é a área correlata às funções executivas (Stuss & Alexander, 2000), um estudo transversal realizado em adultos por Weinstein e colaboradores, (2012) demonstrou que quanto maior o nível de aptidão física cardiorespiratória, maior o nível de massa cinzenta na região dorsolateral do córtex pré-frontal. Esses resultados sugeriram que as atividades físicas podem atuar como uma forma de atenuar a atrofia cerebral no envelhecimento saudável.

Efeito Neurofisiológico da Atividade Física

Pesquisas com animais evidenciaram que ambientes enriquecidos, incluindo o acesso a equipamentos de exercício, como rodas de corrida, têm um efeito positivo sobre o crescimento neuronal e sobre os sistemas neurais envolvidos na aprendizagem e na memória (Lou, Liu, Chang, & Chen, 2008). Há, também, indícios de que comportamentos fisicamente ativos influenciam as estruturas cerebrais e a função cognitiva (Chaddock-Heyman et al., 2015; Chaddock, Erickson, Prakash, Kim, et al., 2010; Chaddock, Erickson, Prakash, Vanpatter, et al., 2010; Erickson et al., 2011; Hillman et al., 2008; Voss et al., 2013; Weinstein et al., 2012a).

As evidências sugerem que a prática de diferentes tipos de atividades físicas está associada com mudanças estruturais e funcionais no cérebro, em especial na região frontal

(Weinstein et al., 2012), dorso estriatal (Khan & Hillman, 2014) e no hipocampo (Erickson et al., 2011).

Para exemplificar essas mudanças, é válido comentar que estudos sobre o envelhecimento cerebral demonstram que o constante aumento do ritmo cardiorespiratório e dos níveis de atividade física estão associados com um aumento do volume do córtex pré-frontal (Colcombe et al., 2003; Gordon et al., 2008) e aumento do volume do hipocampo (Erickson et al., 2011).

Mudanças físicas como essas puderam também ser constatadas em estudos que procuraram relacionar a espessura cortical com a atividade aeróbica. Chaddock-Heyman e colaboradores, (2015) realizaram um estudo demonstrando que crianças com aptidão aeróbica acima do percentil 70, considerando o pico de oxigenação durante uma atividade aeróbica (VO₂ max), apresentam diminuição da espessura cortical no córtex frontal superior, áreas temporais superiores e córtex occipital lateral, juntamente com melhor desempenho em aritmética.

Num estudo com imagens de Lardon e Polich (1996), utilizando técnicas do eletroencefalograma, foi verificado aumento na ativação das bandas espectrais teta, alfa e beta, em indivíduos considerados ativos ou em condição aeróbica. Esses achados sugerem que a atividade física influencia a função eletrocortical basal e, portanto, que pode afetar as operações cognitivas. Num estudo com ressonância magnética, Weng e colaboradores (2017) encontraram resultados de que atividades físicas aumentam a integração das redes de controle atencional e executivo. Eles também observaram que há um relevante efeito nas redes hipocampais, influenciado pela modulação catecolaminérgica na região límbica.

Duas principais hipóteses foram propostas para explicar os mecanismos subjacentes que favorecem os benefícios da prática regular de exercícios físicos no desempenho cognitivo. A primeira é a “hipótese da aptidão cardiovascular” (North, Mccullagh, & Tran, 2006) e a segunda, a “hipótese da estimulação cognitiva” (Best, 2010; Pesce, 2012; Tomporowski, Davis, Miller, & Naglieri, 2008).

A primeira hipótese pressupõe que o aumento da atividade cardiovascular causada pela atividade física é o fator que atua como mediador da relação entre atividade física e FE (Schmidt et al., 2015). Não é à toa que as principais evidências científicas sobre os efeitos das atividades físicas estão relacionadas às atividades aeróbicas (Chaddock-Heyman et al., 2015; C. L. Davis et al., 2007; Kamijo et al., 2011; Khan & Hillman, 2014).

A segunda hipótese refere-se à exigência inerente da cognição em muitas atividades físicas, ou seja, a prática de esportes é muitas vezes acompanhada por demandas de comportamentos direcionados, intencionais e que exigem coordenação motora (Schmidt et al., 2015). Dessa forma, há uma suposição de que regiões do cérebro que são usadas para controlar processos cognitivos de ordem superior, também são ativados durante a prática de atividades físicas (Best, 2010; Diamond & Lee, 2011).

Atualmente existem evidências científicas apoiando ambas hipóteses, e não uma definição sobre qual delas de fato sustenta os benefícios da atividade física na cognição. Outras variáveis intervenientes, tais como as diferenças educacionais, hábitos nutricionais e particularidades metabólicas, também parecem ter uma grande influência (Chojnacki et al., 2018). No entanto, os pressupostos teóricos dos processos compartilhados entre a habilidade motora e o controle cognitivo, na hipótese da estimulação cognitiva, explicam os efeitos da intervenção em termos da ativação específica desses processos durante a atividade física, considerando os domínios circunscritos do controle motor e cognitivo (Roebbers & Kauer, 2009).

Efeito Neuropsicológico da Atividade Física

Os ganhos positivos para a saúde física e mental da prática regular de atividade física já possuem evidências científicas (Penedo & Dahn, 2005). Ademais, evidências crescentes nos últimos anos demonstram diversos benefícios nas funções cognitivas (Hillman, Kamijo, & Scudder, 2011; Khan & Hillman, 2014; Sibley & Etnier, 2016; Verburgh et al., 2014).

Tomporowski e colaboradores (2008) realizaram um trabalho de revisão evidenciando que as intervenções de exercícios físicos estão associadas a maiores níveis de desempenho acadêmico, e que crianças geralmente generalizam essa melhoria para vários aspectos da cognição, incluindo a função executiva, controle cognitivo e memória.

A intensidade e o tipo de atividade física durante a infância estão associados com melhoria das funções cognitivas, memória e desempenho acadêmico (Chaddock-Heyman et al., 2015). Além disso, a prática esportiva de longo prazo está associada a maior capacidade de memória operacional (Moreau & Conway, 2013), capacidade visuoespacial (Moreau, 2012) e processamento visual mais eficiente dos movimentos (Güldenpenning, Koester, Kunde, Weigelt, & Schack, 2011).

Recentemente, exercícios curtos de alta intensidade que combinam exercício cardiovascular e treinamento de força tornaram-se populares. Moreau e colaboradores, (2017) demonstraram que apenas 10 minutos de exercícios de alta intensidade por dia ao longo de seis semanas podem aumentar as habilidades cognitivas das crianças. No estudo em questão, mais de 300 crianças entre 7 e 13 anos de idade foram distribuídas aleatoriamente a um dos dois grupos: um que realizou exercícios de alta intensidade e outro, um grupo controle que participou de atividades menos ativas - como questionários e jogos de computador - durante o mesmo período de tempo. As crianças que participaram do treinamento de alta intensidade apresentaram melhorias nas habilidades cognitivas em relação às crianças do grupo controle. Especificamente, o exercício de alta intensidade impulsionou a memória de trabalho e deixou as crianças mais capazes de se concentrar em tarefas específicas, duas habilidades que são importantes para o sucesso acadêmico.

Contudo, tendências atuais de pesquisa (Aadland et al., 2017; Diamond, 2012a; Jäger, Schmidt, Conzelmann, & Roebbers, 2014; Moreau et al., 2017; Rehfeld, Hcnüllkelmann, Lehmann, & Blaser, 2013) sugerem que formas mais complexas de treinamento motor, que combinam altas demandas físicas e cognitivas, também demonstram ter efeito em algumas dimensões das funções executivas, além de uma função moderadora no desempenho acadêmico.

Visando demonstrar esse pensamento, Jäger, Schmidt, Conzelmann e Roebbers, (2015) realizaram um estudo que avaliou os efeitos das atividades físicas complexas, as quais deveriam demandar física e cognitivamente dos participantes, mas que não fossem exclusivamente aeróbicas no desempenho acadêmico. As crianças que participaram do estudo e que, durante as atividades físicas, mantiveram uma frequência cardíaca mais baixa, apresentaram melhor desempenho acadêmico do que as crianças com maior frequência cardíaca.

Panorama da Atividade Física nas Escolas

Devido à crescente importância atribuída à performance acadêmica e sucesso profissional atrelado, muitas escolas reduziram ou eliminaram os requisitos de educação física, a fim de aumentar a carga horária das disciplinas oferecidas dentro da sala de aula, como português e matemática. No entanto, não existem evidências empíricas para sugerir que a eliminação de disciplinas não acadêmicas, como educação física e artes, esteja relacionada a um melhor desempenho acadêmico. De fato, evidências empíricas sugerem

o contrário (Alloway & Alloway, 2010; Donnelly et al., 2016; Hillman et al., 2009; Howie & Pate, 2012; Resaland et al., 2015; Schmidt et al., 2017; van der Niet et al., 2014, 2015).

O desempenho acadêmico demonstra ser favorecido pelo investimento nas funções executivas, e estas demonstram tendência de melhoria com a prática de atividades físicas (Donnelly et al., 2016). Considerando a facilidade em se investir nas funções executivas dentro da própria escola, algumas instituições de ensino oferecem diferentes tipos de atividades. Aulas de informática, jogos computadorizados e não computadorizados, aulas de aeróbica, artes marciais, yoga, técnicas de meditação (mindfulness), e até mesmo metodologias de ensino diferenciadas (montessoriana), podem oferecer uma alternativa para o investimento nas funções executivas (Diamond, 2012a).

Independentemente do tipo de atividade, os programas bem-sucedidos de investimento nas funções executivas envolvem práticas repetidas e um aumento progressivo do desafio (Diamond & Lee, 2011). Crianças com piores índices nesse domínio cognitivo se beneficiam mais com essas atividades. Assim, o treinamento precoce das funções executivas pode evitar lacunas de aprendizagem e, até mesmo, diminuir disparidades cognitivas necessárias para melhor aproveitamento da aprendizagem (Diamond, 2000).

Um estudo realizado dentro de escolas da Noruega (Resaland et al., 2015) ressaltou exatamente esse aspecto do benefício que as crianças com discrepâncias no desempenho escolar podem apresentar quando praticam atividades físicas. Neste estudo, 1145 crianças foram inseridas em uma das duas condições: um grupo de intervenção, com 28 escolas, onde os estudantes realizaram um programa suplementar de atividade física associada ao conteúdo escolar, e um grupo controle, composto por 29 escolas, nas quais as crianças continuaram a realizar a educação física prevista no currículo escolar. Na condição controle, as crianças totalizaram 135 minutos de atividade física por semana e na condição, experimental 300 minutos. As análises primárias do estudo não revelaram efeito da intervenção no desempenho acadêmico. No entanto, as análises dos subgrupos revelaram que a intervenção suplementar teve um efeito favorável para os participantes que apresentaram baixos escores na linha de base, comparado ao grupo controle. Em suma, esse grande estudo revelou que as evidências ainda são inadequadas para se concluir que o aumento da atividade física na escola aumenta o desempenho acadêmico de forma generalizada. Em outras palavras, esse estudo, em conformidade com as ideias de Diamond e colaboradores (2007), ressaltou que as crianças que mais se beneficiam da

atividade física são aquelas com maior defasagem na aprendizagem, confirmando que a combinação de atividade física e aprendizado parece ser um modelo viável para estimular a aprendizagem nas crianças com dificuldade escolar (Diamond, 2012a; Resaland et al., 2015).

Essa perspectiva salienta a praticidade na associação das atividades físicas ao currículo escolar, não somente pela questão da facilidade de acesso e adesão de todas as crianças de uma determinada comunidade, mas também pela possibilidade de minimizar as disparidades na aprendizagem. Dessa forma, a prática de atividade física na rotina escolar pode ser entendida como uma ferramenta para promover a aprendizagem sensório motora, a qual é compreendida como um mecanismo chave para explicar a relação entre a prática das atividades físicas e o aprimoramento cognitivo (Moreau & Conway, 2013).

A prática de atividades físicas inclui diferentes habilidades motoras, que podem ter maior relação com atividades quantitativas ou qualitativas. Nas atividades físicas quantitativas a exigência das habilidades motoras é mínima, envolvendo apenas movimentos repetitivos e controlados, sendo que uma das medidas mais utilizadas nesse tipo de atividade é o índice da função cardiorrespiratória (frequência cardíaca, consumo de oxigênio, acelerometria). Nas atividades físicas qualitativas há mais exigência do esforço cognitivo e da aprendizagem de novas habilidades motoras (exercícios combinados com conteúdos escolar, jogos de coordenação motora com todos os membros do corpo, jogos de estratégia, entre outros). Para as atividades qualitativas, a medida mais utilizada é o engajamento mental, o qual pode ser compreendido como um esforço físico combinado ao esforço mental e empenho cognitivo (Ishihara, Sugawara, Matsuda, & Mizuno, 2018; Tomporowski et al., 2015).

Estudos recentes demonstraram que as funções cognitivas possuem maior suscetibilidade às atividades físicas com maior engajamento cognitivo, ou seja, atividades físicas qualitativas (Best, 2010; Crova et al., 2014; Ishihara et al., 2018; Pesce, 2012). O mecanismo que sustenta essa propensão está pautado na hipótese da estimulação cognitiva segundo a qual, intervenções incluindo altas quantidades de engajamento cognitivo e esforço físico são pensadas como tendo efeitos mais fortes nas FE do que atividades físicas com baixo comprometimento cognitivo (Schmidt et al., 2015).

Reiterando, a hipótese da estimulação cognitiva, que postula a exigência específica da cognição em muitas atividades físicas, é seguida, portanto, da necessidade de comportamentos direcionados, intencionais e que exigem coordenação motora. Em outras palavras, essa hipótese ressalta que há uma sobreposição funcional de regiões

cerebrais usadas tanto para processos cognitivos de ordem superior, como para controle motor (Best, 2010; Diamond & Lee, 2011; Ishihara et al., 2018; Jäger et al., 2015).

As atividades circenses são uma alternativa à prática de atividades físicas qualitativas, uma vez que dentro da prática circense é requerido engajamento cognitivo, como por exemplo, comportamentos estratégicos, reatividade, antecipação, criatividade, expressão corporal, capacidade de tomada de decisão e aprendizagem sensório-motora (Barragán, Bortoleto, & Silva, 2013; Takamori & Bortoleto, 2010).

O circo é uma forma de arte diversificada, onde o corpo é o protagonista de ações motrizes intencionadas para se expressar (Bortoleto, 2014). A mudança contextual na história do circo foi responsável por permitir que, gradualmente, essa arte alcançasse outra parte da população e não somente a transmissão de saberes transgeracionais (Silva, 1996).

A partir dessa perspectiva ressalta-se que o circo é parte integrante da cultura humana, particularmente da cultura artística-corporal. As ações motoras dos praticantes das atividades circenses fornecem um caráter motriz a essa prática, tornando-a pertinente à Educação Física, a qual é responsável por transmitir conteúdos motores dentro do âmbito escolar (Duprat et al., 2007).

A importância da atividade circense no âmbito educativo ressalta tanto o contato corporal com a cultura do circo, como também legitima que esse conteúdo é tão importante quanto outras disciplinas artísticas, como a pintura, escultura, música, dança e teatro.

A prática de atividades circenses no âmbito escolar evidencia a possibilidade de uma atividade física capaz de treinar habilidades motoras complexas (Bortoleto, 2007), e, conseqüentemente, melhorar a ativação de áreas circunscritas ao controle motor (Best, 2010) e a processos cognitivos superiores, tais como as FE.

Apesar de seu potencial como atividade física qualitativa no âmbito escolar, nenhum estudo, que avaliasse se atividades circense são capazes de influenciar positivamente no as FE e o desempenho acadêmico em crianças em idade escolar. O objetivo foi identificar se o desempenho cognitivo escolar de estudantes, do 4º e 5º anos, melhora após um período de intervenção física com aulas de circo.

Objetivos

Objetivo Geral

Identificar se o desempenho cognitivo e escolar de estudantes, do 4º e 5º anos, melhora após um período de intervenção física com aulas de circo.

Objetivos Específicos

- Avaliar o funcionamento executivo a partir da aplicação de testes neuropsicológicos em dois momentos distintos.
- Avaliar o desempenho escolar a partir da aplicação de Teste do Desempenho Escolar em dois momentos distintos.
- Inserir aulas de circo na rotina escolar de crianças como forma de atividade física com engajamento cognitivo.
- Comparar os resultados dos testes neuropsicológicos e escolares antes e depois das aulas de circo.

Hipóteses

H0: As médias dos dois grupos são iguais após a intervenção com aulas de circo.

H1: As médias do grupo experimental são maiores que a do grupo controle. Espera-se que o grupo experimental apresente resultados neuropsicológicos e escolares melhores do que o grupo controle no pós-teste.

Métodos

Delineamento e Procedimentos

O presente estudo apresenta um delineamento pré-teste e pós-teste com grupos independentes. Os participantes foram aleatoriamente distribuídos entre dois grupos, sendo um grupo experimental e um grupo controle. O propósito deste tipo de modelo experimental é determinar se existe diferença entre efeitos dos grupos em relação às variáveis de interesse antes e depois da intervenção com as aulas de circo.

Todas as atividades da pesquisa ocorreram no âmbito escolar e durante o horário das aulas. As sessões de avaliação neuropsicológica dos participantes ocorreram em 2 encontros, o primeiro antes e o segundo após a intervenção. Cada criança foi chamada, aleatoriamente, e conduzida a um espaço preparado para a aplicação dos testes. A avaliação do desempenho acadêmico foi realizada coletivamente, tanto no pré-teste como no pós-teste.

A equipe de coleta de dados foi formada por oito graduandas de psicologia. Todas receberam treinamento sobre os objetivos da pesquisa, aplicação e correção das tarefas neuropsicológicas e do teste de desempenho acadêmico.

Inicialmente, a pesquisadora responsável realizou contato telefônico com a escola agendando um encontro para exposição de todas as etapas da pesquisa. Posteriormente a esse encontro, foi realizada a solicitação de autorização de pesquisa junto ao Centro de Aperfeiçoamento dos Profissionais da Educação (EAPE), da Secretaria de Educação do DF. Após protocolamento e autorização, a pesquisadora responsável se dirigiu à Regional de Ensino do Plano Piloto e selecionou a Escola Classe Granja do Torto. A Regional de Ensino emitiu um documento de autorização e ciência da realização da pesquisa na referida escola.

Com o documento de autorização em mãos, a pesquisadora responsável procedeu com a apresentação dos objetivos da pesquisa e com a leitura do Termo de Consentimento Livre Esclarecido – TCLE (Apêndice A) para os pais dos participantes, que concordaram em participar da pesquisa e assinar o termo. As crianças também foram convidadas a participar da pesquisa e a assinar o Termo de Assentimento - TA (Apêndice B). A figura 1 apresenta um resumo esquemático de todo o processo da pesquisa.

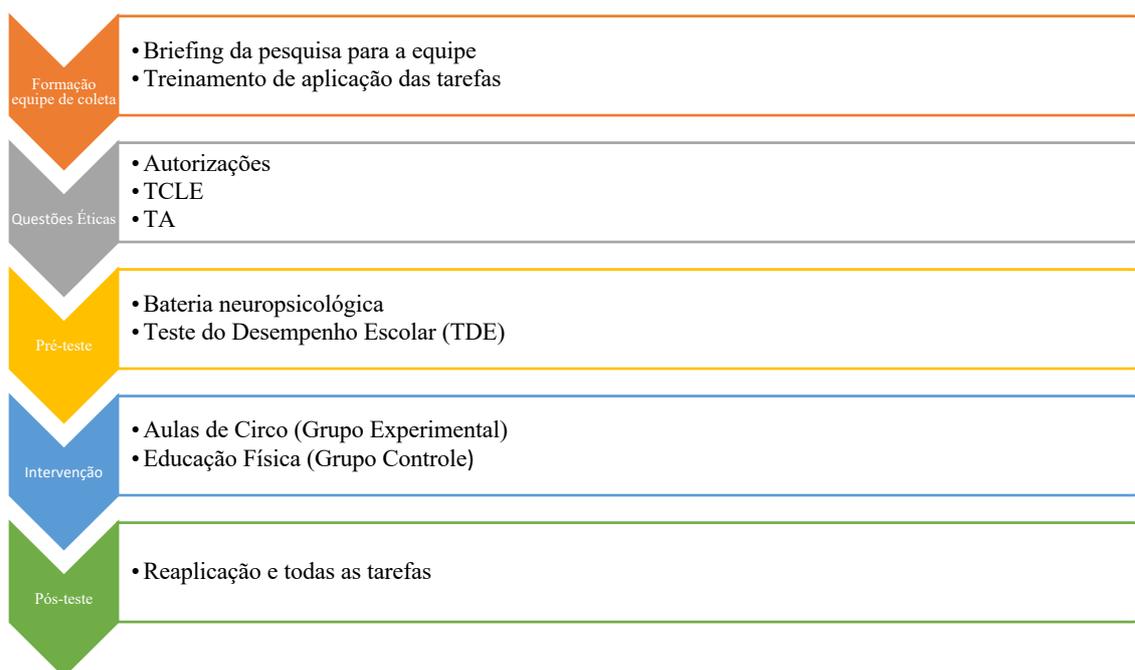


Figura 1: fluxograma detalhando o procedimento da pesquisa

O comitê de ética em pesquisas (CEP) emitiu parecer de aprovação da presente pesquisa em ciências humanas e sociais (CEP-CHS) em 26 de novembro de 2017, sob o número de registro de 2.399.335.

Satisfeitas as questões éticas, a equipe de coleta de dados iniciou, na mesma semana, a aplicação das tarefas neuropsicológicas em um local da escola designado para tanto. Essa primeira coleta de dados foi o pré-teste. O protocolo de registro dos resultados das tarefas neuropsicológicas foi elaborado pela autora e buscou avaliar os principais domínios cognitivos das funções executivas, de acordo com Diamond (2013). A aplicação da bateria de testes como um todo durou, em média, 40 minutos. Cada criança era convidada a se retirar da sala para ir até o local de aplicação dos testes e em seguida, retornava para a sala de aula. Após designar um número para cada participante, foi realizada uma distribuição aleatória das crianças em uma das duas condições possíveis. Além disso, as crianças foram chamadas à sala de aplicação dos testes neuropsicológicos de forma aleatória.

Concluída a avaliação neuropsicológica de todos os participantes, foi realizada, na semana seguinte, a aplicação coletiva do Teste de Desempenho Escolar (TDE). A etapa seguinte foi composta pela introdução da intervenção física na rotina escolar das crianças. Uma sessão contendo todos os detalhes dessa etapa será descrito adiante. Após 10 encontros semanais com 1 hora de duração, para a realização da intervenção, uma nova

etapa de coleta de dados (aplicação da bateria de testes neuropsicológicos e teste do desempenho acadêmico) foi realizada, configurando-se como o período de pós-teste.

Antes de aplicar a primeira tarefa da bateria neuropsicológica, apresentou-se o protocolo de registro, dizendo para o participante: “Eu vou iniciar a aplicação de algumas atividades, as quais são compostas de várias partes. Em alguns momentos as atividades serão fáceis e em outros, parecerão mais complicadas. É normal que você ache alguns itens mais difíceis, uma vez que os testes foram feitos para serem aplicados também em pessoas mais velhas. O mais importante é que você trabalhe da melhor forma possível, se esforçando para responder bem às atividades propostas, ou mesmo fazendo da maneira mais rápida que você conseguir. Você tem alguma dúvida? Então vamos começar!”

A aplicação da bateria de testes não foi dividida, todos os testes foram aplicados em um único encontro, nos dois momentos de coleta de dados (pré e pós-teste). Esses dois momentos da coleta de dados tiveram duração de 1 semana, para que todas as crianças participantes fossem avaliadas. A ordem de aplicação dos testes seguiu o contrabalanceamento dos quadrados latinos.

Amostra

A amostra foi composta de 57 participantes de ambos os sexos com idade entre 8 e 12 anos da Escola Classe Granja do Torto, pertencente à rede pública de ensino do Distrito Federal, Brasil. Os alunos cursavam os dois últimos anos escolares do Ensino Fundamental 1, 4º e 5º ano. Os participantes foram alocados no grupo experimental ou controle.

Após contato com a escola, foi realizada uma sessão com os pais das crianças para assinatura do TCLE, bem como a assinatura do TA pelas crianças participantes. Além da necessidade da autorização das famílias, outros critérios de inclusão adotados compreendiam ausência de: comprometimentos motores, experiência com aulas de circo ou atividades semelhantes. Em relação aos critérios de exclusão, foram utilizados como parâmetros a existência de laudos confirmando uma das seguintes situações: deficiência intelectual ou atencional, transtornos psiquiátricos e deficiência auditiva ou visual (não corrigida).

Instrumentos

A avaliação neuropsicológica foi composta por duas sessões, uma individual, quando foram aplicados os testes neuropsicológicos, e outra coletiva, quando foi feita a avaliação do desempenho escolar. Cada um dos instrumentos utilizados em ambas as sessões será explicado em detalhes a seguir.

Avaliação Neuropsicológica

Com o intuito de avaliar as funções executivas, uma bateria neuropsicológica foi selecionada utilizando instrumentos já bem estabelecidos na literatura e com evidências de validade. Os instrumentos para avaliação desses domínios foram escolhidos de forma a possibilitar a aplicação em uma única e breve sessão. Esta bateria foi composta pelos seguintes instrumentos:

a) Teste dos Cinco Dígitos.

O teste dos cinco dígitos ou *Five Digit Test* - FDT (Sedó, de Paula & Malloy-Diniz, 2015) tem como objetivo medir a velocidade de processamento, atenção, controle inibitório e flexibilidade cognitiva. Uma de suas grandes vantagens é a aplicação razoavelmente simples, rápida e abrangente, permitindo ser usado em diferentes grupos etários, com qualificações educacionais distintas, e também, em indivíduos com condições atípicas de desenvolvimento (Malloy-Diniz, de Paula, Sedó, Fuentes, & Leite, 2014).

A aplicação desta tarefa é realizada em 4 etapas. As duas primeiras, Leitura de dígitos e Contagem de asteriscos, são atividades simples que envolvem processos automáticos. As duas últimas etapas são a Escolha e Alternância, as quais diferem das anteriores pelo aumento da complexidade e demanda cognitiva (Sedó, 2007). A tarefa de Escolha envolve uma incongruência em que os dígitos numéricos apresentados devem ser contados (processo controlado), ao invés de lidos (processo automático). Por fim, a tarefa de Alternância também envolve incongruência entre atividades, mas com exigência adicional da flexibilidade cognitiva, uma vez que uma nova condição é inserida, fazendo com que o indivíduo tenha que alternar entre duas regras.

b) Cubos de Corsi

O teste dos Cubos de Corsi (Santos, Mello, Bueno, & Dellatolas, 2005) investiga o componente visuoespacial da memória operacional. Este instrumento consiste de uma base retangular com nove cubos idênticos. O participante é instruído a repetir uma sequência de movimentos realizada pelo avaliador, tocando os cubos. O teste possui uma

parte onde os cubos são tocados na ordem direta (componente da memória de curto-prazo) e outra, na ordem inversa (componente da memória de trabalho). O teste é finalizado quando o participante erra duas sequências com o mesmo número de dígitos. A pontuação de cada parte é a multiplicação do número de acertos obtidos pelo número de dígitos da sequência máxima acertada.

c) Dígitos

O Dígitos (Wechsler, 2013) é utilizado na avaliação do componente verbal da memória operacional. São apresentadas oralmente sequências numéricas compostas por algarismos de um dígito. As sequências iniciam com dois algarismos e vão aumentando sucessivamente, conforme o avaliando acerta os itens. Na fase direta, é solicitado ao participante repetir uma sequência numérica na mesma ordem que lhe é apresentada, e na fase indireta, o participante deve repetir as sequências na ordem inversa.

d) Torre de Londres

O teste da Torre de Londres – TOL (Fuentes et al., 2016) avalia as funções executivas, em particular, a habilidade de planejamento e solução de problemas. A tarefa requer que o participante mova três esferas de cores diferentes (vermelho, azul e verde), uma de cada vez, a partir de uma "posição inicial", tentando colocá-las de acordo com uma "posição alvo". Ao todo são 12 problemas, resolvidos um de cada vez, em ordem crescente de dificuldade. Cada problema permite 3 tentativas. A cada tentativa administrada a pontuação diminui, variando de 0 a 3 pontos. A variável resposta considerada para esta tarefa foi o escore total da soma de cada um dos problemas.

e) Teste de trilhas.

O Teste de Trilhas (TMT; Lima, Travaini, Ciasca, 2009) é comumente utilizado para medir a velocidade de processamento, atenção sustentada, atenção alternada e busca visual (Strauss, Sherman, & Spreen, 2006). É composto por duas etapas. Na primeira, a parte A, o indivíduo deve sequenciar bolas numeradas de 1 ao 25, na ordem crescente. A parte A é uma tarefa simples, considerada uma tarefa de treinamento para a parte B e é capaz de avaliar a busca visual e a atenção sustentada. Já na segunda parte, a parte B, há uma maior complexidade, demandando dos recursos da flexibilidade cognitiva e atenção alternada.

O Teste de Desempenho Escolar – TDE (Stein, 1994) é o único teste psicoeducacional validado, padronizado e normatizado para avaliação do desempenho acadêmico primário na população brasileira (Knijnik, Giacomoni, & Stein, 2014). Este teste é composto por três subtestes que avaliam a ortografia, a aritmética e a leitura de acordo com o desempenho educacional esperado do 1º ao 6º ano. A aplicação foi feita de forma coletiva, na própria sala de aula das crianças, e nas duas etapas do estudo.

O subteste de escrita consistiu em 34 palavras isoladas, lidas pelo examinador e que precisavam ser escritas pelas crianças, com dificuldade crescente e variando de palavras monossilábicas a polissilábicas. As palavras foram ditadas individualmente, depois no contexto de uma sentença para evitar possíveis ambigüidades e, novamente, individualmente. Este subteste avalia a capacidade de decodificação do fonema para o grafema e a capacidade de compreender as regras ortográficas (Oliveira-Ferreira et al., 2012).

O subteste de aritmética é composto de 38 cálculos com diferentes graus de complexidade. Três cálculos são apresentados oralmente (isto é, adição simples de um único dígito, subtração simples de um único dígito e uma comparação de dois números). Trinta e cinco cálculos precisaram ser resolvidos e registrados em papel de teste, incluindo operações simples de adição, subtração, multiplicação, divisão e exponenciação (Haase, Ferreira, Freitas, Ramos e Silva, 2011).

O subteste de leitura é composto por 70 palavras dispostas em linhas aleatórias e sem contexto entre elas. A tarefa tem por objetivo mensurar apenas a habilidade de transcodificação do grafema para o fonema. O nível de dificuldade é variado, permeando tanto palavras regulares, como irregulares.

Intervenção

A intervenção experimental ocorreu através da inclusão de aulas de circo na rotina escolar, de forma que um horário que era utilizado para recreação e atividades físicas, passou a ser utilizado para as aulas de técnicas circenses. As aulas de circo foram ministradas sempre às sextas-feiras com duração de 1 hora cada, totalizando 10 encontros.

As aulas de circo do grupo experimental foram idealizadas de acordo com o proposto por Bortoleto (2011) em seu livro "Jogando com o Circo" e também por Ontañón, Duprat e Bortoleto (2012) em "Educação física e Atividades Circenses: O

estudo da arte". Cada encontro com esse grupo foi composto pelas seguintes atividades, sempre executados na mesma ordem que aqui apresentados:

- a) *jogos lúdico corporais*: brincadeiras populares incrementadas com comandos que estimulem a criatividade e a coordenação. Esta etapa teve como objetivo estimular e aquecer o corpo das crianças para os exercícios acrobáticos (exemplos: “pic-pega” com alterações que utiliza recursos da criatividade, “chefinho mandou” com movimentos mais elaborados, inventar uma coreografia onde cada participante colabore com um movimento)
- b) *alongamentos*: seqüências básicas de alongamentos dos grupos musculares superiores e inferiores utilizados durante a execução das acrobacias.
- c) *acrobacias de solo básicas*: execução de exercícios educativos para as acrobacias, para progressivamente iniciar a execução de técnicas básicas de cambalhota, estrelinha, parada de mãos, rolamentos laterais, equilíbrios dinâmico e estático.
- d) *acrobacias coletivas básica*: são compreendidas como o ato de um indivíduo portar o outro de maneira confortável e segura, utilizando diferentes apoios do corpo como base (ex.: base agachada em posição de quatro apoios e volante - pessoa que sobe - repetindo a mesma posição sobre a base)
- e) *exercícios de malabarismo*: realização de exercícios educativos com bolinhas e bambolês, de forma a estimular a coordenação motora fina e o domínio de um objeto bilateralmente.

O grupo controle permaneceu fazendo as atividades regulares de recreação e atividade física oferecidas pela escola, tais como: jogos com bola e jogos tradicionais de equipe.

Análise de Dados

As análises estatísticas foram realizadas através do pacote estatístico IBM SPSS (versão 23.0). Inicialmente, foi realizada a análise horizontal dos resultados, com o intuito de investigar diferenças nos sujeitos participantes da pesquisa. Dessa forma, inicialmente, foram analisadas as características demográficas dos participantes (idade, escolaridade e gênero). Em seguida, foi investigado se havia discrepância entre a composição dos grupos. Nessa etapa, o intuito foi observar os efeitos nas médias das pontuações totais dos escores de cada tarefa aplicada e em cada uma das etapas do experimento, utilizando

a condição experimental como fator categórico. Posteriormente, foi realizada uma análise vertical dos dados, com intuito de verificar diferenças no desempenho após a intervenção.

Por fim, foram realizados testes de hipóteses através da diferença entre os escores do pós-teste e do pré-teste. Esses escores são interpretados como a mudança relativa na pontuação pós intervenção. Caso a pontuação da diferença seja maior que zero (com exceção das tarefas em que a unidade de medida é o tempo de execução), houve um ganho líquido, por outro lado, se a diferença for inferior a zero, ocorreu uma perda. Esta diferença possibilita uma interpretação com maior compreensibilidade.

A análise da variável resposta de delineamentos pré-teste e pós-teste pode ser realizada de diversas maneiras. Para o presente estudo, optou-se por uma análise conservadora proposta por Benzing, Chang e Schmidt (2018), Van Breukelen (2006), Vickers e Altman (2002). O efeito do treinamento em cada variável neuropsicológica foi investigado através de uma análise de covariância (ANCOVA), na qual os dados do pré-teste foram tratados como covariável, e os escores do pós-teste como variável dependente.

O resultado do pré-teste é uma variável que não é controlada, e é intrinsecamente relacionada com o resultado no pós-teste, uma vez que escores maiores deixam uma menor margem para melhora no desempenho, e escores menores deixam uma maior margem para melhora. Logo, esta análise busca ajustar a variável dependente de modo a controlar eventuais vieses estatísticos provocados por diferenças individuais no pré-teste sobre o pós-teste.

Para as medidas de memória de curto-prazo e de trabalho (ordens direta e inversa, respectivamente, do Dígitos do Cubos de Corsi) o escore utilizado nas análises (escore total) foi calculado multiplicando o valor do alcance máximo pelo total de tentativas corretas. Esse novo escore tem a vantagem de fornecer uma medida com maior variabilidade de valores do que normalmente observado apenas no alcance e total de acertos, permitindo assim uma maior discriminação entre sujeitos e uma distribuição mais semelhante à distribuição normal.

Em relação ao FDT, a partir dos escores das tarefas de Leitura, Escolha e Alternância são calculados os escores Flexibilidade e Inibição. O escore de Flexibilidade é a medida de Alternância, subtraída da Leitura, assim como a Inibição é o valor da Escolha menos a Leitura. Esse cálculo visa diminuir o efeito da aprendizagem do teste, e assim encontrar medidas mais sensíveis do funcionamento cognitivo (Sedó, 2007). Para o presente trabalho, optou-se pelo uso somente dos escores Flexibilidade e Inibição.

Resultados

Ao todo, 57 crianças foram autorizadas pelos responsáveis a participar do estudo. Foram excluídos 2 (3,5%) que apresentavam comprometimento cognitivo ou físico, inviabilizando a participação nas atividades físicas, 7 (12,2%) que não estavam presentes no dia da avaliação coletiva do desempenho escolar. Portanto, 48 (84,21%) crianças participaram deste estudo.

O grupo controle foi composto por 24 crianças de 8 a 12 anos de idade ($122,08 \pm 11,42$ meses) sendo 10 (41,7%) do sexo masculino e 14 (58,3%) do sexo feminino. O grupo experimental foi composto por 24 participantes de 8 a 12 anos de idade ($122,04 \pm 9,14$ meses), sendo 12 (50%) do sexo masculino. Não houve diferenças significativas entre os participantes do grupo controle e experimental com relação à distribuição dos sexos (Fisher=0,772, $p=0,39$) e média da idade ($t= 0,01$, $p=0,99$). A tabela 1 apresenta a estatística descritiva das variáveis neuropsicológicas e escolares coletadas nas duas etapas do estudo.

Tabela 1: Estatística Descritiva das Avaliações Neuropsicológica e Escolar.

Estatística Descritiva das Avaliações Neuropsicológica e Escolar						
Avaliação	Pré			Pós		
	Controle	Experimental	p	Controle	Experimental	p
Neuropsicológica						
Dígitos F	31,83 (14,3)	26,46 (19,04)	0,275	36,88 (17,34)	33,54 (21,71)	0,560
Dígitos B	11,46 (6,87)	13,17 (10,81)	0,517	12,08 (8,60)	12,79 (8,85)	0,780
Corsi F	39,42 (17,94)	36,38 (19,53)	0,577	39,83 (18,68)	42,75 (16,87)	0,573
Corsi B	32,79 (21,01)	31,79 (16,17)	0,854	29,65 (13,25)	35,92 (18,31)	0,188
TMT A	53,08 (15,48)	63,17 (24,64)	0,096	47,88 (13,35)	50,92 (15,62)	0,472
TMT B	154,96 (69,72)	160,38 (64,23)	0,781	121,63 (52,57)	127,33 (60,52)	0,729
TOL	25,96 (3,79)	26,58 (4,24)	0,593	28,42 (2,87)	28 (3,53)	0,656
FDT Inibição	33,04 (13,36)	33,58 (14,69)	0,894	27,33 (10,89)	25,20 (15,51)	0,586
FDT Flexibilidade	44,70 (17,05)	46,45 (18,45)	0,735	38,04 (13,44)	37,54 (13,47)	0,898
Escolar						
TDE escrita	23,24 (8,49)	22,65 (8,60)	0,827	25,71 (8,07)	25,24 (7,33)	0,840
TDE aritmética	17,05 (3,93)	16,75 (5,70)	0,846	16,63 (6,02)	17,67 (5,72)	0,557
TDE leitura	61,9 (8,3)	58,85 (15,29)	0,429	63,58 (6,92)	63,9 (6,19)	0,871

Nota. Os valores dispostos nas colunas controle e experimental remetem a média e desvio padrão, no formato M(DP).

A ausência de significância estatística na tabela 1, demonstra que não houve diferença significativa entre os dois grupos, em nenhuma das etapas do estudo. Esse dado embasa a afirmativa de que ambos os grupos saíram do mesmo patamar antes da

introdução da intervenção com as aulas de circo. Contudo, a ausência de significância estatística no pós-teste também evidencia que não houve diferença significativa nos resultados após a intervenção física. Esses dados serão analisados com mais detalhes, nas próximas sessões.

Efeito das Atividades Físicas, com base na prática de elementos do circo

Foi realizada uma Análise de Covariância (ANCOVA) com o intuito de verificar o efeito da intervenção no desempenho das tarefas e remover efeitos de variáveis perturbadoras. Para essa análise de covariância, o pré-teste foi utilizado como covariável, o pós-teste como variável dependente e o fator grupo como variável independente. A tabela 2 apresenta a análise de covariância de todas as tarefas nas duas etapas do estudo (pré- e pós-teste). Os dados referentes aos testes de hipótese e medidas do tamanho do efeito (eta quadrado parcial) também estão presentes na tabela.

Tabela 2: Análise de Covariância com teste F, significância p e eta quadrado parcial

Teste	Ancova		
	F	p	η^2_p
Dígitos Forward	0,15	0,7	0,003
Dígitos Backward	0,001	0,98	0
Corsi Forward	0,573	0,453	0,013
Corsi Backward	2,845	0,1	0,06
TMT A	0,24	0,626	0,005
TMT B	0,055	0,815	0,001
FDT Inibição	0,414	0,523	0,009
FDT Flexibilidade	0,1	0,754	0,002
TOL	0,745	0,392	0,016
TDE escrita	0	0,992	0
TDE aritmética	1,069	0,308	0,029
TDE leitura	3,035	0,1	0,078

Nota. A variável dependente é o pós-teste de cada tarefa, e a variável independente é o grupo. O pré-teste foi incluído como covariável.

Não houve nenhuma diferença significativa entre os grupos considerando as duas condições experimentais relacionadas às atividades físicas na intervenção, mesmo retirando o possível efeito do pré-teste no pós-teste.

Quando descreve-se estatisticamente resultados de análises de variância, alguns autores (Berben, Sereika, & Engberg, 2012; Cohen, 1988; Keppel & Wickens, 2004b) consideram importante apresentar também as medidas do tamanho do efeito. A indicação do tamanho do efeito é recomendada pela *Task Force on Statistical Inference da American Psychological Association* (Wilkinson, 2005), mesmo que os valores de p não sejam significativos. Para análises de variância em que se consideram mais de um fator, o recomendado é usar o eta quadrado parcial (Espírito Santo & Daniel, 2015; Keppel & Wickens, 2004a). O eta quadrado parcial é geralmente utilizado em projetos de fator único, onde não há outras variáveis independentes. E assume-se que todas as variáveis independentes e interações no projeto explicam toda variância na variável dependente (Richardson, 2011).

Analisando os índices de tamanho de efeito eta-quadrado parcial, observa-se que em algumas tarefas houve tamanho de efeito pequeno a médio. Houve tamanho do efeito considerado pequeno nas tarefas Corsi Forward (0,01), FDT inibição (0,01), TOL (0,02) e TDE aritmética (0,03). Em relação aos efeitos médios, observou-se tal tamanho de efeito na parte inversa do Cubos de Corsi (0,06) e no TDE leitura (0,08). Nas outras tarefas o tamanho do efeito eta quadrado parcial foi considerado inexistente, de acordo com as normas de interpretação do efeito de (Cohen, 1988).

Outra possibilidade de comparação de grupos diante de situações com medidas de tratamento, separadas por uma intervenção ou treinamento da variável resposta, é a utilização do índice d de Cohen (1988). Utilizando esse tipo de análise, é possível identificar o tamanho e a direção da variação das medidas entre as duas etapas de coleta de dados. A Figura 2 apresenta índice d de Cohen entre as duas etapas para cada grupo e em cada tarefa, juntamente com a interpretação qualitativa sugerida por Cohen (1988).

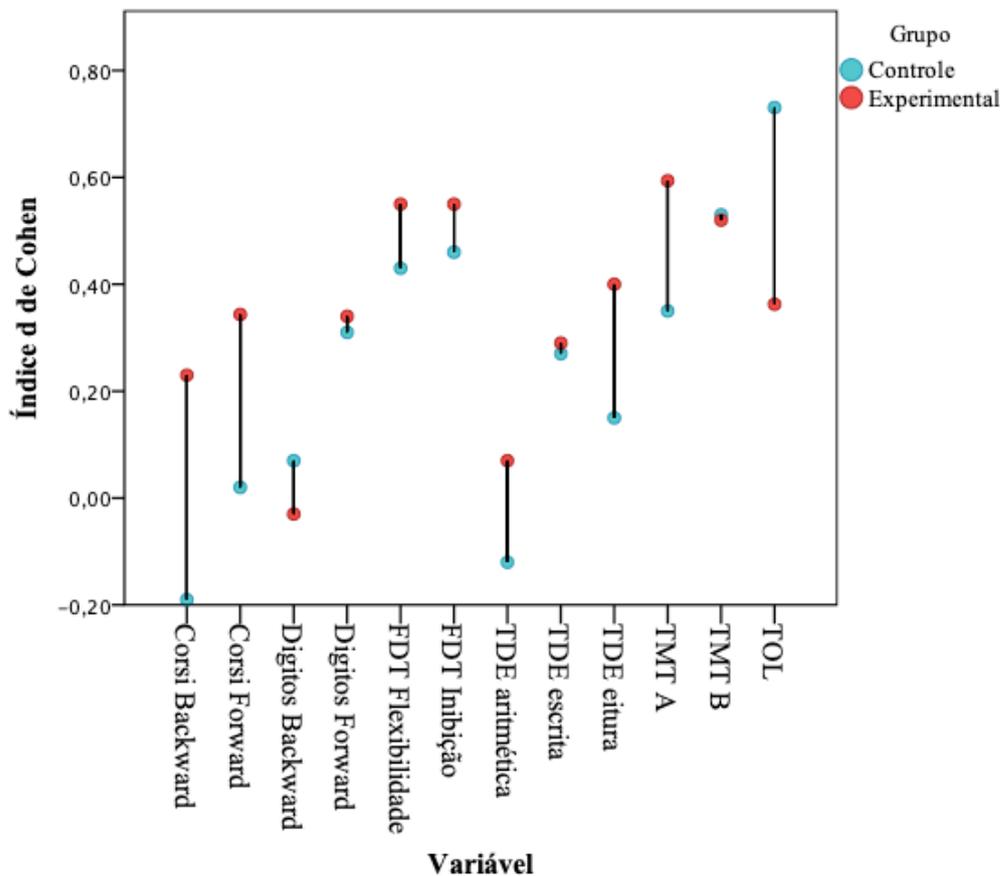


Figura 2: índice d de Cohen por tarefa neuropsicológica e escolar entre os grupos

O índice d de Cohen pode ser interpretado da seguinte maneira: fraco (0 a 0,2), moderado (0,21 a 0,5) e forte (0,51 em diante). Os valores contidos na figura 2 demonstram um índice d fraco ou sem efeito na maioria dos testes, exceto para aqueles que eram dependentes de tempo, tais como TMT (A e B) e as medidas derivadas do FDT. Esses dados serão melhor apresentados adiante.

A ausência de significância estatística após as aulas de circo demanda que uma investigação mais minuciosa seja realizada. Para estudos com delineamento pré e pós teste, alguns autores (Dimitrov & Rumrill, 2003) sugerem que os dados sejam reportados considerando a mudança relativa entre as duas etapas do estudo. Tal análise pode ser realizada de duas formas. A figura 3 apresenta a primeira possibilidade, onde há a subtração simples do pós teste menos o pré e transformados em escore Z. A barra que acompanha cada “bolinha” do gráfico refere-se ao intervalo de confiança de 95%. A partir dessa informação, subentende-se que quando tal barra não toca o eixo X, a diferença é estatisticamente significativa.

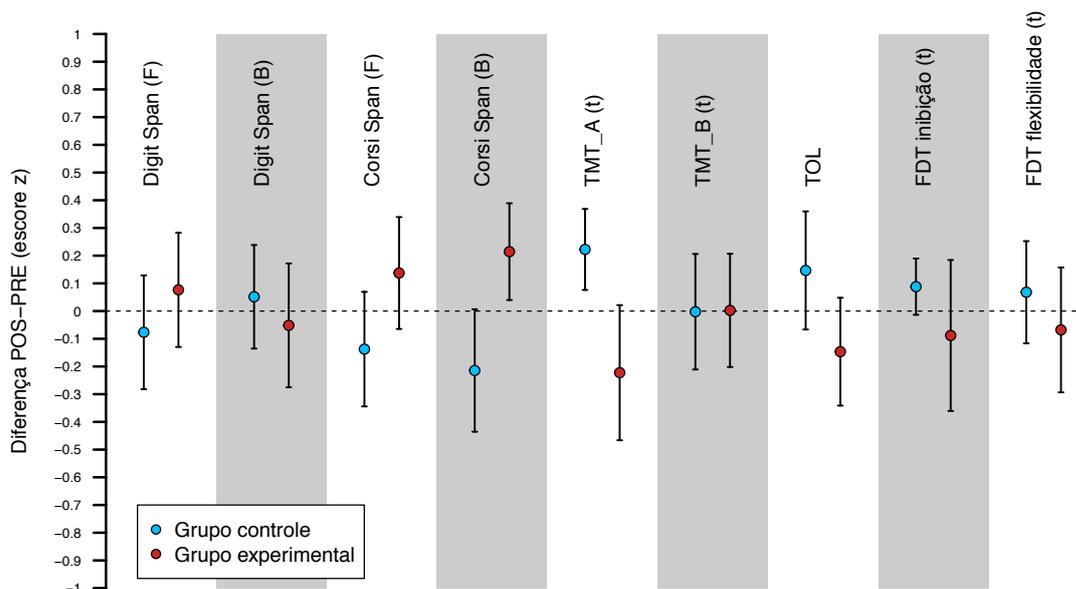


Figura 3: diferença entre o pós teste e o pré teste nas tarefas neuropsicológicas transformadas em escore z

A figura 3 permite uma comparação entre as diferentes medidas simultaneamente. Nas medidas de tempo de reação, em que eventuais ganhos são indicados por redução nos escores, os valores de escore Z foram invertidos (multiplicados por -1), mantendo assim um padrão em que diferenças maiores que zero indicam ganho na performance após intervenção.

Uma segunda análise possível para a mudança relativa pode ser denotada pela subtração do pós menos o pré e dividindo-se o resultado pelo pré. Esse tipo de análise visa controlar a influência que o pré-teste exerce no pós-teste. Nesse tipo de situação, quando o valor de C (mudança relativa) é maior que 0, sugere que o valor do pós foi maior que o do pré. Caso C seja igual a 0, denota que não houve mudança nos escores, ou seja, não houve efeito da intervenção. E por último, caso C seja menor que 0, supõe-se que os resultados do pré-teste são maiores que o do pós, sugerindo também a ausência de efeito da intervenção.

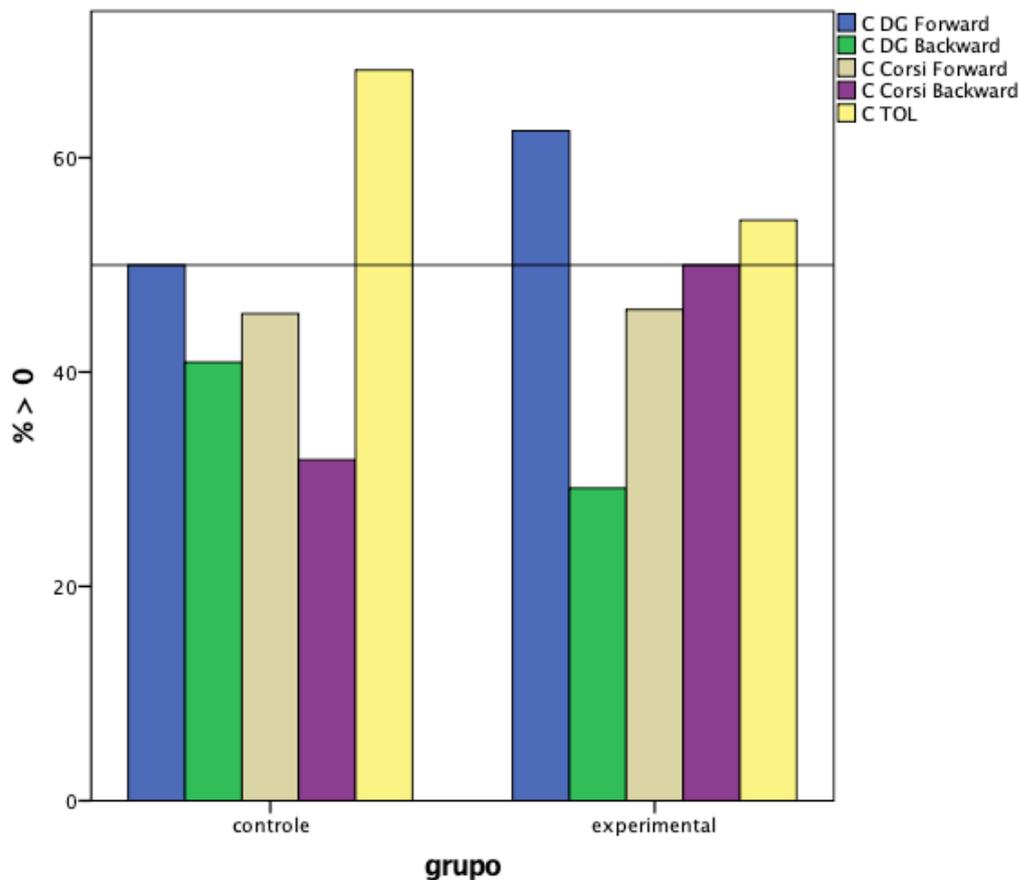


Figura 4: porcentagem de crianças com mudanças relativa (C) maior que 0 nas tarefas neuropsicológicas com linha de referência para 50%

A figura 4 demonstra que a porcentagem de mudança relativa positiva nos escores é baixa em ambos os grupos. Na maioria das tarefas, menos da metade dos participantes obteve mudança relativa positiva no escores, sugerindo a ausência de efeito da intervenção. Mesmo que algumas tarefas sugiram uma pequena melhoria, tanto no grupo experimental como no controle, nenhuma dessas mudanças relativas foi significativa, conforme afirmado pela ANOVA.

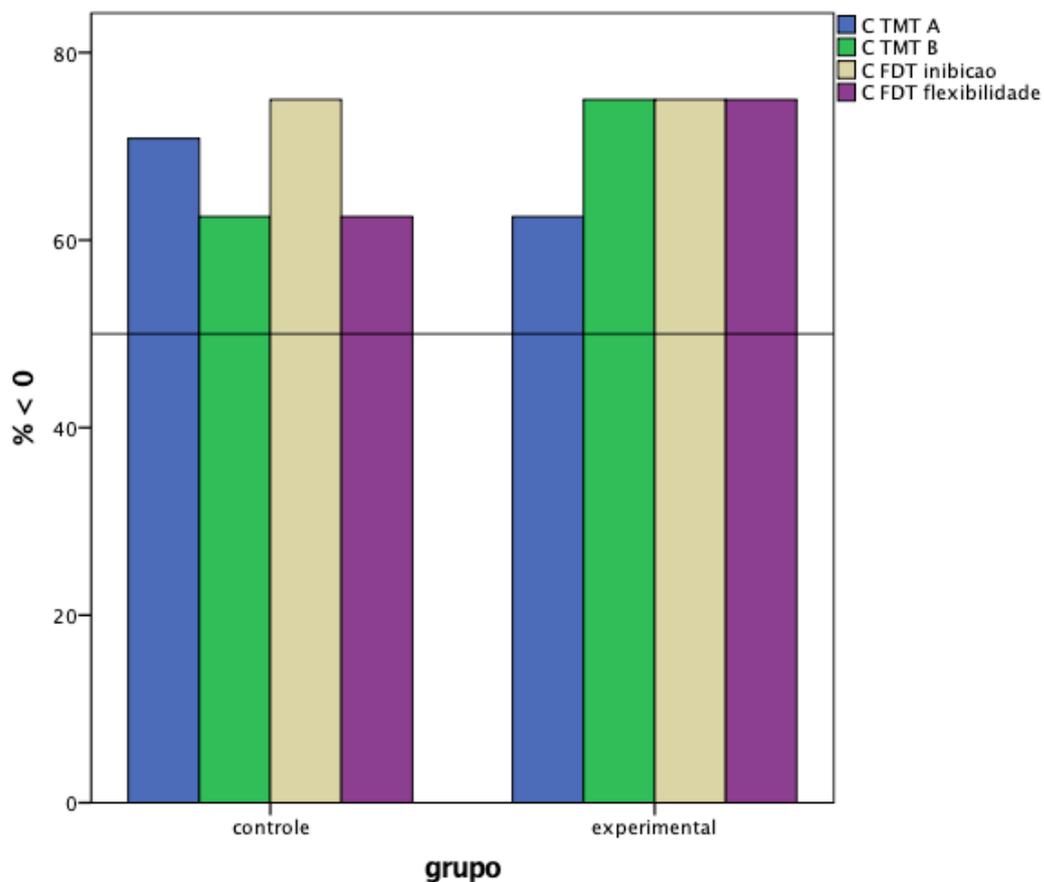


Figura 5: porcentagem de crianças com mudança relativa (C) menor que 0 nos testes neuropsicológicos que utilizavam o tempo como parâmetro com linha de referência para 50%

A figura 5 apresenta a porcentagem de mudança relativa negativa no tempo de execução das tarefas: TMT e FDT. As duas taxas de porcentagens na mudança relativa estão separadas em duas figuras, considerando que para tarefas que utilizam o tempo de execução como variável dependente, a lógica de raciocínio é inversa ao da figura 3. Ou seja, uma mudança relativa menor que 0, indica que no pós-teste o participante executou a tarefa mais rápido e obteve melhor performance.

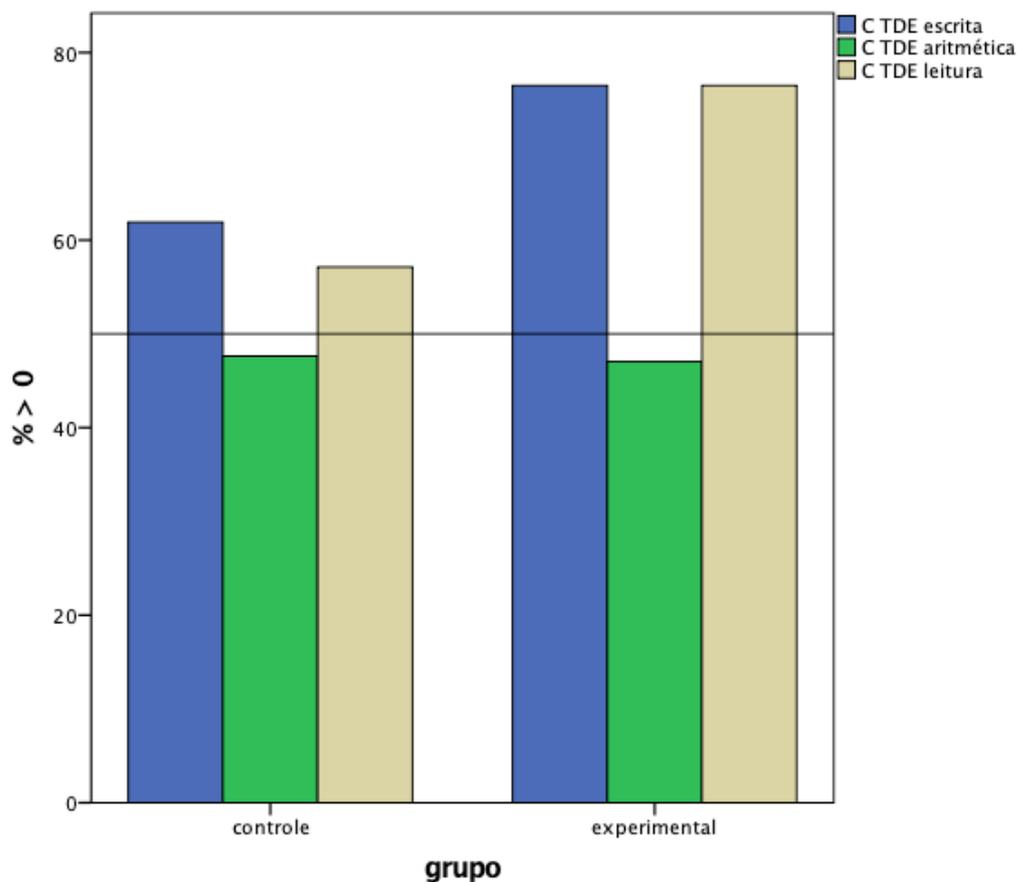


Figura 6: porcentagem de crianças com mudança relativa (C) maior que 0 no teste de desempenho escolar com linha de referência para 50%

Para o teste de desempenho escolar são apresentados a porcentagem de crianças com mudança relativa acima de 0 na figura 6. Para o subteste de escrita, houve maior porcentagem de crianças com melhoria da performance no grupo experimental. No subteste de aritmética, o grupo experimental demonstra-se com índice baixo de mudança relativa. Na parte de avaliação da leitura, o grupo experimental também apresentou maior ganho entre o pré e o pós-teste.

Os dados apresentados nas figuras 4, 5 e 6 possibilitam afirmar que o ganho percentual entre o pré-teste e o pós-teste foi baixo, tanto para as tarefas que avaliaram escores, como as tarefas que avaliaram tempo de execução.

Resultados por Tarefa

Mesmo sem ter apresentado significância estatística, é importante esmiuçar alguns aspectos dos presentes resultados em cada uma das tarefas neuropsicológicas e escolares aplicadas.

Na análise dos resultados por tarefa foi possível observar que na ordem direta do Dígitos ambos os grupos apresentaram aumento na média entre o pré e pós teste. O grupo experimental apresentou maior porcentagem de mudança relativa positiva, ou seja, uma maior porcentagem de crianças apresentou benefício após a intervenção. Contudo, tal benefício demonstra não ser significativo (Fisher=0,561 ; $p=0,281$). Em média, esse grupo subiu 7 pontos entre as duas médias (pré e pós) e o grupo controle subiu um pouco menos, 5 pontos. Ainda assim, nenhum desses ganhos foi significativo ou apresentou um tamanho de efeito relevante estatisticamente. O índice d apresentou valor positivo para os dois grupos, sugerindo um favorecimento da intervenção para os escores dos participantes. Já na ordem inversa do Dígitos, o grupo experimental apresentou uma leve diminuição de 0,38 pontos entre o pré e o pós e apresentou a pior porcentagem de mudança relativa em comparação as outras tarefas. O grupo controle, contrariamente, apresentou o aumento de alguns décimos (0,62), que não representou nem 50% das crianças do grupo controle. O teste do qui-quadrado revela ausência de significância entre as porcentagens de mudança relativa (Fisher=0,547 ; $p=0,273$). O índice d demonstrou desfavorecimento para o grupo experimental ($d=-0,03$). O eta quadrado parcial foi inexistente nas duas partes da tarefa.

Em relação à tarefa dos Cubos de Corsi na ordem direta, ambos os grupos apresentaram aumento da média. No grupo experimental houve um aumento de 6,37 pontos. Já no grupo controle, esse aumento foi de apenas 0,41 pontos. Contudo, estatisticamente, a porcentagem de crianças que conseguiu melhorar os escores no pós-teste foi praticamente o mesmo, como demonstra o qui-quadrado (Fisher=1,0 ; $p=0,614$). Ademais, o eta quadrado parcial indicou um tamanho de efeito pequeno (0,013), considerando o grupo como um fator de dois níveis. O índice d demonstrou-se favorável nos dois grupos. Na ordem inversa, o grupo experimental apresentou aumento da média, de um pouco mais de 4 pontos, e uma estimativa de mudança relativa em torno de 50% das crianças. No grupo controle, houve diminuição da média de 3,14 pontos e a pior porcentagem de mudança relativa das tarefas no grupo controle. O teste qui-quadrado sobre a porcentagem de mudança relativa revela ausência de significância (Fisher=0,561 ; $p=0,281$). Nessa parte do Corsi, houve um eta quadrado parcial considerado médio (0,06) e índice d desfavorável apenas para o grupo controle ($d=-0,19$).

O TMT é uma tarefa que utiliza o tempo de execução como unidade de medida, sendo relevante reiterar que um aumento nos escores entre o pré e o pós-teste é interpretada como declínio na performance. Por sua vez, uma diminuição nos escores é

interpretado como um efeito de ganho. Na parte A, houve ganho na performance do tempo de execução em ambos grupos, contudo com uma pequena tendência de melhor performance no grupo experimental (diferença de 7 segundos entre o pré e pós). Além disso, o índice *d* de Cohen se apresentou favorável aos dois grupos, mas com intensidade classificada como forte para o grupo experimental (0,59). No grupo controle também houve diminuição do tempo de execução (em média 6 segundos), mas com uma porcentagem de mudança relativa discretamente maior do que o grupo experimental (Fisher=1,0 ; p=0,500). Em relação ao índice *d*, houve efeito favorável considerado moderado (0,35). Na parte B, houve um padrão de resultados semelhante: diminuição no tempo de execução em ambos os grupos, mas com maior porcentagem de mudança relativa no grupo experimental (mais de 60% das crianças melhoraram a performance), enquanto no grupo controle, a porcentagem de mudança relativa foi de no máximo 60%. O teste qui-quadrado para a mudança relativa revela ausência de significância estatística (Fisher=0,534 ; p=0,267). Outrossim, no índice *d* houve uma sobreposição de valores, indicando um favorecimento para ambos os grupos com intensidade forte no valor de 0,53 e 0,52. Em ambas as tarefas o tamanho do efeito eta quadrado parcial foi inexistente (0,005 para A e 0,001 para B).

A análise do FDT, assim como o TMT, leva em consideração o tempo de execução em uma série de tarefas independentes. Para o presente estudo foram consideradas as medidas derivadas dessa tarefa, as quais são inibição e flexibilidade. Para a medida de inibição, o grupo experimental apresentou diminuição do tempo de execução em média de 8 segundos. O índice *d* demonstrou favorecimento para ambos os grupos e foi considerado forte (0,55) no grupo experimental. Em relação ao grupo controle, também houve diminuição da média em 6 segundos, com índice *d* favorável e moderado (0,46). Sobre a porcentagem de mudança relativa, ambos os grupos apresentaram a mesma porcentagem de crianças com melhoria na performance (Fisher=0,461 ; p=0,231). Ademais, o eta quadrado parcial indicou um tamanho de efeito pequeno (0,009) considerando o grupo como um fator de dois níveis. Para a medida de flexibilidade, o grupo experimental diminuiu em 9 segundos a média do tempo de execução, apresentou mais de 60% de crianças com melhoria na mudança relativa e um índice *d* forte e favorável para o grupo experimental (0,55). O grupo controle também apresentou diminuição no tempo de execução de 6 segundos, mas uma porcentagem de acertos de no máximo 60% das crianças. Mesmo a mudança relativa demonstrando ser maior no grupo experimental, tal vantagem não foi estatisticamente significativa (Fisher=0,517 ;

$p=0,259$). Em relação ao índice d , também houve favorecimento para o grupo controle, com efeito moderado (0,43), mas com tamanho do efeito η^2 quadrado parcial inexistente (0,002).

O último resultado neuropsicológico a ser explicitado é da tarefa Torre de Londres (TOL). Nessa tarefa é considerada a pontuação total dos participantes nos 12 problemas propostos. O grupo experimental revelou um sutil aumento na pontuação de 1,42 pontos, mas com uma porcentagem de mudança relativa menor que a do grupo controle (menos de 50% para o grupo experimental e mais de 60% para o grupo controle). O grupo controle também apresentou uma discreta melhoria nos resultados, contudo, sutilmente maior do que no grupo experimental, com um valor de diferença de 2,46. O η^2 quadrado parcial revelou um efeito pequeno (0,016) no fator grupo, provavelmente direcionado ao grupo controle, considerando que somente este apresentou maior mudança relativa, mas sem significância estatística (Fisher=0,556 ; $p=0,278$). O índice d apresentou-se favorável para ambos grupos.

Considerando agora os resultados da avaliação de desempenho acadêmico, a partir da aplicação do TDE, observou-se que no teste de escrita houve aumento da média entre o pré e o pós em ambos os grupos, mas com um ganho um pouco maior para o grupo experimental de 2,59 ponto, enquanto o grupo controle ganhou 2,47. A mudança relativa indica que o grupo experimental apresentou porcentagem de mais de 70% das crianças com melhoria no desempenho, mas ainda assim sem apresentar significância estatística (Fisher=0,517 ; $p=0,259$). E com tamanho de efeito η^2 quadrado parcial inexistente e índice d favorável para ambos os grupos. No teste de aritmética houve uma oposição de valores, onde no grupo experimental houve um leve aumento na média, de 0,92 pontos. Enquanto no grupo controle houve uma diminuição da média de 0,42 pontos. O índice d de Cohen revelou um desfavorecimento para o grupo controle com intensidade fraca. O η^2 quadrado parcial demonstrou magnitude de efeito pequeno (0,029) e com porcentagem de mudança relativa maior para o grupo controle (Fisher=0,193 ; $p=0,097$). O último teste do desempenho acadêmico foi o teste de leitura, o qual apresentou aumento da média em ambos os grupos, mas com favorecimento para o grupo experimental, sendo de 5,05 pontos e 3,68 para o grupo controle. Essa avaliação da leitura também revelou um tamanho de efeito η^2 quadrado parcial médio (0,078), mudança relativa maior no grupo experimental, chegando a mais de 70% das crianças (Fisher=1,0 ; $p=0,500$) e índice d favorável em ambos grupos.

Discussão

A atividade física é fundamental para a manutenção da qualidade de vida, tanto para a saúde geral como para o desenvolvimento cognitivo e cerebral das crianças. Estudos anteriores demonstram que há efeitos positivos nas funções executivas com a prática de atividade física (Chaddock-Heyman et al., 2015; Donnelly et al., 2016; Jäger et al., 2014; Khan & Hillman, 2014; Moreau et al., 2017).

A constante exigência de performance acadêmica e sucesso profissional, associadas às alterações na Lei de Diretrizes e Bases da Educação Brasileira em dezembro de 2016, as quais restringiram a obrigatoriedade do ensino da Educação Física (Brasil, 2017), tem diminuído cada vez mais a quantidade de atividade física que as crianças praticam por semana. No entanto, ainda persistem dúvidas se essa nova realidade das escolas públicas brasileiras estão em consonância com o que as atuais evidências empíricas têm demonstrado (Alloway & Alloway, 2010; Castelli et al., 2016; Donnelly et al., 2016; Hillman, Erickson, & Kramer, 2008; Tomporowski & Ellis, 1986; Warburton, Nicol & Bredin, 2006).

O presente estudo comparou um grupo de crianças submetidas à prática de educação física convencional (grupo controle) a outro grupo, submetido a aulas de circo (grupo experimental), como uma forma de atividade física com maior engajamento cognitivo. O objetivo principal foi investigar o efeito da prática de atividade circense sobre medidas das funções executivas e do desempenho acadêmico.

Foram avaliados diferentes domínios das funções executivas, incluindo memória de trabalho (Dígitos e cubos de corsi), atenção sustentada (TMT), planejamento (Torre de Londres), além de controle inibitório e flexibilidade cognitiva (Teste dos Cinco Dígitos). Considerando que o desempenho acadêmico demonstra ser favorecido pelo investimento nas funções executivas (Diamond et al., 2007), também foi avaliado o desempenho escolar através do Teste de Desempenho Escolar (TDE).

O estudo dos efeitos de uma intervenção ou mesmo de uma condição tratamento, visam verificar se houve mudanças na variável resposta antes e depois do início da intervenção. Nesse cenário, é importante utilizar modelos experimentais com grupo controle de alocação aleatória, para que possíveis vieses de idade, série e gênero fossem minimizados. O alocamento aleatório de idade, série e gênero entre os dois grupos, sugere que ambos os grupos tenham tido oportunidades semelhantes em relação ao ambiente, reduzindo um possível viés na avaliação neuropsicológica e escolar. Além disso, a

utilização de uma condição controle com grupo ativo, tentou demonstrar que os dois grupos eram semelhantes, no sentido de serem capazes de apresentar uma resposta de melhorias causadas por outros fatores além do tratamento (Boot, Simons, Stothart, & Stutts, 2013). Alguns relatos (Stothart, Simons, Boot, & Kramer, 2014) sugerem que a potência causal do efeito de um tratamento pode ser melhor avaliada em relação ao tipo de grupo controle utilizado nas intervenções. O uso de um grupo controle ativo, que se envolve em uma forma de atividade física diferente do objeto de estudo, atribui maior validade aos resultados, em comparação com os grupos controles passivos.

Neste estudo, a avaliação neuropsicológica e escolar de crianças que foram submetidas a intervenção experimental, contra as hipóteses propostas, não apresentou nenhuma diferença estatística significativa. Contudo, outras medidas demonstram uma tendência de melhoria para o grupo experimental em algumas tarefas neuropsicológicas. Além dos valores de significância estatística, optou-se pela utilização das medidas de mudança relativa e de magnitudes de efeito entre as condições pré e pós.

Sob essa perspectiva, conforme a hipótese 1 e 2, as médias são diferentes após o processo de intervenção física e as médias do grupo experimental no pós-teste são maiores que a do grupo controle, na maioria das tarefas, mas não em todas. De maneira geral, observa-se que das 12 tarefas aplicadas, o grupo experimental obteve média maior em 10. Em outras palavras, quando se conclui que uma diferença não é estatisticamente significativa, isso não indica propriamente que as médias sejam iguais, ou que não exista um efeito substancial, indica apenas que não houve evidência suficientemente forte para provar que a hipótese nula era falsa (Rumsey, 2011).

A análise dos resultados sob a ótica da medida de mudança relativa C , demonstra que de fato não houve grandes diferenças nos resultados dos dois grupos, mas que ainda assim, o grupo experimental apresentou uma pequena vantagem nos resultados. Tal índice esteve maior em 6 tarefas no grupo experimental, enquanto permaneceu sem alterações em outras duas. Em relação ao grupo controle, 4 testes resultaram maior porcentagem de indivíduos que apresentaram benefício após a intervenção com as aulas de circo. Esses dados indicam que há uma tendência maior de mudança positiva no grupo que participou das aulas de circo.

Utilizando a métrica do índice d de Cohen, observa-se que em 9 tarefas o índice d apresentou favorecimento para ambos os grupos. No TMT A houve um tamanho de efeito forte para o grupo experimental. No TMT B houve efeito forte e favorável para ambos os grupos. Em outras duas tarefas apresentou desfavorecimento para o grupo controle e na

tarefa do Cubos de Corsi na ordem inversa, houve desfavorecimento moderado para o grupo experimental. A distribuição desses índices reforça a ideia de que, independente da atividade física realizada pelos dois grupos, a maioria deles se beneficiou sutilmente da intervenção, mas que nenhuma das duas condições foi capaz de produzir os efeitos satisfatórios e esperados nos resultados das funções executivas e do desempenho acadêmico, conforme apontado por diversos estudos que já evidenciaram estes efeitos (Best, 2010; Diamond & Lee, 2011; Holzschneider et al., 2014; M. Stein et al., 2017).

Observando os resultados sob a ótica do eta quadrado parcial é possível perceber que houve resultados com tamanho do efeito pequeno em sua maioria (no total 4) e apenas 2 tarefas com tamanho do efeito médio. Por outro lado, vê-se também que apenas metade das tarefas apresentou tamanho do efeito diferente de zero e que ainda assim, esse tamanho não foi importante. Sobre esse dado, pode-se afirmar que de fato não houve um efeito relevante da intervenção, mesmo que as médias tenham aumentado entre o pré e o pós-teste. As tarefas que apresentaram tamanho do efeito médio diferem entre si em suas naturezas, sugerindo uma ausência de relação entre os dois efeitos (Cubos de Corsi na ordem indireta e subteste de leitura do TDE).

Uma análise mais profunda sobre os resultados do Cubos de Corsi, os quais, como mencionado acima, foi um dos únicos a apresentar tamanho do efeito médio, revela uma tendência de melhoria dos resultados para o grupo experimental, que pode ter uma relação entre a aprendizagem sensório-motora da prática de circo com a transferência desses recursos para o âmbito cognitivo visuoespacial. Conforme apontado por Best (2010; Ishihara e colaboradores (2018), Stein e colaboradores (2017) e Tomporowski e colaboradores (2015), atividades com engajamento cognitivo podem melhorar o desempenho em tarefas que mensuram a memória operacional visuoespacial, tal como o Cubos de Corsi. Essa perspectiva é reforçada ao observar-se que a tarefa que mensurou a memória operacional pelo aspecto verbal (Dígitos) não apresentou nenhuma diferença em relação aos grupos.

O eta quadrado parcial também realçou os resultados da subtarefa de leitura do TDE, o qual apresentou um tamanho do efeito com magnitude média, devido a um aumento maior na média do pós-teste do grupo experimental, em comparação com o grupo controle. Essa melhoria de desempenho, de acordo com Schmidt e colaboradores (2017), sugere que o incremento nas FE, ofertado pelas aulas de circo, explica a variação nos resultados do desempenho escolar, no caso, para o aspecto da leitura. O pressuposto básico por trás da relação entre FE e desempenho acadêmico é que algumas habilidades

executivas devem ser coordenadas para efetivar e monitorar as sequências de ações necessárias para desempenhar com êxito tarefas acadêmicas como resolver problemas matemáticos ou ler com eficiência (Cantin, Gnaedinger, Gallaway, Hesson-McInnis & Hund, 2016).

Em uma revisão de literatura, Tomporowski e colaboradores (2015) discutem o impacto dos exercícios físicos no funcionamento cognitivo das crianças. Uma das questões principais levantadas nesta revisão são as diferenças de procedimento entre os estudos, as quais podem fornecer uma explicação potencial para inconsistências nos resultados de pesquisas que intencionam estudar os efeitos das atividades físicas na cognição, principalmente nas pesquisas que utilizam atividades físicas com aspectos qualitativos, como é o caso das atividades circenses.

A incompatibilidade dos presentes resultados com o referencial científico fortalece a hipótese de que as condições experimentais não foram suficientes para produzir algum tipo de efeito, principalmente se considerarmos alguns trabalhos científicos que demonstram a forte relação existente entre as atividades físicas e a melhoria das funções cognitivas e do desempenho acadêmico. A meta-análise de Vazou e colaboradores (2016) por exemplo, lista uma série de pesquisas que ilustram essa associação, entre o potencial de melhoria que atividades físicas têm nas funções executivas e no desempenho acadêmico. É importante também considerarmos as evidências neurobiológicas sobre a relação entre atividades motoras e funções executivas (Hartman, Houwen, Scherder, & Visscher, 2010). As habilidades motoras desenvolvidas precocemente estão relacionadas a um funcionamento executivo superior na idade adulta e a um bom desenvolvimento cognitivo na idade escolar (Piek et al., 2004).

Dentre o vasto referencial teórico utilizado na presente pesquisa, demonstrando os efeitos das atividades físicas no funcionamento cognitivo e no desempenho escolar, é relevante comentar que tais estudos em sua grande maioria utilizam atividades físicas de fácil administração e gerenciamento, como é o caso das atividades aeróbicas (Altenburg et al., 2016; Chaddock-Heyman et al., 2015; Khan & Hillman, 2014; Ludyga et al., 2016; Moreau et al., 2017; Weinstein et al., 2012; Weng et al., 2017).

Pesquisas que exploraram outros tipos de atividades motoras, sem uso do aeróbico, mas com maior engajamento cognitivo (tênis, exercícios de coordenação motora bilateral, dança e associação de exercícios físicos com conteúdo acadêmico) apresentaram evidências de serem capazes de produzir benefícios na performance cognitiva e acadêmica (Best, 2010; Diamond, 2015; Schmidt et al., 2015; van der Niet et

al., 2014). Todavia, um estudo realizado por Castelli e colaboradores (2016) não encontrou uma relação entre força muscular e desempenho acadêmico. Já o estudo de Eveland-Sayers e colaboradores (2009) apontou uma relação positiva entre a força muscular e desempenho acadêmico em matemática. Outro estudo que contribuiu nesses achados foi o realizado por Blizzard e colaboradores (2016), os quais encontraram uma associação entre força muscular, resistência muscular e desempenho acadêmico, a partir de tarefas que utilizavam exercícios de força e explosão. Até o momento, não foram encontrados estudos que avaliaram a relação entre atividades circenses, funções executivas e desempenho acadêmico para que uma comparação mais equivalente pudesse ser realizada com os presentes resultados.

Nossos resultados não apoiam nossa hipótese inicial de que o treinamento de habilidades circenses promove ganhos nas funções executivas e, conseqüentemente, na avaliação do desempenho acadêmico. Contudo, uma análise qualitativa do presente estudo levando em consideração as suas principais limitações, permite contribuições importantes acerca da prática de atividades físicas na escola.

Primeiramente, é importante discutir as limitações do presente estudo. A principal limitação foi a reduzida carga horária disponível para as atividades físicas nas sessões de intervenção, decorrente da dificuldade de conciliar as atividades propostas pela presente pesquisa com a grade de horários da escola. O único horário possível para a realização da pesquisa foi durante as aulas de recreação física, o que acabou reduzindo bastante a carga horária semanal disponível para realização do treinamento. Com base nos estudos científicos já publicados e nas experiências prévias da autora com atividades circenses, o ideal seria que as crianças pudessem realizar ao menos duas sessões semanais de atividade física, com duas horas cada, ou sessões mais breves, porém diárias (Best, 2010). A carga horária utilizada em estudos que visam compreender o efeito das atividades físicas na cognição é bem variada, podendo ser tanto de 5 minutos com alta intensidade, como também de 90 minutos com intensidade moderada (Howie & Pate, 2012). Em relação à duração, há a descrição de diferentes períodos e tipos de atividade, havendo pesquisas com duração de apenas uma única intervenção composta por apenas uma sessão de 20 minutos (M. Stein et al., 2017), como também, pesquisas contendo programas de intervenção com duração de 7 meses e 300 minutos de atividades físicas semanais (Resaland et al., 2015).

Dentre as principais limitações encontradas para a realização da pesquisa, sem dúvida a questão da intensidade semanal teve papel central. Além disso, alguns cuidados

foram tomados para que a pesquisa não apresentasse uma fraqueza metodológica. Todas as intervenções foram baseadas na literatura, de forma que procurou-se ter um grupo controle ativo, a fim de minimizar o efeito placebo.

Dessa forma, presume-se que uma maior quantidade de encontros e uma carga horária semanal mais extensa pudessem ter ido ao encontro do que a literatura científica vem demonstrando recentemente, acerca dos benefícios que a prática de atividades físicas com engajamento cognitivo possuem no desempenho cognitivo e acadêmico (Aadland et al., 2017; Ishihara et al., 2018; Schmidt et al., 2017; Tomporowski et al., 2015). Ademais, maior intensidade dos exercícios físicos poderia também ter contribuído para efeitos mais fortes, permitindo que a melhoria observada nos resultados do grupo experimental apresentasse alguma significância.

A pontuação dessas limitações levanta alguns questionamentos sobre o padrão educacional adotado pelo sistema de ensino público brasileiro. O primeiro ponto a ser abordado nesse aspecto refere-se a já mencionada, exclusão da Educação Física da grade curricular. A partir da alteração da Lei 9.394/96, o sistema adotado pelas escolas brasileiras não disponibiliza um horário para as atividades físicas, onde as crianças realizavam minimamente duas aulas de educação física por semana. Essa estratégia teve como objetivo aumentar a carga horária de disciplinas, tais como, português e matemática. Nesse novo modelo, e utilizando como exemplo a rotina da escola participante do presente estudo, observa-se que as crianças possuem um momento semanal denominado “recreação”, cuja intensidade é de uma vez por semana e tem 1 hora de duração.

Antes de iniciar a coleta de dados e o respectivo processo de intervenção a partir das aulas de circo, foram realizadas observações sistemáticas do momento de recreação. Nessas observações foi constatado que as professoras regentes, as quais, vale ressaltar, não possuem experiência com educação física, são as responsáveis por oferecer algum tipo de atividade recreacional para os estudantes. Dentre as atividades oferecidas, foram observados: jogos de tabuleiro, jogos de equipe com bola, atividades artísticas de corte e cola e momentos livres, os quais as crianças podiam ficar à vontade para brincar. A narração desse fato sugere que a presença da educação física na rotina escolar do atual sistema de ensino é falha.

Essa ineficiência é tanto em relação a um direito básico de promoção à saúde, como também em relação às evidências sobre os benefícios que as atividades físicas podem ter sobre as funções cognitivas, ou mesmo, sobre a aprendizagem e o desempenho

acadêmico. Sob essa perspectiva, os resultados encontrados na presente pesquisa pretendem realizar algumas considerações sobre a maneira como as atividades físicas são oferecidas nas escolas e por conseguinte não conseguem refletir nenhum dos importantes achados científicos mencionados ao longo do texto.

O ambiente escolar é, globalmente, a base de todas as sociedades. As escolas alcançam um grupo diversificado de crianças desde cedo, e proporcionam um ambiente de aprendizado que pode exercer influência sobre as crianças durante um longo período de tempo. Portanto, as escolas fornecem oportunidade para implementar estratégias destinadas a aumentar a atividade física das crianças.

Em alguns países foram implementados programas baseados na integração do conteúdo curricular com a prática de exercícios físicos (e.g. *Girls on the Move Active School; Active Smarter Kids*) fundamentados em evidências empíricas que comprovam que a prática diária de exercícios físicos potencializa a capacidade cognitiva das crianças para o conteúdo acadêmico. Nesses programas, a melhoria na performance cognitiva e acadêmica foi constatada (Resaland et al., 2015; Robbins, Gretebeck, Kazanis, & Pender, 2006).

Conclusão

Este estudo mostrou que a prática de aulas de circo como um tipo de atividade física não foi capaz de melhorar os resultados cognitivos das FE e os resultados de desempenho escolar sob o ponto de vista estatístico. No entanto, o potencial de melhora da performance após a intervenção reforça a importância e a eficácia do investimento nas FE com as atividades físicas.

Acredita-se que esses resultados precisam ser confirmados por estudos futuros para se obter um panorama mais específico, em relação a dose de exercícios físicos semanais que são suficientes para produzir efeitos nas funções executivas e no desempenho acadêmico. A inclusão de outros testes e escalas (cognitivos, qualidade de vida, estresse familiar, afetivo-emocional, índice pubertal, estatus socioeconômico) também poderá ampliar as discussões obtidas por meio dos métodos adotados em nossos estudos.

Variáveis relacionadas às medidas de capacidade física (batimentos cardíacos, índice de massa corporal, flexibilidade, coordenação motora) podem ser de grande

utilidade, a fim de permitir também correlações entre os resultados neuropsicológicos e escolares.

Apesar da ausência de significância estatística, este estudo se pautou em evidências científicas encontradas na literatura (Castelli et al., 2016; Davis et al., 2007, 2011; Diamond, 2012a, 2015; Diamond et al., 2007; Diamond & Lee, 2011; Donnelly et al., 2016; Gothe, Pontifex, Hillman, & McAuley, 2013; Moreau et al., 2017), as quais legitimam a forte relação entre os mecanismos potenciais que sustentam a prática de exercícios físicos e o desempenho acadêmico, mediados pelas FE. Sob esse ponto de vista, a utilização do contexto escolar como ferramenta de promoção à prática de exercícios físicos demonstra ser uma possibilidade eficaz. Por sua vez, a utilização de aulas de circo como um tipo de atividade física nas escolas representa uma alternativa com grande potencial pedagógico.

O circo é uma arte milenar composta por um gigantesco universo multicultural e com uma latente possibilidade de emprego no âmbito educativo e escolar (Bortoleto & Calça, 2018; Silva, 1996). A aplicação do circo nesse contexto se deve a ludicidade inerente à sua prática, associada a opção de se utilizar os jogos circenses, os quais trazem em seu contexto regras e elementos do circo capazes de oferecer às crianças um desenvolvimento global, uma vez que durante as aulas de circo o praticante exercita o corpo como um todo, desenvolve a motricidade, a concentração, trabalha elementos psicológicos relacionados superação e autoestima, melhora a consciência corporal, desafia o equilíbrio e por fim, tem contato corporal com a cultura circense (Barragán et al., 2013; Bortoleto, 2011, 2014; Ontañón et al., 2012).

Referências Bibliográficas

- Aadland, K. N., Moe, V. F., Aadland, E., Anderssen, S. A., Resaland, G. K., & Ommundsen, Y. (2017). Relationships between physical activity, sedentary time, aerobic fitness, motor skills and executive function and academic performance in children. *Mental Health and Physical Activity*. <https://doi.org/10.1016/j.mhpa.2017.01.001>
- Alloway, T. P., & Alloway, R. G. (2010). Investigating the predictive roles of working memory and IQ in academic attainment. *Journal of Experimental Child Psychology*. <https://doi.org/10.1016/j.jecp.2009.11.003>
- Altenburg, T. M., Chinapaw, M. J. M., & Singh, A. S. (2016). Effects of one versus two bouts of moderate intensity physical activity on selective attention during a school morning in Dutch primary schoolchildren: A randomized controlled trial. *Journal of Science and Medicine in Sport*. <https://doi.org/10.1016/j.jsams.2015.12.003>
- Audiffren, M., Tomporowski, P. D., & Zagrodnik, J. (2008). Acute aerobic exercise and information processing: Energizing motor processes during a choice reaction time task. *Acta Psychologica*. <https://doi.org/10.1016/j.actpsy.2008.09.006>
- Baddeley, A. D., & Hitch, G. J. (1994). Developments in the Concept of Working Memory. *Neuropsychology*. <https://doi.org/10.1037/0894-4105.8.4.485>
- Banich, M. T. (2009). Executive function: The search for an integrated account. *Current Directions in Psychological Science*. <https://doi.org/10.1111/j.1467-8721.2009.01615.x>
- Barragán, T., Bortoleto, M., & Silva, E. (2013). Educación Corporal y Estética: Las Actividades Circenses como contenido de la Educación Física. *Revista Iberoamericana de Educación*.
- Benzing, V., Chang, Y. K., & Schmidt, M. (2018). Acute Physical Activity Enhances Executive Functions in Children with ADHD. *Scientific Reports*. <https://doi.org/10.1038/s41598-018-30067-8>
- Berben, L., Sereika, S. M., & Engberg, S. (2012). Effect size estimation: Methods and examples. *International Journal of Nursing Studies*. <https://doi.org/10.1016/j.ijnurstu.2012.01.015>
- Best, J. R. (2010). Effects of physical activity on children's executive function: Contributions of experimental research on aerobic exercise. *Developmental Review*. <https://doi.org/10.1016/j.dr.2010.08.001>
- Blizzard, L., Sallis, J. F., Dean, K., Lazarus, R., & Dwyer, T. (2016). Relation of

- Academic Performance to Physical Activity and Fitness in Children. *Pediatric Exercise Science*. <https://doi.org/10.1123/pes.13.3.225>
- Boot, W. R., Simons, D. J., Stothart, C., & Stutts, C. (2013). The Pervasive Problem With Placebos in Psychology: Why Active Control Groups Are Not Sufficient to Rule Out Placebo Effects. *Perspectives on Psychological Science*. <https://doi.org/10.1177/1745691613491271>
- Bortoleto, M. A. C. (2011). ATIVIDADES CIRCENSES: NOTAS SOBRE A PEDAGOGIA DA EDUCAÇÃO CORPORAL E ESTÉTICA. *Cadernos de Formação RBCE*.
- Bortoleto, M. A. C. (2014). Atividades Circenses. In *Dicionário Crítico da Educação Física*.
- BORTOLETO, M. A. C. (2007). EDUCAÇÃO FÍSICA ESCOLAR: pedagogia e didática das atividades circenses. *Rev. Bras. Cienc. Esporte, Campinas*.
- Bortoleto, M. A. C., & Calça, D. H. (2018). O tecido circense: fundamentos para uma pedagogia das atividades circenses aéreas. *Conexões*. <https://doi.org/10.20396/conex.v5i2.8637880>
- Bös, K., & Brehm, W. (2006). *Handbuch Gesundheitssport. Handbuch Gesundheitssport*. Hrsg.: K. Bös.
- Bös, K., & Mechling, H. (1985). Überprüfung eines fähigkeitsorientierten Ansatzes zur Erklärung sportmotorischer Leistungen. *Sportwissenschaft*. <https://doi.org/10.1007/BF03177832>
- Brasil. (2017). *LDB: Lei de diretrizes e bases da educação nacional. Ldb N. Lei 9.394/1996*. <https://doi.org/10.1002/job>
- Burgess, P. W., & Simons, J. S. (2012). Theories of frontal lobe executive function: Clinical applications. In *The Effectiveness of Rehabilitation for Cognitive Deficits*. <https://doi.org/10.1093/acprof:oso/9780198526544.003.0018>
- Cantin, R. H., Gnaedinger, E. K., Gallaway, K. C., Hesson-McInnis, M. S., & Hund, A. M. (2016). Executive functioning predicts reading, mathematics, and theory of mind during the elementary years. *Journal of Experimental Child Psychology*. <https://doi.org/10.1016/j.jecp.2016.01.014>
- Caspersen, C. J., Powell, K. E., Christenson, G. M., & Christenson G. (1985). Physical activity, exercise, and physical fitness: definitions and distinctions for health-related research. *Public health reports*. <https://doi.org/10.2307/20056429>
- Castelli, D. M., Hillman, C. H., Buck, S. M., & Erwin, H. E. (2016). Physical Fitness and

- Academic Achievement in Third- and Fifth-Grade Students. *Journal of Sport and Exercise Psychology*. <https://doi.org/10.1123/jsep.29.2.239>
- Chaddock-Heyman, L., Erickson, K. I., Kienzler, C., King, M., Pontifex, M. B., Raine, L. B., ... Kramer, A. F. (2015). The role of aerobic fitness in cortical thickness and mathematics achievement in preadolescent children. *PLoS ONE*. <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0134115>
- Chaddock, L., Erickson, K. I., Prakash, R. S., Kim, J. S., Voss, M. W., Vanpatter, M., ... Kramer, A. F. (2010). A neuroimaging investigation of the association between aerobic fitness, hippocampal volume, and memory performance in preadolescent children. *Brain Research*. <https://doi.org/10.1016/j.brainres.2010.08.049>
- Chaddock, L., Erickson, K. I., Prakash, R. S., Vanpatter, M., Voss, M. W., Pontifex, M. B., ... Kramer, A. F. (2010). Basal ganglia volume is associated with aerobic fitness in preadolescent children. *Developmental Neuroscience*. <https://doi.org/10.1159/000316648>
- Chojnacki, M. R., Raine, L. B., Drollette, E. S., Scudder, M. R., Kramer, A. F., Hillman, C. H., & Khan, N. A. (2018). The Negative Influence of Adiposity Extends to Intraindividual Variability in Cognitive Control Among Preadolescent Children. *Obesity*. <https://doi.org/10.1002/oby.22053>
- Cohen, J. (1988). *The Effect Size index. Statistical Power Analysis for the Behavioral Sciences*.
- Colcombe, S. J., Erickson, K. I., Raz, N., Webb, A. G., Cohen, N. J., McAuley, E., & Kramer, a F. (2003). Aerobic fitness reduces brain tissue loss in aging humans. *The journals of gerontology Series A Biological sciences and medical sciences*. <https://doi.org/10.1093/gerona/58.2.M176>
- Coles, K., & Tomporowski, P. D. (2008). Effects of acute exercise on executive processing, short-term and long-term memory. *Journal of Sports Sciences*. <https://doi.org/10.1080/02640410701591417>
- Crosbie, J., Arnold, P., Paterson, A., Swanson, J., Dupuis, A., Li, X., ... Schachar, R. J. (2013). Response inhibition and ADHD traits: Correlates and heritability in a community sample. *Journal of Abnormal Child Psychology*. <https://doi.org/10.1007/s10802-012-9693-9>
- Crova, C., Struzzolino, I., Marchetti, R., Masci, I., Vannozzi, G., Forte, R., & Pesce, C. (2014). Cognitively challenging physical activity benefits executive function in overweight children. *Journal of Sports Sciences*.

- <https://doi.org/10.1080/02640414.2013.828849>
- Davis, C. L., Tomporowski, P. D., Gregoski, M., Boyle, C. A., Waller, J. L., Miller, P. H., & Naglieri, J. A. (2007). Effects of aerobic exercise on overweight children's cognitive functioning: A randomized controlled trial. *Research Quarterly for Exercise and Sport*. <https://doi.org/10.1080/02701367.2007.10599450>
- Davis, C. L., Tomporowski, P. D., McDowell, J. E., Austin, B. P., Miller, P. H., Yanasak, N. E., ... Naglieri, J. A. (2011). Exercise Improves Executive Function and Achievement and Alters Brain Activation in Overweight Children: A Randomized, Controlled Trial. *Health Psychology*. <https://doi.org/10.1037/a0021766>
- Davis, J. C., Marra, C. A., Najafzadeh, M., & Liu-Ambrose, T. (2010). The independent contribution of executive functions to health related quality of life in older women. *BMC Geriatrics*. <https://doi.org/10.1186/1471-2318-10-16>
- Diamond, A. (2000). Close interrelation of motor development and cognitive development and of the cerebellum and prefrontal cortex. *Child Development*. <https://doi.org/10.1111/1467-8624.00117>
- Diamond, A. (2012a). Activities and Programs That Improve Children ' s Executive Functions. *Current Directions in Psychological Science*. <https://doi.org/10.1177/0963721412453722>
- Diamond, A. (2012b). *Executive functions. Review in advance*. <https://doi.org/10.1146/annurev-psych-113011-143750>
- Diamond, A. (2015). Effects of Physical Exercise on Executive Functions: Going beyond Simply Moving to Moving with Thought. *Annals of sports medicine and research*. <https://doi.org/10.1530/ERC-14-0411>. Persistent
- Diamond, A., Barnett, W. S., Thomas, J., & Munro, S. (2007). The early years: Preschool program improves cognitive control. *Science*. <https://doi.org/10.1126/science.1151148>
- Diamond, A., & Lee, K. (2011). Interventions shown to aid executive function development in children 4 to 12 years old. *Science*. <https://doi.org/10.1126/science.1204529>
- Dimitrov, D. M., & Rumrill, P. D. (2003). Pretest-posttest designs and measurement of change. *Work (Reading, Mass.)*.
- Donnelly, J. E., Hillman, C. H., Castelli, D., Etnier, J. L., Lee, S., Tomporowski, P., ... Szabo-Reed, A. N. (2016). Physical Activity, Fitness, Cognitive Function, and Academic Achievement in Children. *Medicine & Science in Sports & Exercise*.

<https://doi.org/10.1249/MSS.0000000000000966>

- Duprat, R. M., Antonio, M., & Bortoleto, C. (2007). Educação física escolar: pedagogia e didáticas das atividades circenses. *Rev. Bras. Cienc. Esporte*.
- Eakin, L., Minde, K., Hechtman, L., Ochs, E., Krane, E., Bouffard, R., ... Looper, K. (2004). The marital and family functioning of adults with ADHD and their spouses. *Journal of Attention Disorders*. <https://doi.org/10.1177/108705470400800101>
- Erickson, K. I., Mailey, E., Pence, B. D., Kim, J. S., Kramer, A. F., Basak, C., ... Alves, H. (2011). Exercise training increases size of hippocampus and improves memory. *Proceedings of the National Academy of Sciences*. <https://doi.org/10.1073/pnas.1015950108>
- Espirito Santo, H., & Daniel, F. B. (2015). 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. *Revista Portuguesa de Investigação Comportamental e Social*. <https://doi.org/10.7342/ismt.rpics.2015.1.1.14>
- Espy, K. A. (2004). Using developmental, cognitive, and neuroscience approaches to understand executive control in young children. *Developmental Neuropsychology*. https://doi.org/10.1207/s15326942dn2601_1
- Etnier, J. L., & Chang, Y.-K. (2009). The Effect of Physical Activity on Executive Function: A Brief Commentary on Definitions, Measurement Issues, and the Current State of the Literature. *Journal of Sport and Exercise Psychology*, 31(4), 469–483. <https://doi.org/10.1123/jsep.31.4.469>
- Eveland-Sayers, B. M., Farley, R. S., Fuller, D. K., Morgan, D. W., & Caputo, J. L. (2009). Physical and academic achievement in elementary school children. *Journal of Physical Activity and Health*. <https://doi.org/10.1123/jpah.6.1.99>
- Fernandes, V. R., Ribeiro, M. L. S., Melo, T., Maciel-Pinheiro, P. de T., Guimarães, T. T., Araújo, N. B., ... Deslandes, A. C. (2016). Motor coordination correlates with academic achievement and cognitive function in children. *Frontiers in Psychology*, 7(MAR). <https://doi.org/10.3389/fpsyg.2016.00318>
- Freire, R. S., Lélis, F. L. de O., Fonseca Filho, J. A. da, Nepomuceno, M. O., & Silveira, M. F. (2014). Prática regular de atividade físicasica: Estudo de base populacional no norte de minas gerais, Brasil. *Revista Brasileira de Medicina do Esporte*. <https://doi.org/10.1590/1517-86922014200502062>
- Fuentes, D., Nassif, E. P., Cardoso-Martins, C., Malloy-Diniz, L. F., Leite, W. B., & Levy, A. M. (2016). Planning abilities of children aged 4 years and 9 months to 8

- 1/2 years: Effects of age, fluid intelligence and school type on performance in the Tower of London test. *Dementia & Neuropsychologia*. <https://doi.org/10.1590/s1980-57642009dn20100006>
- Geertsen, S. S., Thomas, R., Larsen, M. N., Dahn, I. M., Andersen, J. N., Krause-Jensen, M., ... Lundbye-Jensen, J. (2016). Motor skills and exercise capacity are associated with objective measures of cognitive functions and academic performance in preadolescent children. *PLoS ONE*, *11*(8). <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0161960>
- Gordon, B. A., Rykhlevskaia, E. I., Brumback, C. R., Lee, Y., Elavsky, S., Konopack, J. F., ... Fabiani, M. (2008). Neuroanatomical correlates of aging, cardiopulmonary fitness level, and education. *Psychophysiology*. <https://doi.org/10.1111/j.1469-8986.2008.00676.x>
- Gothe, N., Pontifex, M. B., Hillman, C., & McAuley, E. (2013). The Acute Effects of Yoga on Executive Function. *Journal of Physical Activity and Health*. <https://doi.org/10.1123/jpah.10.4.488>
- Güldenpenning, I., Koester, D., Kunde, W., Weigelt, M., & Schack, T. (2011). Motor expertise modulates the unconscious processing of human body postures. *Experimental Brain Research*. <https://doi.org/10.1007/s00221-011-2788-7>
- Hartman, E., Houwen, S., Scherder, E., & Visscher, C. (2010). On the relationship between motor performance and executive functioning in children with intellectual disabilities. *Journal of Intellectual Disability Research*. <https://doi.org/10.1111/j.1365-2788.2010.01284.x>
- Hillman, C. H., Pontifex, M. B., Raine, L. B., Castelli, D. M., Hall, E. E., & Kramer, A. F. (2009). The effect of acute treadmill walking on cognitive control and academic achievement in preadolescent children. *Neuroscience*. <https://doi.org/10.1016/j.neuroscience.2009.01.057>
- Hillman, Charles H., Erickson, K. I., & Kramer, A. F. (2008). Be smart, exercise your heart: Exercise effects on brain and cognition. *Nature Reviews Neuroscience*. <https://doi.org/10.1038/nrn2298>
- Hillman, Charles H., Kamijo, K., & Scudder, M. (2011). A review of chronic and acute physical activity participation on neuroelectric measures of brain health and cognition during childhood. *Preventive Medicine*. <https://doi.org/10.1016/j.ypmed.2011.01.024>
- Hillman, Charles H., Erickson, K. I., & Kramer, A. F. (2008). Exercise Effects on Brain

and Cognition. *Neuro Science*.

- Holzschneider, K., Wolbers, T., Röder, B., Hötting, K., Audiffren, M., Tomporowski, P. D. P. D., ... Lu, H. (2014). Effects of acute aerobic exercise of different intensity on executive function. *Acta Psychologica*.
<https://doi.org/10.1016/j.neurobiolaging.2009.08.001>
- Howie, E. K., & Pate, R. R. (2012). Physical activity and academic achievement in children: A historical perspective. *Journal of Sport and Health Science*.
<https://doi.org/10.1016/j.jshs.2012.09.003>
- Ishihara, T., Sugasawa, S., Matsuda, Y., & Mizuno, M. (2018). Relationship between sports experience and executive function in 6–12-year-old children: independence from physical fitness and moderation by gender. *Developmental Science*.
<https://doi.org/10.1111/desc.12555>
- Jäger, K., Schmidt, M., Conzelmann, A., & Roebbers, C. M. (2014). Cognitive and physiological effects of an acute physical activity intervention in elementary school children. *Frontiers in Psychology*. <https://doi.org/10.3389/fpsyg.2014.01473>
- Jäger, K., Schmidt, M., Conzelmann, A., & Roebbers, C. M. (2015). The effects of qualitatively different acute physical activity interventions in real-world settings on executive functions in preadolescent children. *Mental Health and Physical Activity*.
<https://doi.org/10.1016/j.mhpa.2015.05.002>
- Kalbfleisch, L. (2017). Chapter 7 – Neurodevelopment of the Executive Functions. In *Executive Functions in Health and Disease*. <https://doi.org/10.1016/B978-0-12-803676-1.00007-6>
- Kamijo, K., Pontifex, M. B., O’Leary, K. C., Scudder, M. R., Wu, C. T., Castelli, D. M., & Hillman, C. H. (2011). The effects of an afterschool physical activity program on working memory in preadolescent children. *Developmental Science*.
<https://doi.org/10.1111/j.1467-7687.2011.01054.x>
- Keppel, G., & Wickens, T. D. (2004a). Analytical Comparisons Among Treatment Means. In *Design and analysis: A researcher’s handbook*.
- Keppel, G., & Wickens, T. D. (2004b). Effect Size, Power, and Sample Size. In *Design and Analysis*.
- Khan, N. A., & Hillman, C. H. (2014). The Relation of Childhood Physical Activity and Aerobic Fitness to Brain Function and Cognition: A Review. *Pediatric Exercise Science*. <https://doi.org/10.1123/pes.2013-0125>
- Knijnik, L. F., Giacomoni, C., & Stein, L. M. (2014). Teste de Desempenho Escolar: um

- estudo de levantamento. *Psico-USF*. <https://doi.org/10.1590/s1413-82712013000300007>
- Kofler, M. J., Rapport, M. D., Bolden, J., Sarver, D. E., & Raiker, J. S. (2010). ADHD and working memory: The impact of central executive deficits and exceeding storage/rehearsal capacity on observed inattentive behavior. *Journal of Abnormal Child Psychology*. <https://doi.org/10.1007/s10802-009-9357-6>
- Lämmle, L., Tittlbach, S., Oberger, J., Worth, A., & Bös, K. (2010). A Two-level Model of Motor Performance Ability. *Journal of Exercise Science and Fitness*. [https://doi.org/10.1016/S1728-869X\(10\)60006-8](https://doi.org/10.1016/S1728-869X(10)60006-8)
- Lardon, M. T., & Polich, J. (1996). EEG changes from long-term physical exercise. *Biological Psychology*. [https://doi.org/10.1016/S0301-0511\(96\)05198-8](https://doi.org/10.1016/S0301-0511(96)05198-8)
- Lou, S. jie, Liu, J. yan, Chang, H., & Chen, P. jie. (2008). Hippocampal neurogenesis and gene expression depend on exercise intensity in juvenile rats. *Brain Research*. <https://doi.org/10.1016/j.brainres.2008.02.080>
- Ludyga, S., Gerber, M., Brand, S., Holsboer-Trachsler, E., & Pühse, U. (2016). Acute effects of moderate aerobic exercise on specific aspects of executive function in different age and fitness groups: A meta-analysis. *Psychophysiology*. <https://doi.org/10.1111/psyp.12736>
- Malloy-Diniz, L. F., de Paula, J. J., Sedó, M., Fuentes, D., & Leite, W. B. (2014). Neuropsicologia das Funções Executivas e da Atenção. In *Neuropsicologia Teoria e Prática*.
- McLaughlin, N. C. R., & Malloy, P. (2018). Dorsolateral Prefrontal Cortex. In *Encyclopedia of Clinical Neuropsychology*. https://doi.org/10.1007/978-3-319-57111-9_1887
- Michael S. Mega, M. D., & Jeffrey L. Cummings, M. D. (1994). Frontal-subcortical circuits and neuropsychiatric disorders. *The Journal of Neuropsychiatry and Clinical Neurosciences*, 6(4), 358–370. <https://doi.org/10.1176/jnp.6.4.358>
- Miller, E. K., & Cohen, J. D. (2001). An integrative theory of prefrontal cortex function. *Annual review of neuroscience*. <https://doi.org/10.1146/annurev.neuro.24.1.167>
- Miyake, A., Friedman, N. P., Emerson, M. J., Witzki, A. H., Howerter, A., & Wager, T. D. (2000). The Unity and Diversity of Executive Functions and Their Contributions to Complex “Frontal Lobe” Tasks: A Latent Variable Analysis. *Cognitive Psychology*. <https://doi.org/10.1006/cogp.1999.0734>
- Moffitt, T. E., Arseneault, L., Belsky, D., Dickson, N., Hancox, R. J., Harrington, H., ...

- Caspi, A. (2011). A gradient of childhood self-control predicts health, wealth, and public safety. *Proceedings of the National Academy of Sciences*. <https://doi.org/10.1073/pnas.1010076108>
- Moreau, D. (2012). The role of motor processes in three-dimensional mental rotation: Shaping cognitive processing via sensorimotor experience. *Learning and Individual Differences*. <https://doi.org/10.1016/j.lindif.2012.02.003>
- Moreau, D., & Conway, A. R. A. (2013). Cognitive enhancement: A comparative review of computerized and athletic training programs. *International Review of Sport and Exercise Psychology*. <https://doi.org/10.1080/1750984X.2012.758763>
- Moreau, D., Kirk, I. J., & Waldie, K. E. (2017). High-intensity training enhances executive function in children in a randomized, placebo-controlled trial. *eLife*. <https://doi.org/10.7554/elife.25062>
- NORTH, T. C., McCULLAGH, P., & TRAN, Z. V. (2006). Effect of Exercise on Depression. *Exercise and Sport Sciences Reviews*. <https://doi.org/10.1249/00003677-199001000-00016>
- Oliveira-Ferreira, F., Costa, D. S., Rettore Micheli, L., de Fátima Sílvia Oliveira, L., Pinheiro-Chagas, P., & Geraldi Haase, V. (2012). School Achievement Test: Normative data for a representative sample of elementary school children. *Psychology and Neuroscience*. <https://doi.org/10.3922/j.psns.2012.2.05>
- Ontañón, T., Duprat, R., & Bortoleto, M. A. (2012). Educação física e atividades circenses: “O estado da arte”. *Movimento*.
- Penedo, F. J., & Dahn, J. R. (2005). Exercise and well-being: A review of mental and physical health benefits associated with physical activity. *Current Opinion in Psychiatry*. <https://doi.org/10.1097/00001504-200503000-00013>
- Pennington, B. F., & Ozonoff, S. (1996). Executive functions and developmental psychopathology. *Journal of Child Psychology and Psychiatry and Allied Disciplines*. <https://doi.org/10.1111/j.1469-7610.1996.tb01380.x>
- Pesce, C. (2012). Shifting the focus from quantitative to qualitative exercise characteristics in exercise and cognition research. *Journal of sport & exercise psychology*.
- Pesce, C. (2016). Shifting the Focus from Quantitative to Qualitative Exercise Characteristics in Exercise and Cognition Research. *Journal of Sport and Exercise Psychology*. <https://doi.org/10.1123/jsep.34.6.766>
- Piek, J. P., Dyck, M. J., Nieman, A., Anderson, M., Hay, D., Smith, L. M., ... Hallmayer,

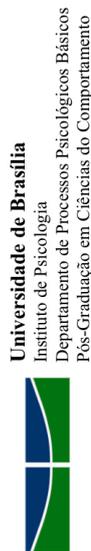
- J. (2004). The relationship between motor coordination, executive functioning and attention in school aged children. *Archives of Clinical Neuropsychology*. <https://doi.org/10.1016/j.acn.2003.12.007>
- Raiker, J. S., Rapport, M. D., Kofler, M. J., & Sarver, D. E. (2012). Objectively-measured impulsivity and attention-deficit/hyperactivity disorder (ADHD): Testing competing predictions from the working memory and behavioral inhibition models of ADHD. *Journal of Abnormal Child Psychology*. <https://doi.org/10.1007/s10802-011-9607-2>
- Rehfeld, K., Hcnullkelmann, A., Lehmann, W., & Blaser, P. (2013). The impact of a sportive dance program on cognitive skills (Fluid intelligence, general intelligence and working memory) in elderly. *Journal of Psychophysiology*.
- Resaland, G. K., Moe, V. F., Aadland, E., Steene-Johannessen, J., Glosvik, Ø., Andersen, J. R., ... Anderssen, S. A. (2015). Active Smarter Kids (ASK): Rationale and design of a cluster-randomized controlled trial investigating the effects of daily physical activity on children's academic performance and risk factors for non-communicable diseases. *BMC Public Health*. <https://doi.org/10.1186/s12889-015-2049-y>
- Ricardo Franco de Lima; Paula Pinheiro Travaini; Sylvia Maria Ciasca. (2009). AMOSTRA DE DESEMPENHO DE ESTUDANTES DO ENSINO FUNDAMENTAL EM TESTES DE ATENÇÃO E FUNÇÕES EXECUTIVAS. *Psicopedagogia*.
- Richardson, J. T. E. (2011). Eta squared and partial eta squared as measures of effect size in educational research. *Educational Research Review*. <https://doi.org/10.1016/j.edurev.2010.12.001>
- Robbins, L. B., Gretebeck, K. A., Kazanis, A. S., & Pender, N. J. (2006). Girls on the move program to increase physical activity participation. *Nursing Research*. <https://doi.org/10.1097/00006199-200605000-00007>
- Roebers, C. M., & Kauer, M. (2009). Motor and cognitive control in a normative sample of 7-year-olds. *Developmental Science*. <https://doi.org/10.1111/j.1467-7687.2008.00755.x>
- Rotenberg, K. J., Michalik, N., Eisenberg, N., & Betts, L. R. (2008). The relations among young children's peer-reported trustworthiness, inhibitory control, and preschool adjustment. *Early Childhood Research Quarterly*. <https://doi.org/10.1016/j.ecresq.2007.04.003>
- Rudebeck, P. H., & Rich, E. L. (2018). Orbitofrontal cortex. *Current Biology*. <https://doi.org/10.1016/j.cub.2018.07.018>

- Rumsey, D. (2011). What a p-Value Tells You about Statistical Data. *Statics for dummies*.
- Santos, F. H., Mello, C. B., Bueno, O. F. A., & Dellatolas, G. (2005). Cross-cultural differences for three visual memory tasks in Brazilian children. *Perceptual and Motor Skills*. <https://doi.org/10.1081/AMP-200053451>
- Schmidt, M., Egger, F., Benzing, V., Jäger, K., Conzelmann, A., Roebers, C. M., & Pesce, C. (2017). Disentangling the relationship between children's motor ability, executive function and academic achievement. *PLoS ONE*. <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0182845>
- Schmidt, M., Jäger, K., Egger, F., Roebers, C. M., & Conzelmann, A. (2015). Cognitively Engaging Chronic Physical Activity, but Not Aerobic Exercise, Affects Executive Functions in Primary School Children: A Group-Randomized Controlled Trial. *Journal of Sport and Exercise Psychology*. <https://doi.org/10.1123/jsep.2015-0069>
- Sedó, M. A. (2007). Test de los cinco dígitos (FDT). *Madrid: TEA Ediciones S.A.*
- Sibley, B. A., & Etnier, J. L. (2016). The Relationship between Physical Activity and Cognition in Children: A Meta-Analysis. *Pediatric Exercise Science*. <https://doi.org/10.1123/pes.15.3.243>
- Silva, E. (1996). *O Circo: sua arte e seus saberes - o circo no Brasil do final do século XIX a meados do XX. Departamento de Pós Graduação em História Social.*
- Stein, L. (1994). *Teste de desempenho escolar (TDE): manual para aplicação e interpretação. São Paulo: Casa do Psicólogo.*
- Stein, M., Auerswald, M., & Ebersbach, M. (2017). Relationships between motor and executive functions and the effect of an acute coordinative intervention on executive functions in kindergartners. *Frontiers in Psychology*. <https://doi.org/10.3389/fpsyg.2017.00859>
- Stein, R. (2011). Atividade física e saúde pública. *Revista Brasileira de Medicina do Esporte*. <https://doi.org/10.1590/s1517-86921999000400006>
- Stothart, C. R., Simons, D. J., Boot, W. R., & Kramer, A. F. (2014). Is the effect of aerobic exercise on cognition a placebo effect? *PLoS ONE*. <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0109557>
- Strauss, E. H., Sherman, E. M. S., & Spreen, O. (2006). A Compendium of Neuropsychological Tests. *Administration Norms And Commentary*. <https://doi.org/2168651.2168654>
- Stuss, D. T., & Alexander, M. P. (2000). Executive functions and the frontal lobes: A conceptual view. *Psychological Research*. <https://doi.org/10.1007/s004269900007>

- Takamori, F., & Bortoleto, M. (2010). Abrindo as portas para as atividades circenses na Educação Física escolar: um relato de experiência. *Pensar a Prática*. <https://doi.org/10.5216/rpp.v13i1.6729>
- Tomporowski, P. D., Davis, C. L., Miller, P. H., & Naglieri, J. A. (2008). Exercise and Children's Intelligence, Cognition, and Academic Achievement. *Educational Psychology Review*, 20(2), 111–131. <https://doi.org/10.1007/s10648-007-9057-0>
- Tomporowski, P. D., & Ellis, N. R. (1986). Effects of exercise on cognitive processes: A review. *Psychological Bulletin*, 99(3), 338–346. <https://doi.org/10.1037/0033-2909.99.3.338>
- Tomporowski, P. D., McCullick, B., Pendleton, D. M., & Pesce, C. (2015). Exercise and children's cognition: The role of exercise characteristics and a place for metacognition. *Journal of Sport and Health Science*. <https://doi.org/10.1016/j.jshs.2014.09.003>
- Van Breukelen, G. J. P. (2006). ANCOVA versus change from baseline had more power in randomized studies and more bias in nonrandomized studies. *Journal of Clinical Epidemiology*, 59(9), 920–925. <https://doi.org/10.1016/j.jclinepi.2006.02.007>
- van der Niet, A. G., Hartman, E., Smith, J., & Visscher, C. (2014). Modeling relationships between physical fitness, executive functioning, and academic achievement in primary school children. *Psychology of Sport and Exercise*, 15(4), 319–325. <https://doi.org/10.1016/J.PSYCHSPORT.2014.02.010>
- van der Niet, A. G., Smith, J., Scherder, E. J. A., Oosterlaan, J., Hartman, E., & Visscher, C. (2015). Associations between daily physical activity and executive functioning in primary school-aged children. *Journal of Science and Medicine in Sport*, 18(6). <https://doi.org/10.1016/j.jsams.2014.09.006>
- Vazou, S., Pesce, C., Lakes, K., & Smiley-Oyen, A. (2016). More than one road leads to Rome: A narrative review and meta-analysis of physical activity intervention effects on cognition in youth. *International Journal of Sport and Exercise Psychology*. <https://doi.org/10.1080/1612197X.2016.1223423>
- Verburgh, L., Königs, M., Scherder, E. J. A., & Oosterlaan, J. (2014). Physical exercise and executive functions in preadolescent children, adolescents and young adults: a meta-analysis. *British Journal of Sports Medicine*, 48(12), 973–979. <https://doi.org/10.1136/bjsports-2012-091441>
- Vickers, A. J., & Altman, D. G. (2001). Statistics Notes: Analysing controlled trials with baseline and follow up measurements. *BMJ*, 323(7321), 1123–1124.

<https://doi.org/10.1136/bmj.323.7321.1123>

- Voss, M. W., Heo, S., Prakash, R. S., Erickson, K. I., Alves, H., Chaddock, L., ... Kramer, A. F. (2013). The influence of aerobic fitness on cerebral white matter integrity and cognitive function in older adults: Results of a one-year exercise intervention. *Human Brain Mapping*. <https://doi.org/10.1002/hbm.22119>
- Warburton, D. E. R., Nicol, C. W., & Bredin, S. S. D. (2006). Health benefits of physical activity: The evidence. *CMAJ*. <https://doi.org/10.1503/cmaj.051351>
- Weinstein, A. M., Voss, M. W., Prakash, R. S., Chaddock, L., Szabo, A., White, S. M., ... Erickson, K. I. (2012). The association between aerobic fitness and executive function is mediated by prefrontal cortex volume. *Brain, Behavior, and Immunity*, 26(5), 811–819. <https://doi.org/10.1016/j.bbi.2011.11.008>
- Weng, T. B., Pierce, G. L., Darling, W. G., Falk, D., Magnotta, V. A., & Voss, M. W. (2017). The Acute Effects of Aerobic Exercise on the Functional Connectivity of Human Brain Networks. *Brain Plasticity*. <https://doi.org/10.3233/BPL-160039>
- Wilkinson, L. (2005). Statistical methods in psychology journals: Guidelines and explanations. *American Psychologist*. <https://doi.org/10.1037/0003-066x.54.8.594>
- Willcutt, E. G., Doyle, A. E., Nigg, J. T., Faraone, S. V., & Pennington, B. F. (2005). Validity of the executive function theory of attention-deficit/ hyperactivity disorder: A meta-analytic review. *Biological Psychiatry*. <https://doi.org/10.1016/j.biopsych.2005.02.006>



Universidade de Brasília

Instituto de Psicologia
Departamento de Processos Psicológicos Básicos
Pós-Graduação em Ciências do Comportamento

Termo de Consentimento Livre e Esclarecido

Seu(ua) filho(a) está sendo convidado a participar da pesquisa “Contribuição das atividades esportivas e artísticas como forma de investimento nas funções executivas e no desempenho acadêmico”, de responsabilidade de Isabela Levi Paranhos estudante de mestrado da Universidade de Brasília. O objetivo desta pesquisa é investigar se a prática de atividades físicas circenses, as quais envolvem coordenação motora, força e flexibilidade, são capazes de promover o desenvolvimento das funções executivas em crianças e, por sua vez, melhorar o desempenho acadêmico. Assim, gostaria de consultá-lo(a) sobre seu interesse e disponibilidade de cooperar com a pesquisa.

Você receberá todos os esclarecimentos necessários antes de iniciar a pesquisa, e lhe asseguro que o nome do seu(ua) filho(a) não será divulgado, sendo mantido o mais rigoroso sigilo mediante a omissão total de informações que permitam identificá-lo(a). Os dados provenientes de sua participação na pesquisa, tais como entrevistas ficarão sob a guarda do pesquisador responsável pela pesquisa.

A participação do seu(ua) filho(a) na coleta de dados se dará por meio da realização de testes neuropsicológicos aplicados, em uma sala da escola em que ele estuda, e pelo treinamento de atividades circenses que envolvem coordenação motora e equilíbrio. A pesquisa será realizada em três etapas, na seguinte ordem: I) avaliação neuropsicológica pré-treinamento, de aproximadamente 45 minutos; II) Treinamento físico, onde as crianças serão alocadas, aleatoriamente, em aula de circo, onde serão ensinadas técnicas básicas para iniciantes, ou em aula de educação física tradicional, envolvendo jogos de equipe com bola (futebol, vôlei ou handebol); Avaliação neuropsicológica pós-treinamento, idêntica à etapa I. São para estes procedimentos que você está sendo convidado a participar.

Os riscos decorrentes de sua participação na pesquisa são mínimos, se relacionando principalmente a um possível cansaço decorrente da testagem neuropsicológica ou mesmo pela realização das atividades físicas. A aplicação dos testes neuropsicológicos é indolor, não invasivo, e envolve apenas o uso de lápis, papel e registro das respostas. Os riscos que o treinamento de atividades circenses impõem aos participantes são mínimos, semelhantes àqueles envolvidos em atividades de ginástica, se relacionando principalmente a pequenos acidentes tais como: quedas

leves, tropeços, colisão com outros alunos ou objetos, e o cansaço físico. Para remediação de eventuais acidentes, a criança contará com os recursos médicos próprios da escola, além de um kit de primeiros socorros, contendo curativo adesivo, gaze, spray de assepsia, pomada cicatrizante, pomada para contusões e esparadrapo, disponibilizado pela equipe de pesquisa em todas as sessões de treinamento, e preparado para uso imediato. Os responsáveis pela coleta de dados serão instruídos a permanecerem atentos a todos os riscos citados e serão orientados a pausar ou cancelar a coleta de dados caso o participante não se sinta confortável, se mostre excessivamente cansado, estressado ou descontente com as atividades. No entanto, se a criança possui qualquer contra indicação médica relativa à prática física, a participação nesta pesquisa não é permitida.

É importante ressaltar que sua participação é voluntária e livre de qualquer implicação financeira. Você é livre para recusar-se a participar, retirar seu consentimento ou interromper sua participação a qualquer momento, sem sofrer qualquer penalidade. Se você tiver qualquer dúvida em relação à pesquisa, você pode me contatar através do telefone 61-98414-1970 ou pelo e-mail isabelap.neuropsi@gmail.com.

A equipe de pesquisa garante que os resultados do estudo serão devolvidos aos participantes por meio de entrevista realizada em uma sessão com apresentação de relatório com os resultados dos testes aplicados no seu filho(a), podendo ser publicados posteriormente na comunidade científica. Espera-se com essa pesquisa contribuir para que possamos entender melhor as estratégias educacionais utilizadas atualmente para melhorar o desempenho acadêmico de crianças e auxiliar aquelas que possuem dificuldades de aprendizagem. Esses dados poderão, por exemplo, auxiliar no desenvolvimento de métodos educacionais.

Este projeto foi revisado e aprovado pelo Comitê de Ética em Pesquisa em Ciências Humanas e Sociais (CEP/CHS) da Universidade de Brasília. As informações com relação à assinatura do TCLE ou os direitos do sujeito da pesquisa podem ser obtidos através do e-mail do CEP/CHS: cep_chs@unb.br.

O presente termo foi elaborado em duas vias, uma ficará com o(a) pesquisador(a) responsável pela pesquisa e a outra com o senhor(a).

Brasília, ____ / ____ / ____

Assinatura do (a) participante ou responsável

Isabela Levi Paranhos - Pesquisadora Responsável

Mestranda em Cognição e Neurociências do Comportamento
Departamento de Processos Psicológicos Básicos
Instituto de Psicologia da Universidade de Brasília

Ricardo José de Moura

Orientador de Mestrado
Departamento de Processos Psicológicos Básicos
Instituto de Psicologia da Universidade de Brasília



Termo de Assentimento

Você está sendo convidado para participar da pesquisa **Contribuição das atividades esportivas e artísticas como forma de investimento nas funções executivas e no desempenho acadêmico**. O objetivo dessa pesquisa é investigar se alguns tipos de atividade física podem auxiliar no desenvolvimento cognitivo e em bons resultados escolares em crianças. Todas as informações contidas neste termo também serão explicadas presencialmente, na escola, em data e local previamente combinados.

Dois grupos serão formados através de sorteio, cada grupo realizará atividades físicas diferentes. Antes e após estas atividades físicas, será solicitado que você faça uma avaliação com testes muito parecidos com jogos ou atividades que você já faz na escola. Todos esse processo da pesquisa é considerado seguro, mas caso você se sinta cansado(a) ou estressado(a) você pode desistir de participar da pesquisa sem a necessidade de se justificar.

Infelizmente, neste tipo de pesquisa não é possível que você participe dos dois grupos de atividade física, ou que você escolha aquele que prefere participar. No entanto, caso você tenha se interessado em participar das atividades físicas desenvolvidas com as crianças do grupo do qual você não fez parte, basta informar aos responsáveis pela pesquisa. Será então marcada uma data, após o término das atividades de pesquisa. Todas as atividades desenvolvidas nessa ocasião serão realizadas na própria escola e terão apenas fins recreativos, sem qualquer registro para eventual uso em pesquisa.

As coisas boas que podem acontecer a partir dos resultados desta pesquisa incluem a possibilidade de utilizar as atividades físicas e artísticas como forma de melhorar a capacidade das crianças aprenderem e também, desenvolver mais autonomia. Além disso, poderemos ajudar aquelas crianças que possuem dificuldades na escola.

É importante que fique claro que muitas outras pessoas serão convidadas a participar desta pesquisa, e o fato de você ter sido convidado não quer dizer que você tem algum tipo de dificuldade ou deficiência. Além disso, ninguém saberá que você está participando da pesquisa, não falaremos a outras pessoas, nem daremos as informações que você nos der. No futuro, os resultados

da pesquisa vão ser publicados, mas sem identificar as crianças que participaram.

Todos os responsáveis por esta pesquisa estão à sua disposição para responder qualquer pergunta ou dúvida. Se você tiver qualquer dúvida sobre esta pesquisa, você pode me contatar através do telefone 61-98414-1970 ou pelo e-mail isabelap@neuropsi@univb.com.

Eu, _____ aceito participar da pesquisa

Contribuição das atividades esportivas e artísticas como forma de investimento nas funções executivas e no desempenho acadêmico. Declaro também que todas as atividades a serem desenvolvidas na pesquisa foram explicadas em detalhes, e que eu posso desistir de minha participação sem que isso cause qualquer tipo de problema à mim e à escola.

Assinatura do menor: _____
Assinatura

Isabela Levi Paranhos - Pesquisadora Responsável
Mestranda em Cognição e Neurociências do Comportamento
Departamento de Processos Psicológicos Básicos
Instituto de Psicologia da Universidade de Brasília

Ricardo José de Moura
Orientador de Mestrado
Departamento de Processos Psicológicos Básicos
Instituto de Psicologia da Universidade de Brasília

Brasília, ____/____/____