

UNIVERSIDADE DE BRASÍLIA  
FACULDADE DE EDUCAÇÃO FÍSICA  
LICENCIATURA EM EDUCAÇÃO FÍSICA

Efeito da Atividade Física no Desempenho das  
Funções Cognitivas no Ambiente Escolar: Revisão  
da Literatura

Luciana Roberta Tenório Peixoto

Orientador: Lauro Casqueiro Vianna

Trabalho de Conclusão de Curso em Licenciatura em Educação  
Física.

Brasília, 2018.

UNIVERSIDADE DE BRASÍLIA  
FACULDADE DE EDUCAÇÃO FÍSICA  
LICENCIATURA EM EDUCAÇÃO FÍSICA

Efeito da Atividade Física no Desempenho das  
Funções Cognitivas no Ambiente Escolar: Revisão  
Bibliográfica

Luciana Roberta Tenório Peixoto  
Orientador: Lauro Casqueiro Vianna

Trabalho de Conclusão de Curso submetida à banca examinadora do curso de Licenciatura em Educação Física da Faculdade de Educação Física da Universidade de Brasília, como parte dos requisitos necessários para o título de Licenciada em Educação Física.

Brasília, 2018.

UNIVERSIDADE DE BRASÍLIA  
FACULDADE DE EDUCAÇÃO FÍSICA  
LICENCIATURA EM EDUCAÇÃO FÍSICA

Efeito da Atividade Física no Desempenho das  
Funções Cognitivas no Ambiente Escolar: Revisão  
Bibliográfica

Banca Examinadora:

Professor Dr. Lauro Casqueiro Vianna, FEF/UnB \_\_\_\_\_  
*Orientador*

Professor Me. Jeann Sabino Carvalho, UnB \_\_\_\_\_  
*Examinador*

Professora Me. Milena Samora, UnB \_\_\_\_\_  
*Suplente*

Brasília, 2018.

## FICHA CATALOGRÁFICA

Peixoto, Luciana Roberta Tenório Peixoto.  
Efeito da Atividade Física no Desempenho das Funções Cognitivas no Ambiente Escolar: Revisão Bibliográfica [Distrito Federal] 2018.

38p. 210 x 297 mm (FEF/UnB, Graduação, Faculdade de Educação Física, 2018). Monografia – Universidade de Brasília. Faculdade de Educação Física.

- |                       |                                |
|-----------------------|--------------------------------|
| 1. Função Cognitiva   | 2. Crianças escolares          |
| 3. Ambiente escolar   | 4. Prática de atividade física |
| 5. Desempenho escolar | 6. Exercício físico            |

## REFERÊNCIA BIBLIOGRÁFICA

Peixoto, LRT (2018). Efeito da Atividade Física no Desempenho das Funções Cognitivas no Ambiente Escolar: Revisão Bibliográfica. Monografia de Licenciatura em Educação Física. Faculdade de Educação Física, Universidade de Brasília, Brasília, DF. 38 p.

## TRANSFERÊNCIAS DE DIREITOS AUTORAIS

Autora: Luciana Roberta Tenório Peixoto

**Título – Efeito da Atividade Física no Desempenho das Funções Cognitivas no Ambiente Escolar: Revisão Bibliográfica.**

Grau: Licenciatura

É concedida à Universidade de Brasília permissão para reproduzir cópias desta monografia, emprestar tais cópias para propósitos acadêmicos e pesquisa. A autora reserva outros direitos de publicação ou nenhuma parte dessa pesquisa pode ser reproduzida sem autorização por escrito da autora.

---

Luciana Roberta Tenório Peixoto

## **DEDICATÓRIA**

*Às pessoas que acreditam no seu potencial e continuam a sonhar até que um dia possam realizar seus planos.*

## Resumo

### **Efeito da Atividade Física no Desempenho das Funções Cognitivas no Ambiente Escolar: Revisão Bibliográfica**

Estudos empíricos vêm sugerindo que a atividade física em escolares pode trazer benefícios à saúde, como prevenção de cardiopatias e obesidade infantil. Aliado a isso, cresce a tendência de estudos voltados à temática das aplicações da neurociência à educação, em amplo crescimento quando associado a áreas de tecnologia e a neurociência. Novas evidências e explicações sobre a eficiência de exercício ou atividade física sobre a saúde e acuidade mental de escolares e até sobre o seu desempenho escolar. O objetivo deste trabalho é a realização de uma revisão bibliográfica que permita conhecer um conjunto de evidências sobre o efeito da atividade e do exercício físico sobre as funções cognitivas entre crianças, desde pré-escolares até o ensino fundamental. Foi realizada uma revisão bibliográfica seguindo uma adaptação do método PRISMA para levantamento dos dados. As bases de dados foram Literatura Latino-Americana em Ciências da Saúde (LILACS), PhysicNET e *Scientific Electronic Library Online* (SciELO), de abril a junho de 2018, a partir dos seguintes descritores: “physical activity”, “exercise type”, “workout”, “exercise intensity”, “exercise”, “information processing speed” e “cognitive function” combinados com operadores Booleanos “AND” ou “OR”. A busca inicial resultou em 49 artigos que após avaliar o título e resumo dos artigos, restaram 2 artigos indexados na SciELO, 1 artigos na LILACS e 6 PhysicNET para leitura na íntegra. Desses, 9 artigos cinco atenderam a todos os critérios de inclusão, englobando estudantes de 6 a 14 de anos de idade. Os artigos demonstraram que há muitas pesquisas que sugerem fortemente que a prática da atividade física com determinadas características podem levar ao aumento da habilidade cognitiva, no curto e no médio prazo. Demonstra-se também que é possível o planejamento de atividades físicas com bom efeito no desempenho cognitivo que não requeira necessariamente o uso de sistema eletromecânico ou computadorizados complexos. Fica claro que a área de pesquisa é muito promissora, e muito importante para o desenvolvimento do país.

**Palavras-chave:** função cognitiva, crianças escolares, atividade física, desempenho escolar.

## Sumário

Capítulo 1. Introdução.....	8
1.1 Revisão da Literatura: Efeitos da Atividade Física em escolares e as funções cognitivas.....	10
Capítulo 2. Metodologia.....	17
2.1. Protocolo experimental .....	17
2.2. Método prisma .....	18
2.3. Descrição da amostra .....	19
2.4. Resultados dos efeitos do exercício em crianças em idade escolar.....	19
Capítulo 3. Análise de discussão das fontes consultadas.....	23
Capítulo 4. Conclusão.....	35
Referências Bibliográficas .....	37

## Capítulo 1. Introdução

Contribuições de vários estudos vêm demonstrando que a atividade física em escolares pode trazer benefícios à saúde, como prevenção de cardiopatias e obesidade infantil (ANTUNES *et al.*, 2006; WATSON, 2017). No entanto, estudos voltados à temática das aplicações da neurociência na educação vêm tentando entender outra influência de investigação – compreender os benefícios do exercício sobre a saúde mental de escolares e até sobre o seu desempenho escolar (ZENTALL & ZENTALL, 1976; HUIZINGA *et al.*, 2006; BUDDE *et al.*, 2008). Sabe-se que o exercício regular produz efeitos nas funções cognitivas tendo melhora do fluxo sanguíneo, oxigenação, melhoria da produção de neurotransmissores e de fatores hormonais na ação cerebral. E, parte dessa discussão tem a como base a teoria da excitação no desempenho cognitivo em forma de “U invertido” proposto por Yerkes e Dodson (1908) que demonstravam por experimentações em seus estudos que o aprender numa nova habilidade – a motivação (o estímulo) não pode ser nem muito baixa nem muito alta, teria um ponto adequado para haver um bom desempenho nesse aprendizado. Essa teoria da excitação no desempenho cognitivo em forma de “U invertido” é explicada pela teoria em que quando não há estímulo, ou seja, quantidade é igual a “zero”, então obviamente não há efeito desse estímulo. Em geral, quando aumenta o estímulo há um aumento do desempenho, de forma que o desempenho sobe até alcançar o máximo. É comum que esse máximo seja único e após a sua ocorrência inicia o declínio do desempenho até a saturação (*apud* VAN DEN BERG *et al.*, 2016). Pesquisadores vêm estudando esses efeitos do exercício sobre a velocidade de processamento das funções cognitivas de estudantes do ensino básico, por exemplo. No entanto, ainda não estão claras sobre qual tipo de exercício e suas variáveis são eficazes quando aplicados em escolares. Elucidar sobre como as variáveis do exercício podem beneficiar os estudantes em seu desempenho escolar bem como para o seu desenvolvimento humano, além de poder ser uma ferramenta útil na prática de um professor de educação física.

Pensando em termos fisiológicos, existem alguns exemplos de variáveis do exercício, como o tempo de duração, a intensidade, a frequência, o intervalo de recuperação, os tipos de exercícios podendo ser aeróbicos regulares ou repetitivos ou exercícios coordenativos ou exercícios resistidos. BUDDE e



colaboradores (2008) estudaram exercícios coordenativos que produziam efeitos excitatórios em áreas cerebrais no córtex pré-frontal influenciando positivamente a eficiência da memória. Em busca por revisão sistemática, sobre a temática de efeitos nas funções cognitivas do exercício aplicado em crianças, entretanto, exemplificam evidências da aplicação de exercício resistido agudo com adultos tendo interferências positivas em sua cognição com efeitos agudos. Vários relatos mostram que existem diferentes modos de ativação cerebral ou até mesmo não ativação para o mesmo exercício, variando somente a idade do indivíduo praticante (ANTUNES *et. al.*, 2006). É comum autores afirmarem em suas pesquisas de efeitos de exercício físicos deveriam ser realizados nas escolas e não somente em laboratórios, pois terão uma realidade mais próxima da prática, defendem que existem poucos exemplos de pesquisas feitas nas escolas. Assim, foi desenhado um estudo de revisão que pudesse analisar os resultados de artigos que estudasse o efeito do exercício, seja crônico ou agudo, nas funções cognitivas de estudantes até o ensino fundamental, sendo confrontados os resultados a partir de testes em laboratórios ou nas escolas propriamente ditas. O principal enfoque foi avaliar o efeito do exercício sobre a tomada de decisão, a memória e outras funções cognitivas.

A estrutura da monografia é sumarizada a seguir. No Capítulo 1 é apresentada a motivação do trabalho, é discutido o estado da arte e são apresentados os fundamentos teóricos necessários ao entendimento do trabalho, tanto do ponto de vista dos efeitos da atividade física e sua fisiologia, quanto dos aspectos técnicos da mensuração desses efeitos sobre as funções cognitivas em indivíduos em idade escolar. No Capítulo 2 é apresentada a metodologia utilizada na realização da análise dos artigos, apresentando como foram selecionados os artigos e o mapeamento para a busca das informações em cada um deles. Os resultados são organizados e tabulados em forma padronizada em tabelas mediante uma adaptação do método PRISMA usadas em revisão sistemática. Tendo um panorama dos resultados encontrados pela autora. No Capítulo 3 é descrita a análise desses resultados encontrados no presente estudo. No Capítulo 4 são apresentadas as conclusões e as sugestões para possíveis trabalhos futuros. Em seguida, consta a lista de referências bibliográficas.

## **1.1 Revisão da Literatura: Efeitos da Atividade Física em escolares e as funções cognitivas**

As observações dos efeitos benéficos do exercício físico sobre o desempenho cognitivo em sua grande maioria foram realizadas experimentalmente em pessoas idosas. Alguns autores acreditam que tarefas cognitivas poderiam ser melhoradas em indivíduos com maior capacidade aeróbia (TINE & BUTLER, 2012). Testes neuropsicológicos, como testes de inteligência, memória verbal e velocidade no processamento de informações mostram a correlação entre os testes de velocidade de processamento cognitivo, idade e capacidade aeróbia. Em experimentos controlados vem sendo estudado a melhora nas funções cognitivas, como o estado de humor e medidas de bem-estar após treinamento aeróbio agudo (SIMÕES, 2010). E, com esses resultados pode entender como o exercício promove adaptações importantes para cada faixa etária, desde a infância ao envelhecimento. Mesmo existindo um consenso que o declínio cognitivo ocorre ao avançar da idade devido à diminuição da cognição global, é demonstrado que esse declínio ocorre em menor velocidade em idosos que tiveram em sua juventude a prática regular de exercícios. Sendo assim, o exercício físico pode influenciar no desempenho cognitivo desde no aumento nos níveis dos neurotransmissores e nas mudanças de estruturas cerebrais; melhora na saúde mental; na melhora da atenção. Particularmente, as pesquisas apontam que esses indivíduos, provavelmente, estariam envolvidos nesse processo a velocidade do processamento de informações e a habilidade de usar a memória de curto prazo. Antunes *et. al.* (2006) justifica a predileção de atividades físicas para estudantes de ensino básico como uma forma de práticas a uma maior aderência a programa de exercício até a fase de amadurecimento, podendo ser vista como uma alternativa não medicamentosa para melhora de condições de saúde dos futuros idosos em longo prazo, bem como em curto prazo trazendo os benefícios de exercícios físicos quando ainda crianças. Em casos particulares para crianças especiais, com déficit de atenção e autismo, parece ser benéfico em ganhos das funções cognitivas (ZENTALL & ZENTALL, 1976).

A função cognitiva ou sistema funcional cognitivo engloba as fases do processo de informação como percepção, raciocínio, aprendizagem, atenção, vigilância, memória e solução de problemas. Atualmente, também vem sendo

incluído o funcionamento psicomotor tais como tempo de reação, velocidade de desempenho e tempo de movimento (ANTUNES *et. al.*, 2006). Achados interessantes são demonstrados que o conhecimento verbal e a compreensão continuam mantidos, podendo até melhorar com o envelhecimento. No entanto, tarefas aprendidas as quais não são normalmente executadas, sofrem decréscimo. O cérebro possui a capacidade de adaptação em que realiza uma compensação pela perda de neurônios ou até mesmo causando interrupções na estrutura neural, obtendo uma capacidade de plasticidade neuronal como consequência. Alguns fatores de risco podem aumentar a predisposição de um indivíduo ao desequilíbrio na neuroplasticidade cerebral como idade, etilismo, histórico familiar, traumatismo craniano, baixo nível educacional, tabagismo, estresse mental, gênero, desnutrição e socialização. No entanto, esses fatores que podem ser atenuados com a prática regular de exercício físico.

Em estudo realizado por VAN DEN BERG *et. al.* (2016) financiado pela Organização Holandesa para Pesquisa Científica realizou uma análise controlada dos efeitos agudos na velocidade de resposta após três sessões de com tipos diferentes de exercício – aeróbica, coordenação e exercícios de força. Mostra-se nesse estudo interdisciplinar, realizado em escolas da Holanda, o envolvimento da abordagem de psicologia e de educação física. O objetivo desse estudo foi introduzir breves momentos de exercício, doze minutos, em sala de aula. Foi realizado um estudo amplo com 195 crianças de 5ª a 6ª série, com idade de 10 a 13 anos. Cada estudante realizou dois testes cognitivos, um antes e outro após o exercício que era aleatório a sua ordem. Foi feito o Teste de Substituição de Dígitos por Letra e de atenção seletiva. Nesse estudo, é possível entender outra vertente de investigação – entender os benefícios do exercício sobre a saúde mental de escolares. Sabe-se que o exercício regular produz efeitos cognitivos como melhora do fluxo sanguíneo, oxigenação, melhoria da produção de neurotransmissores e de fatores hormonais na ação cerebral (OGOHO & AINSLIE, 2009; GREGORY *et. al.*, 2013; PIEPMEIER & ETNIER, 2014). Os autores desses artigos citam vários pesquisadores que vem estudando esses efeitos do exercício sobre a velocidade de processamento da cognição de estudantes. Mas, o diferencial desse estudo em questão é tentar elucidar qual tipo de exercício e suas variáveis eram eficientes quando aplicados em escolares.

Entender sobre algumas variáveis do exercício estudadas como o tempo de duração preconizado de pelo menos onze minutos, observar a comparação em exercícios aeróbicos regulares repetitivos, como a caminhada e a corrida, com exercícios coordenativos são temas primordiais para compreender o efeito do exercício na função cognitiva. Nos exercícios coordenativos foram encontradas respostas interessantes por excitar as áreas neuronais localizadas no córtex pré-frontal, tendo maior eficiência na memória seletiva (BUDDE *et. al.*, 2008). Outro ponto, é a variação entre a relação entre idade do indivíduo praticante do exercício e do tipo de atividade escolhida, seja de coordenação ou aeróbica ou anaeróbica, havia diferentes maneiras de ativação cerebral ou poderia não ocorrer.

VAN DEN BERG *et. al.* (2016) demonstraram um panorama geral sobre esse assunto, e defendem a prática de exercícios nas escolas, mesmo tendo arsenal teórico realizado, em uma boa parte de pesquisas, somente em laboratórios com poucos exemplos de pesquisas feitas nas escolas. Por isso, alguns autores contestam a necessidade de levar essas pesquisas a escola tendo mais próximo a realidade. Assim, foi desenhado um estudo experimental controlado na escola, em sala de aula. O principal enfoque foi avaliar o efeito do exercício agudo sobre a cognição e a memória. Todos os estudantes participaram de um dia de familiarização e dois dias experimentais, sendo um dia de exercício e um dia de controle, de forma que cada um foi seu próprio controle (testes pareados). Tanto o exercício quanto o dia de controle consistiram em um pré e pós-teste, pelo qual foi controlada as diferenças entre indivíduos no desempenho dos testes cognitivos ao longo dos dias. Para minimizar os potenciais efeitos de aprendizagem devido à repetição de testes, incluiu-se um dia de familiarização e a ordem dos dias experimentais foi variada. Durante o dia da familiarização, os alunos praticavam os testes para se certificarem de que os compreendiam claramente. Ao se alternar os testes de forma contrabalançada, os efeitos ganharam maior precisão. Três classes iniciaram com o dia de controle na semana 1 e dia de exercício na semana 2, enquanto outras cinco classes começaram com o dia de exercício na semana 1 e o dia de controle na semana 2. Cada classe foi aleatoriamente designada para um dos três tipos de exercícios. Três classes foram atribuídas à condição aeróbica, três classes à condição de coordenação e duas classes à condição de força. Cada turma foi visitada três vezes. Na primeira visita: (i) o protocolo

experimental foi explicado e os alunos foram familiarizados com os procedimentos de medição; (ii) os testes cognitivos foram introduzidos e praticados pelos alunos; (iii) altura e peso foram medidos. Completaram os testes pré-cognitivos (T1), seguidos da sessão de exercício ou controle, cada um com duração de 12 min; (4) imediatamente após o término da sessão, os testes pós-cognitivos (T2) foram aplicados. Foram avaliados por questionários a dificuldade da realização dos exercícios tendo a responder duas perguntas - Quanto você gostou da sessão de exercícios? verificando o aspecto de diversão e - Quão difícil foi a sessão de exercícios? observando o grau de dificuldade. As respostas variavam uma escala de 1 "nada" a 5 "muito". Para as medidas cognitivas foram avaliados pelo Teste de Atenção d2 e o Teste de Substituição de Dígitos de Letra (LDD). Na sessão de exercícios, dois professores de educação física pensaram em três tipos diferentes de sessões de exercícios. O primeiro 2 min de aquecimento e os últimos 30 s de resfriamento de modo igual a todos. Foram divididos em três tipos exercícios aeróbicos, de coordenação ou de força por 10 min, de intensidade moderada, fácil realização na sala de aula. Na sessão aeróbica foi feito vários movimentos bem conhecidos, fáceis e repetitivos. Na coordenação movimentos mais complexos de habilidades de coordenação bilaterais e cruzados. Na sessão de força, prática de exercícios dinâmicos e estáticos de peso corporal, normalizados a idade dos alunos. Para padronizar as sessões de exercícios, os alunos assistiam antes a um filme com os exercícios que eles tinham que imitar. E na sessão controle, os alunos foram orientados a ficarem sentados por 12 min, assistindo a aula educativa sobre exercício e movimento. Os resultados foram encontrados a frequência cardíaca máxima e porcentagem na zona de intensidade moderada a vigorosa foram significativamente maiores durante a sessão de exercícios aeróbicos. Tendo os valores dos testes iniciais para o teste LDD e d2 não diferiram entre os três tipos de exercício. Quanto ao desempenho cognitivo não houve efeitos agudos significativos do exercício na velocidade de processamento da informação e o tipo de exercício não modificou os efeitos na velocidade de processamento da informação. Outro resultado interessante foi que os valores do pré e pós-teste não foram encontradas diferenças nos padrões do exercício e controle. Não houve constatação de que o exercício físico agudo melhora o desempenho cognitivo, pois não houve efeito agudo geral significativo de 12 min de exercício em um

teste de atenção seletiva e processamento de informações em crianças de 10 a 13 anos de idade. Não houve um efeito diferencial de um dos tipos de exercícios no desempenho cognitivo dos alunos.

Outra abordagem sobre o efeito da atividade física em escolares sobre sua função cognitiva pode ser encontrado em resultados favoráveis mostrada em mudanças positivas no desempenho acadêmico em escolares. Exemplos são descritos em meta-análise e revisão sistemática (WATSON *et. al.*, 2017), elaboram um delineamento de estudo para analisar o efeito da intervenção de atividade física em sala de aula sobre o desempenho acadêmico e da atividade física. A revisão é justificada como forma de argumentar sobre uma possibilidade de aperfeiçoar o tempo com atividades físicas na escola. A atividade física está associada a muitos benefícios à saúde física e mental, e acrescentar atividade física ao dia escolar pode ser difícil, dadas as restrições de tempo, e quantidade de conteúdo ofertado as crianças em seu dia a dia. Nessa meta-análise os autores (WATSON *et. al.*, 2017) também se debruçam a avaliar o impacto de intervenções de atividade física em sala de aula em crianças em idade primária sobre níveis duração das atividades em sala de aula. Foram realizadas buscas sistemáticas de bases de dados eletrônicas *PubMed*, *ERIC*, *SPORTDiscus*, *PsycINFO*. Para as análises em meta-análises foram realizadas no *Review Manager*, com cálculo do tamanho do efeito para cada resultado avaliado. Trinta e nove artigos preencheram os critérios de inclusão para a revisão, e 16 forneceram dados suficientes e adequados desenho para inclusão na meta-análise e o cálculo do tamanho do efeito sobre as funções cognitivas. Foram realizadas investigações sobre uma série de resultados acadêmicos, incluindo comportamento em sala de aula, funções cognitivas (função executiva) e desempenho acadêmico. Para conseguir realizar uma meta-análise, WATSON *et. al.* (2017) buscam sistematizar as definições envolvidas as tarefas das atividades físicas propostas as crianças. Nesse artigo é fornecido as seguintes definições para atividade física baseada em sala de aula – atividade física é realizada durante o horário regular da aula, e pode ocorrer tanto dentro ou fora da sala de aula (por exemplo, corredor, playground), diferenciando do intervalo escolar de pausa para almoço, como exemplo. Outro ponto levantado, as atividades físicas em sala de aula podem ser: 1) Pausas ativas: curtos períodos de atividade física com uma pausa da instrução acadêmica; 2) Intervalos ativos focados no currículo: breves

momentos de atividade física que inclui conteúdo curricular; 3) Lições fisicamente ativas: integrar a atividade física a lições em áreas-chave de aprendizagem que não educação física (por exemplo, matemática). Para o desempenho acadêmico foram relacionados em três categorias: 1) Comportamento na sala de aula: comportamentos na tarefa e fora de tarefa. Os resultados das meta-análises mostraram que a atividade física em sala de aula ofereceu um efeito na melhoria da tarefa e na redução do comportamento de sala de aula quando não estavam realizando alguma tarefa, e possibilitou a melhorias no desempenho acadêmico. Nesses resultados algo intrigante a ser especulado, nenhum efeito foi encontrado para melhora de funções cognitivas, desse modo os autores sugerem que a atividade física em sala de aula pode ter um impacto positivo sobre o desempenho acadêmico, mas não é possível afirmar sobre as funções cognitivas devido ao nível de complexidade dos estudos em suas intervenções, tendo grande variabilidade no período de intervenção, como a própria tarefa a ser realizada em sala de aula.

Em HUIZINGA e colaboradores (2006) pode-se entender a variabilidade de testes para avaliar a função cognitiva em função da idade dos jovens. No artigo são exemplificados e descritos alguns testes de função cognitiva, tais como: 1) **Memória de trabalho** é avaliada. Na tarefa *Tic Tac Toe* o avaliado é preciso reter informações visuais sobre a orientação de um padrão de figuras ativas em sua memória de trabalho. A tarefa consisti em uma memorização e um reconhecimento. Um padrão consistindo de Xs e Os é apresentado dentro de uma grade 3 x 3 durante a fase de memorização. A análise é categorizada em baixa versus alta possibilidade de memória. O avaliado primeiro recebe um bloco prático de 3 tentativas, seguido por um bloco incluindo 15 tentativas para a avaliação de maior carga de memorização. 2) **Running Memory** são por meio de estímulos de imagens de frutas (maçã, banana, limão, uva) e de animais (gato, cachorro, urso, sapo, rato, coelho, cavalo, macaco). Ao avaliado é apresentada uma série de pares de frutas e animais, e a cada quatro a sete apresentações (igualmente distribuídos em blocos) precisam indicar se o par atual corresponde a última apresentação do par anterior (por exemplo, maçã-gato). O aumento da dificuldade é gradual, por exemplo, usadas oito fotos de frutas e três de animais; em seguida, contra oito fotos de frutas e quatro animais. 3) **Eriksen Flankers** consiste na tarefa em que o avaliado terá que responder observando a uma seta apontando para a esquerda e para a direita.

As setas estarão passam por quatro setas apontando na mesma direção (ou seja, →→→→→ ou ←←←←←; condição congruente) ou quatro setas apontando para a direção oposta (isto é, →→ ← →→ ou ← → → ←←; condição incongruente). O avaliado tem um tempo para realizar a atividade. 4) **Stroop** são estímulos por imagens de “*smileys*” coordenando cor e orientação do estímulo, por exemplo, com um contorno azul ou vermelho (tarefa colorida) e com o lado direito para cima ou orientada de cabeça para baixo (tarefa de orientação). Na tarefa de cores, o avaliado responde com a mão dominante para o contorno azul ou vermelho do estímulo. O avaliado responde a uma cor de estímulo (por exemplo, vermelho), mas apenas quando a orientação do estímulo se posiciona do lado direito para cima e para a outra cor do estímulo (por exemplo, azul).



## Capítulo 2. Metodologia

Foi organizado em um estudo de revisão conduzida de acordo com uma adaptação aos critérios do Método PRISMA e o PICO (**P**opulation/ **P**eople/**P**atient/**P**roblem, **I**ntervention, **C**omparison e **O**utcome). Um revisor realizou todos os passos individualmente. Foram realizadas buscas por meio das bases de dados Literatura Latino-Americana em Ciências da Saúde (LILACS) e *Scientific Electronic Library Online* (SciELO) durante os meses de abril a junho de 2018. A predileção por essas bases de dados para a pesquisa é justificada por indexarem estudos sobre saúde e educação, por sua confiabilidade no meio científico e disponibilizarem o texto na íntegra de acesso gratuito. A busca foi realizada através do acesso as bases de dados, a partir dos seguintes descritores: “physical activity”, “exercise type”, “workout”, “exercise intensity”, “exercise”, “information processing speed” e “cognitive function” combinados com operadores Booleanos “AND” ou “OR” que foram empregados. Foram incluídos na revisão os estudos que atendiam aos seguintes critérios: (1) crianças de 2 anos a 14 anos de idade; (2) a intervenção poderia ser comparada ou não com controle ou com outro tipo de exercício e (3) desfechos descrevendo a avaliação das funções cognitivas. Estudos que não apresentavam desfechos de interesse, outros tipos de estudos e artigos publicados em caracteres não romanos foram excluídos. Os seguintes dados foram extraídos de cada estudo: características (autores, ano de publicação, número de crianças, dados sobre a intensidade e tipo de exercício usado na intervenção) e desfechos de interesse (incidência de crianças com melhoras em suas funções sejam agudas ou crônicas).

### 2.1. Protocolo experimental

O Protocolo de análise dos artigos científicos foi realizado mediante uma adaptação do método PRISMA. Foram feitos registros e tabulações de protocolo de ensaios clínicos aleatórios e quasi-aleatórios, duplo-cego ou simples-cego. Esses artigos foram separados e categorizados de forma a fornecer informações sobre amostra estudada (população/problema), a intervenção, a comparação, os resultados. Foi realizada uma pesquisa nas bases de correlacionando as possibilidades de intervenção com exercícios em escolares avaliando as funções cognitivas comparando antes e após.

Uma justificativa para realizar a pesquisa é a escassez de pesquisas relacionadas a entender o tipo de exercício que possui eficiência na intervenção nas aulas regulares de educação física em crianças até o ensino fundamental. Foi observado um pequeno número de artigos como revisão nas bases de pesquisas acadêmicas em relação a esse assunto, inclusive em base de dados como Cochrane (<http://onlinelibrary.wiley.com/cochranelibrary/search>) e PROSPERO (<https://www.crd.york.ac.uk>). O estudo teve como estratégia buscar os artigos publicados durante o período de 2000 a 2018 com os estudos sobre os efeitos de exercício físicos sobre o desempenho nas funções cognitivas em escolares. A análise foi executada seguindo o modelo **PICO** (*Patient/Population ou Problem, Intervention, Comparison e Outcome*) comumente usado na área de saúde em revisão sistemática, mas nesse caso foi adaptado para a área de educação. Os artigos selecionados foram escritos em português e em inglês. Foram tabuladas as fontes de informação dos artigos e seu critério de busca nas bases de dados, palavras-chave, data de cobertura e demais identificações para estudos adicionais.

No processo de inclusão foram analisados os artigos de: i) Estudo de Coortes, ii) estudos de caso e controles e Ensaio clínicos Randomizados (ECR) pequenos. Para o critério de exclusão foram alocados os de i) Opinião de especialistas/ Consenso, ii) experimentação animal/fisiopatologia, iv) revisões sistemáticas e v) estudos que tenham como participantes crianças com alguma patologia, como obesidade, déficit de atenção, hiperatividade ou espectro autista, entre outras. Foi realizada uma seleção dos artigos a partir da leitura dos resumos buscando categorizar as pesquisas com base nas intervenções e modelos de artigo. Os descritores usados foram: (*physical activity OR exercise type OR workout OR exercise OR exercise intensity*) AND (*information processing speed OR cognitive function*), tendo escolha de busca em títulos, resumos e assuntos desses descritores.

## **2.2. Método prisma**

As revisões sistemáticas são comumente aplicadas na avaliação da relação custo-benefício na predileção de uma prática pedagógica diante de outra. O uso de revisão sistemáticas em formulação de políticas em vários países vem sendo usada como uma fermenta útil decisória na área de saúde. O método PRISMA (*Preferred Reporting Items for Systematic Reviews and*

*Meta-Analyses*), <http://www.prisma-statement.org/PRISMAStatement/PRISMAStatement>) vem auxiliando na sistematização da metodologia das pesquisas em revisão sistemática e meta-análise. A padronização é relevante para qualquer revisão sistemática, não apenas para resumir os prós e contras de uma intervenção em assistência médica, mas em contextos educacionais. Assim, para haver uma adaptação do *checklist* ou do fluxograma a cada pesquisa algumas vezes são necessárias modificações para contemplar as necessidades de cada revisão. Por isso, foi adicionado o método **PICO** (*People/Patient/Problem, Intervention, Comparison e Outcome*) que é usado em artigos de intervenção na área de saúde, e nesse trabalho foi adaptado pela autora para usar em uma seleção de artigos para a realização de uma revisão na área de educação. Outro mecanismo interessante que é usado para facilitar os pesquisadores foi a criação do cadastro PROSPERO (<https://www.crd.york.ac.uk>,) que foi consultado para saber se haviam revisões no mesmo assunto dessa pesquisa.

### **2.3. Descrição da amostra**

Foram avaliados 49 artigos no total, sendo 12 artigos indexados na SciELO, 23 artigos na LILACS e PhysicNET com 14 artigos. Alguns artigos foram excluídos devido às seguintes razões: i) estudos envolvendo participantes idosos ou adultos, ii) Opinião de especialistas/ Consenso, iii) experimentação animal/fisiopatologia, iv) revisões sistemáticas e v) estudos que tenham como participantes crianças com alguma patologia, como obesidade, déficit de atenção, hiperatividade, transtorno do espectro autista, entre outras. Assim, a amostra N utilizada foi analisada a partir dos dados de 9 artigos.

### **2.4. Resultados dos efeitos do exercício em crianças em idade escolar**

A busca inicial nas bases de dados resultou em 49 artigos, dos quais nenhum eram duplicatas. Depois de avaliar o título e resumo dos artigos, restaram 2 artigos indexados na SciELO, 1 artigo na LILACS e 6 PhysicNET para leitura na íntegra. Desses, 9 artigos cinco atenderam a todos os critérios de inclusão e foram incluídos nas análises, englobando estudantes de 6 a 14 de anos de idade. Dos 42 estudos excluídos da revisão, apenas oito estudos incluíam crianças com DTHA, com transtorno do espectro autista e obesidade. O outro artigo excluído avaliavam crianças de 10 a 16 anos de idade, estando

alguns no ensino médio de escolaridade (Figura 1). Um artigo foi descartado posteriormente, por envolver apenas crianças com 16 anos de idade. A partir da observação dos artigos, foram selecionados seis estudos que atendiam os critérios de inclusão. Os artigos foram categorizados conforme a adaptação do padrão do método PRISMA sendo em primeiro instante tabulado pelo ano de publicação e o autor, o tema do estudo, a amostragem estudada, as variáveis, os resultados dos efeitos do exercício físico em escolares em testes de desempenho cognitivo. Foram descritos os materiais e métodos usados, o número de participantes, os instrumentos de medição e os seus principais resultados (Figura 2).

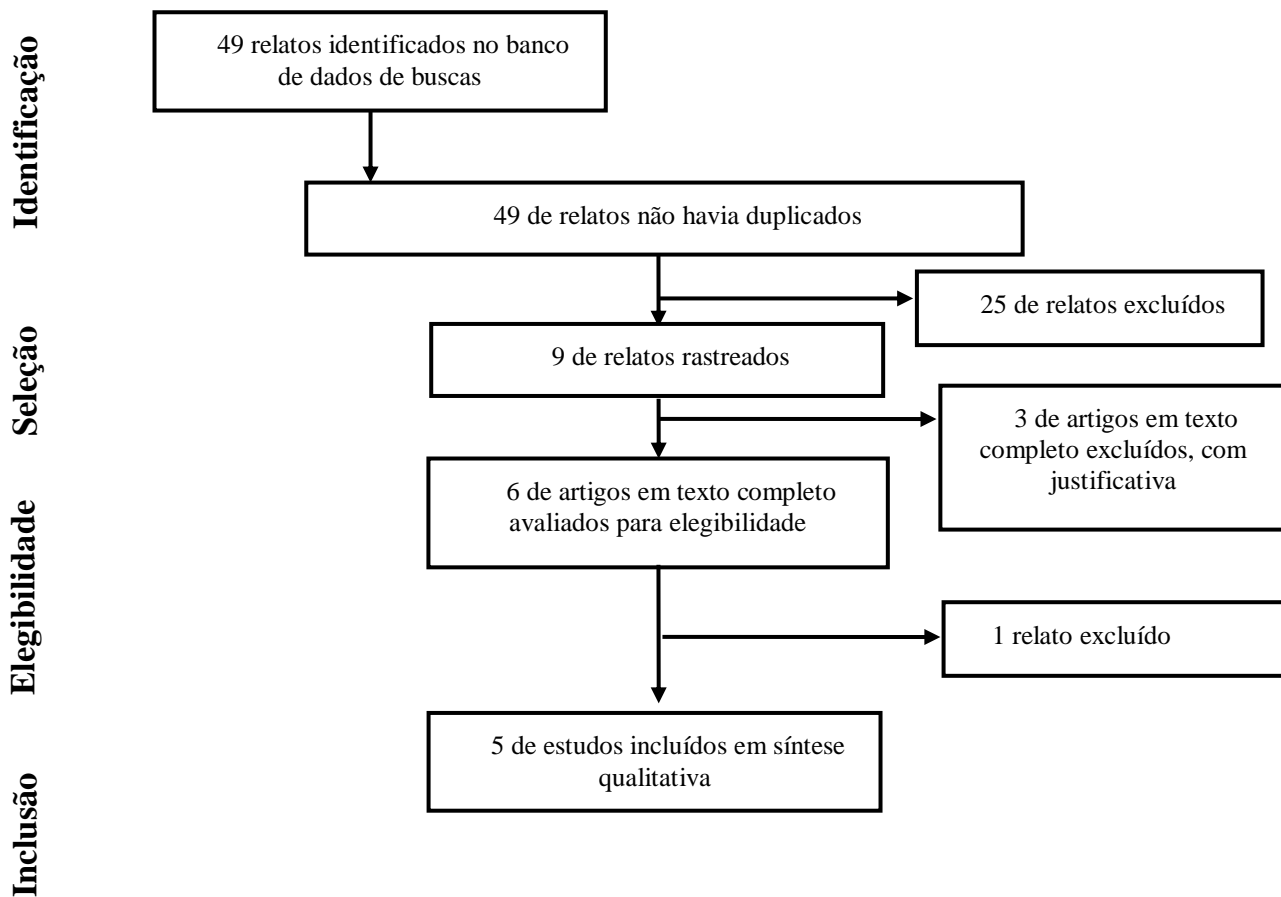


Figura 1: Fluxograma representativo dos resultados durante todas as etapas seguidas de acordo com o método PRISMA.

Autor e ano	Tema	Amostragem	Intervenção	Variáveis-Exercício	Variáveis - Função Cognitiva	Resultados - Função Cognitiva
Wu <i>et. al.</i> (2011)	Aerobic fitness and response variability in preadolescent children performing a cognitive control task.	25 meninos e 23 meninas de 10,1 anos de idade.	Nenhuma intervenção. Avaliou-se a aptidão física dos grupos. Esteira. Protocolo Baker modificado.	Capacidade aeróbica fluxo VO <sub>2</sub> max.	Tarefa de <i>Flanker</i> e tempo de reação.	Maior variabilidade da resposta em estudos incongruentes.
Cardeal <i>et. al.</i> (2013)	Efeito de um programa escolar de estimulação motora sobre desempenho da função executiva e atenção em crianças.	BIA (bloco inicial de alfabetização) 2° e 3°. Idades de 6 a 10 anos. GC=40 GE=40.	7 meses de pratica de aulas ed. Física regular.	Avaliação motora.	Tempo de reação e atenção seletiva, Teste <i>Stroop</i> .	60% das crianças estudadas tinham déficit motor; Houve melhora da função cognitiva.
Best (2012)	Exergaming Immediately Enhances Children's Executive Function.	Idades de 6 a 10 anos. 20 meninos; 13 meninas.	<i>Exergame</i> ; 4 intervenções: 2x2; Intensidade AF (alta,baixa) <i>versus</i> Engajamento Cognitivo (alto,baixo).	FC; Escore de Esforço percebido.	Tarefa de <i>Flanker</i> e tempo de reação; Questionário de engajamento.	Baixa atividade Física: sem efeito; alta atividade Física: aumento no desempenho cognitivo. Engajamento Cognitivo no Game: sem efeito no Desempenho Cognitivo.
Boscolo <i>et. al.</i> (2007)	Avaliação do padrão de sono, atividade física e funções cognitivas em adolescentes escolares.	12 a 14 anos; Escola Pública (Grupo A) e Escola Privada (Grupos B e C).	Atividade física de lazer, esportiva e educacional.	Nível de atividade física habitual (NAFH).	Questionário do sono (32); WMS-R conhecimento geral e raciocínio exato; Recordação Livre de Palavras.	Os Grupo A e Grupo B que tinham menos queixas de sono tiveram melhor desempenho nas recordações de palavras.
Ellenberg <i>et al.</i> (2011)	The effect of acute physical exercise on cognitive function during development.	7 a 10 anos; n = 36 para cada faixa etária.	Antes da aula, metade das crianças fazia exercício aeróbico por 30min (cicloergômetro).	FC	Identificar 3 formas geométrica, com 3 cores diferentes. Medir tempo de reação e quantidade de acertos.	GE: melhora significativa nas tarefas cognitivas. Melhora em curtíssimo prazo. GC: assistia programa de televisão.

FC - Frequência Cardíaca; GC - Grupo Controle; GE - Grupo Experimental; AF - Atividade Física; WMS-R - *Wechsler Memory Scale Revised*

Figura 2: Tabela detalhada dos resultados da revisão bibliográfica sobre a temática da interferência de atividade física sobre o desempenho de funções cognitivas em crianças com idade escolar.

### **Capítulo 3. Análise de discussão das fontes consultadas**

O objetivo deste trabalho foi realizar uma revisão bibliográfica de artigos que abordam o estudo do efeito da atividade física no desempenho das funções cognitivas no ambiente escolar. Entre os principais objetivos dos trabalhos descritos, está o de avaliar se o exercício físico tem o potencial para elevar a capacidade cognitiva de crianças em idade escolar. Este é um objetivo bastante difícil, já que as evidências do desenvolvimento cognitivo são, em geral, indiretas, e levam tempo para serem detectadas.

Este é um tema muito relevante. Em virtude de demandas do mundo moderno, a prática da atividade tem sido realizada com menor ênfase e em menor volume em diversas instituições de ensino. O presente trabalho mostrou que, na verdade, a prática da atividade física pode ser uma ferramenta bastante útil para a melhoria do desempenho cognitivo a curto, médio e longo prazo, e que a quantidade e a natureza das aulas de Educação Física devem ser avaliadas com bastante cuidado.

O efeito da atividade física no desempenho cognitivo é de difícil estudo, como apontado no início da seção de discussão, pois é um estudo que se baseia no estudo das intervenções e dos resultados, sem que o pesquisador possa, muitas vezes, visualizar claramente os mecanismos fisiológicos que levam aos efeitos desejados. Com isso, o que se procura é estudar um grande número de fenômenos simplificados, de forma a se obter pequenos pedaços de uma grande e complexa figura. A ideia é que esses estudos possam, num futuro próximo, a figura completa, ou seja, ajudar a construir um modelo coerente para os fatores favoráveis à aprendizagem.

De forma resumida, os artigos aqui abordados mostraram vários resultados que sugerem a existência de efeitos positivos de diversos tipos de atividade física sobre a função cognitiva. Mostrou-se, por exemplo, que vários tipos de atividade física podem ter efeitos imediatos na função cognitiva e na função executiva. Vários experimentos mostraram que, quando alguns tipos de exercícios são praticados antes de uma atividade que requer bom desempenho intelectual, o desempenho na atividade posterior melhora, o que leva à hipótese de que esses exercícios invocam processos mentais superiores, que são ativados e permanecem ativados para a atividade seguinte.

Outros artigos mostraram que, possivelmente, os exercícios físicos continuados podem aumentar, de forma permanente, a habilidade cognitiva. Um dos experimentos, por exemplo, demonstrou que os estudantes com melhor capacidade aeróbica tendem a ter melhor desempenho em variáveis que são comumente identificadas como sendo associadas a uma melhor cognição.

Este é um resultado promissor, pois indica que as atividades físicas podem ser útil tanto no curto prazo como no médio prazo. Esse resultado sugere que o estudo dos mecanismos de melhoria e dos tipos de exercícios que levam a melhora cognitiva é uma linha promissora de pesquisa. Nas últimas décadas, tem se observado o aumento da busca por atividades e métodos que possam levar a melhorias no bem-estar psicológico e no funcionamento cognitivo de crianças em idade escolar. Com isso, tem-se observado notável aumento do número de projetos de pesquisa nessa linha, que é acompanhado pelo aumento do número de publicações em periódicos científicos. Assim como a publicação de novo estão presentes novos estudos se fazendo necessários com o objetivo de entender melhor essa relação entre exercício físico e função cognitiva. Algo que é comum aos autores, é o tema de que exercício pouco impacta na função cognitiva quando é realizado de forma aguda, ao contrário a ser realizado em longo prazo como no treinamento. Existem várias dificuldades nas pesquisas de epidemiologia sobre o exercício físico, e uma delas é que existe dificuldade em comparar resultados com diferentes metodologias aplicadas. A aplicação de tecnologia na área de educação física escolar pode elucidar essas barreiras.

Nas questões dos efeitos de diversas intervenções nas habilidades cognitivas dos seres humanos, há, em grau muito menor, uma dificuldade similar – as mudanças na cognição ocorrem em nível celular, e são muito difíceis de se observar, o que faz com que muitos trabalhem se concentrem nos efeitos das mudanças cognitivas, mas sem a possibilidade de se observar as mudanças ocorrendo de fato. E esse é o método relatado por todos os artigos aqui estudados. Alguns artigos, por exemplo, mostram que exercícios, quando executados antes de uma aula, podem melhorar várias habilidades de natureza cognitiva ao longo da aula; em geral, nesses casos o crescimento da habilidade é avaliado por meio de alguma medida que tenha alguma correlação



com a habilidade estudada. Entretanto, esses artigos não permitem determinar se esses aumentos são duradouros ou se decaem em pouco tempo. Como exemplo, temos os artigos publicados por BOSCOLO *et. al.*, 2007; CARDEAL *et. al.*, 2013.

Em outros artigos, procura-se determinar se os exercícios não só auxiliam no desempenho cognitivo quando executados durante a aula, mas se os seus efeitos também permanecem e vão se acumulando ao longo do tempo, levando a uma modificação duradoura. Alguns dos artigos discutidos a seguir se enquadram nessa característica. Exemplos desses trabalhos são os artigos publicados por WU e colaboradores (2011).

Com o avanço da Neurociência, algumas possibilidades surgiram. É possível, em alguns casos, o uso de modelos animais, como ratos, em que os animais usados são levados a fazerem exercícios por várias seções, e, com o tempo, o desempenho pode ser continuamente melhorado. Em alguns casos, as mudanças nos animais podem não somente ser medidas de forma indireta (pelo desempenho do animal) mas mudanças podem ser observadas a nível celular. Para isso é necessário que o animal seja sacrificado, seu cérebro seja extraído e dividido em pequenos pedaços ou fatias, e a evolução de suas células cerebrais sejam quantificados por meio da análise das células com o microscópio. Entretanto, por razões óbvias, esse método não pode ser usado em seres humanos. Por isso, esses artigos não serão discutidos no presente trabalho. A discussão dos diversos artigos inicia a partir do próximo parágrafo.

WU *et. al.* (2011) descreveram uma pesquisa em que estudaram a “Aptidão Aeróbica e Variabilidade de Resposta em Crianças Pré-Adolescentes Executando uma Tarefa de Controle Cognitivo”. Neste trabalho, o grupo investigou a relação entre aptidão aeróbica e variabilidade cognitiva em crianças pré-adolescentes. Quarenta e oito crianças pré-adolescentes (25 homens, 23 mulheres, com idade média de 10,1 anos) foram agrupados em grupos de maior e menor aptidão física de acordo com seu desempenho em um teste objetivo de capacidade aeróbica ( $VO_{2max}$ ).

A função cognitiva foi medida por meio de respostas comportamentais a uma Tarefa de *Flanker* modificada. A distribuição no tempo de reação foi calculada em diferentes momentos para cada participante, para permitir avaliar a variabilidade de desempenhos intraindivíduos. O desvio-padrão e o

coeficiente de variação do tempo de reação foram utilizados para representar a variabilidade cognitiva.

Os dados obtidos sugerem que crianças pré-adolescentes, independentemente da aptidão física, exibiram maior tempo de reação, maior variabilidade de resposta e diminuição da precisão da resposta em estudos incongruentes, em comparação com estudos congruentes. Adicionalmente, crianças de melhor ajuste apresentaram menor variabilidade em seu tempo de resposta e maior precisão em suas respostas nas condições da Tarefa de *Flanker*. Por outro lado, não foram observadas diferenças entre os grupos grupo para a velocidade de resposta.

Os resultados do estudo sugerem que a aptidão física está associada ao melhor desempenho cognitivo durante uma tarefa que varia as demandas de controle cognitivo, e estende essa área de pesquisa, ao sugerir que a variabilidade intraindividual pode ser uma medida útil para examinar a relação entre aptidão física e cognição durante a pré-adolescência.

Esse tipo de estudo é bastante relevante, pois existe, em vários países a tendência de que as crianças em idade escolar pratiquem menor quantidade de atividade física, e há algumas evidências sugerindo que isso pode ser prejudicial não só aos aspectos físicos do desenvolvimento das crianças, mas também as suas habilidades cognitivas.

Como o artigo demonstrou uma correlação entre aptidão física e entre testes associados com aptidão cognitiva, o estudo apresenta uma ferramenta que pode ser muito útil em estudos nessa linha. O artigo sugere alguns mecanismos que podem ser responsáveis pelas diferenças observadas. Por exemplo, pesquisas em humanos e animais têm sugerido que o exercício aeróbico pode facilitar uma variedade de aspectos da função cognitiva. Também são discutidas evidências encontradas na literatura de que atividades físicas favorecem o desenvolvimento de estruturas neurais favorecem também o desenvolvimento da cognição.

Esse artigo pode ser enquadrado no grupo permitem quantificar, de alguma maneira o efeito de longo prazo de treinamento indireto, pois há algum grau de correção entre a capacidade aeróbica do participante e a quantidade de exercícios que praticou ao longo de sua vida. O método proposto no estudo poderá também ser utilizado em estudos de longo prazo caso os experimentos

sejam replicados ao longo de um período relativamente longo e que as variáveis sejam medidas no início e no final desse período.

Em outro estudo que serviu como base para a discussão e início de uma revisão bibliográfica sobre o assunto, foi encontrado o trabalho em que ELLEMBERG *et al.* (2011) descreveram uma pesquisa sobre o efeito do exercício físico agudo na função cognitiva durante o desenvolvimento. A principal motivação do trabalho é que, embora a pesquisa acumulada sugira que o exercício físico agudo melhora a função cognitiva em adultos, pouco se sabe sobre os efeitos do exercício agudo na cognição durante o desenvolvimento.

No método, avaliou-se uma reação ou resposta simples e os tempos de escolha em meninos de 7 e 10 anos de idade ( $n = 36$  para cada faixa etária). No experimento, metade das crianças 30 minutos de exercícios aeróbicos, enquanto a outra metade assistia a um programa de televisão. Cada criança foi testada imediatamente antes e imediatamente após a intervenção. Em comparação com o grupo controle, as crianças na condição de exercício apresentaram uma melhora significativa em ambas tarefas, com um resultado melhor para a escolha em comparação com a tarefa simples. Esses achados indicam que o exercício físico também tem impacto no funcionamento cognitivo em crianças.

Cada criança foi testada imediatamente antes e imediatamente após a intervenção. Em comparação com o grupo controle, as crianças na condição de exercício apresentaram uma melhora significativa em ambas as tarefas, com um resultado melhor para a escolha em comparação com a tarefa simples. Esses achados indicam que o exercício físico também tem impacto no funcionamento cognitivo em crianças. No exercício físico, as crianças do grupo experimental pedalarão em um cicloergômetro por cerca de 30 min (mais 5 minutos de aquecimento e 5 minutos de desaquecimento). Na atividade do grupo alternativo, as crianças assistiram a um programa popular para a idade e que fosse adequado para a idade. Os dois grupos realizaram os mesmos testes. Nos testes, usou-se um programa criado em ambiente MATLAB, que apresentava três formas geométricas simples, em quatro cores diferentes que apareciam no monitor do computador por uma duração de 700 milissegundos cada, com um intervalo entre eles entre 0,5 e 4,0 segundos. A duração total do experimento foi de 10 minutos. A tarefa de cada participante consistia em

pressionar uma tecla assim que ele detectasse o formulário na tela. Cada um dos 12 possíveis estímulos (3 formas x 4 cores) foi apresentado 10 vezes para um total de 120 apresentações. Essa tarefa durou cerca de 5 minutos. A variável dependente é o tempo usado para responder. Entretanto, o participante é orientado a pressionar o botão apenas para uma das formas (por exemplo, um círculo) em qualquer das quatro cores, de forma que apenas quatro entre as 12 formas dão alvos, e os demais são distratores. Esse tipo de atividade é considerada uma tarefa cognitiva que envolve processos de tomada de decisão que aproveitam certos aspectos das funções no lobo frontal, como flexibilidade e inibição. As duas variáveis dependentes que analisadas foram: (i) tempo de resposta para alvos e (ii) respostas corretamente identificadas (ou seja, hits / número total de alvos).

Na análise dos dados, os tempos de reação simples e escolha foram analisados separadamente por meio de uma análise de variância de 3 vias (ANOVA) com fatores de idade entre os participantes (7 anos de idade versus 10 anos de idade), um fator de condição entre indivíduos (condição de controle versus condição experimental), e dentro de um fator sujeito de tempo de teste (teste de linha de base versus teste de pós-intervenção). Interações significativas foram posteriormente analisados com testes *post-hoc de Tukey*. Os resultados do estudo indicam que uma única sessão de exercício tem um impacto positivo na reação na tarefa do tempo de reação simples e na tarefa de escolha do tempo de resposta. Em comparação com o grupo controle, as crianças que participaram do exercício aeróbio responderam em média 34 milissegundos mais rápido na tarefa de tempo de reação simples e 75 milissegundos mais rápido na tarefa de escolha do tempo de resposta após a intervenção. Como o aumento na velocidade de resposta foi 2,2 vezes maior para a tarefa de tempo de resposta de escolha em comparação a tarefa de tempo de reação simples, esses resultados sugerem que o exercício também melhora o funcionamento cognitivo e não apenas respostas sensoriais e motoras. Dessa forma, esse estudo sugere que está correta a percepção de que o exercício físico pode propiciar o aumento do desempenho cognitivo em crianças em desenvolvimento.

Um possível desenvolvimento futuro nessa linha poderia ser, também, a inclusão de algum método que permita algum tipo de quantificação do tamanho do efeito da intervenção. Um exemplo de estudo sobre o cálculo do tamanho

do efeito da prática da atividade física sobre as funções cognitivas em crianças foi uma meta-análise realizada por WATSON *et. al.* (2017) que busca sistematizar as definições envolvidas as tarefas das atividades físicas propostas as crianças para poder conseguir aproximar as semelhantes possibilidades de atividades físicas propostas as crianças em sala de aula. Apesar dos esforços para elucidar sobre o impacto da atividade física em sala de aula, WATSON *et. al.* (2017) em resultados das metas-análises mostraram que a atividade física em sala de aula ofereceu um efeito na melhoria da tarefa e na redução do comportamento de sala de aula mesmo quando não estavam realizando alguma tarefa, entretanto nenhum efeito foi encontrado para melhora das funções cognitivas.

Um dos exemplos de pesquisa de campo nas escolas foi realizado por CARDEAL (2013) com a proposta desse estudo é contribuir na discussão sobre a prática da Educação Física Escolar e seus benefícios, como por exemplo, a motricidade e sua relação com o desenvolvimento da cognição, que ainda não há um consenso entre os resultados especificamente relacionados à educação física escolar e o desenvolvimento motor com processos cognitivos. Com desenho da pesquisa realizado em duas escolas públicas do distrito federal, CARDEAL (2013) observa as respostas da função cognitiva de crianças matriculadas no Bloco Infantil de Alfabetização (BIA) 2 e 3 do ensino fundamental em idades de 6 a 10 anos divididas em dois grupos controle (n = 40) e experimental (n = 40). As crianças realizaram atividades de estimulação motora programada com aulas de educação física por sete meses.

A motricidade e a função executiva (tempo de reação e atenção seletiva) foram avaliadas antes e após a intervenção, e seus dados foram obtidos a partir dessa comparação. Pelos testes motores, foi possível avaliar a coordenação motora fina, a coordenação motora ampla, o equilíbrio, o esquema corporal, a lateralidade, a organização temporal e a organização espacial. Para o Teste de Atenção Seletiva foi realizado um Teste de *Stroop* que foi adaptado à realidade brasileira e seu critério de aplicado seria em crianças alfabetizadas.

A intervenção foi realizada com duas aulas semanais com planejamento prévio, respeitava as capacidades perceptivo-motoras das crianças, e usava jogos e exercícios de caráter desenvolvimentista favorecendo aos elementos perceptivos motores tanto na condição de habilidade básica quanto na

fundamental. Apesar de sessenta por cento das crianças avaliadas apresentarem déficit motor para sua idade, tanto no grupo controle como no experimental, pode-se observar um impacto significativo antes e após a intervenção. Os resultados possibilitaram a observação desse efeito que demonstrou uma diferença significativa entre os grupos principalmente nos testes de função executiva, tanto no tempo de reação bem como na atenção seletiva.

Um artigo adicional com uma proposta inovadora de atividade física foi a pesquisa de JOHN BEST (2012). JOHN BEST (2012) publicou um artigo sobre atividades denominadas “Exergames”, em que conclui que a prática dessas atividades causa um aumento imediato na Função Executiva (FE) de crianças. Os parágrafos seguintes sumarizarão as ideias e os resultados encontrados pelo autor.

A FE é um termo utilizado para denominar um conjunto de processos cognitivos que permitem a cognição e o comportamento adequados para se atingir objetivos. A FE é necessária em muitas situações; alguns exemplos são: (i) o aprendizado independente e a auto-regulação das emoções BANICH (2009); (ii) a transição para o ensino formal em escolas (BLAIR *et al.*, 2008); (iii) o comportamento adequado na sala de aula (RIGGS *et al.*, 2004). Quando a FE é alta, a criança consegue direcionar atenção suficiente para tarefas a serem executadas. Pesquisadores do desenvolvimento infantil têm desenvolvido grande interesse na FE porque, frequentemente, muitas crianças têm dificuldade em acionar sua função executiva, e porque a FE passa por um período prolongado de desenvolvimento no início da vida adulta. Assim, a FE é importantíssima para o desenvolvimento cognitivo e para o bom desempenho escolar. Essa grande importância da FE tem incentivado a realização de investigações de formas de enriquecer a FE ao longo do desenvolvimento da criança.

De acordo com o autor, a importância da atividade física (AF) tem sido negligenciada por pesquisadores do desenvolvimento, embora haja evidências de que a AF pode ser uma forma efetiva de aumentar de forma imediata a FE de crianças. Pesquisas têm sugerido dois possíveis mecanismos subjacentes para o desenvolvimento da FE com auxílio da PA: (i) acredita-se que a AF aumente o nível de excitação do participante, aumentando sua atenção e auxiliando o desempenho em tarefas intensivas, inclusive algumas que são

intensivas no uso da EF; (ii) a AF pode envolver certos processos cognitivos de ordem superior e prepara-los para uso subsequente; esse mecanismo, que é menos estabelecido na literatura, refere-se ao engajamento cognitivo (EC) é apoiado por estudos que mostram que a AF mais engajada cognitivamente (a AF que envolve processos cognitivos de ordem superior exigindo jogo adaptativo em um contexto desafiador, como jogos de grupo ou exercícios coordenativos bilaterais) aumenta o funcionamento cognitivo, incluindo a FE, em maior grau do que o exercício repetitivo e não-adaptativo. Na verdade, tanto os exercícios com EC quanto os que não apresentam EC aumentam a excitação fisiológica; porém, só os primeiros ativam processos cognitivos específicos de alta complexidade, preparando-os para o uso subsequente. Uma nova geração de videogames, que requerem intensa atividade física, têm se apresentado como uma possibilidade para a prática de AF com EC.

Os *exergames* (uma junção de “exercícios” e “jogos”) são uma nova geração de videogames que estimulam uma experiência de jogo mais ativa e de corpo inteiro. A pesquisa empírica com *exergames* é limitada, mas os poucos estudos existentes relatam o potencial dos *exergames* em promover AF. Por meio do aumento da complexidade de certos aspectos do jogo (por exemplo, regras do jogo, velocidade e coordenação de respostas) esses jogos podem ser projetados para exigir EC constante do jogador, a fim de jogar com sucesso.

Nesse estudo foi realizado um desenho experimental intra-sujeito 2x2, tendo, AF: alta, baixa e EC: alto, baixo. As crianças completaram diferentes atividades durante sessões experimentais separadas que variavam sistematicamente em AF (exergames exigindo movimento vigoroso de todo o corpo versus atividades sedentárias) e em CE (jogos que exigiam brincadeiras adaptativas desafiadoras versus atividades que exigiam ações repetitivas).

O funcionamento cognitivo das crianças foi avaliado após cada atividade experimental usando uma tarefa de *flanker* modificada, o *Child Attention Network Test* (ANT-C). Esse trabalho contém ensaios que exigem EF para resolver a interferência (ensaios incongruentes) e ensaios em que interferência não ocorrem (ensaios congruentes); A EF foi avaliada seletivamente, subtraindo-se o desempenho congruente do estudo do desempenho incongruente do estudo. Tanto a precisão da resposta quanto o tempo de resposta (TR) nas histórias corretas foram usadas para determinar o

desempenho da criança na tarefa. Foi utilizado um modelo gaussiano, com média e desvio padrão, para as respostas rápidas, e a média e desvio padrão da parte lenta das respostas. Foram escolhidas crianças entre 6 e 10 anos, sendo 20 meninos e 13 meninas.

As crianças completaram cada sessão individualmente e foram testadas durante um programa pós-escola em uma sala de aula silenciosa e sem uso (n=22) ou em um laboratório no campus da universidade (n=11). Cada sessão durou aproximadamente 1 hora, ocorreu aproximadamente na mesma hora do dia e foi separada da sessão anterior por uma média de nove dias (média=9,3, SD=4,7). As crianças foram solicitadas a manter um nível semelhante de AF durante o dia anterior à sessão em todos os dias de teste.

No início de cada sessão, a criança foi equipada com equipamento de monitorização da frequência cardíaca (FC) e estava familiarizada com uma escala de esforço percebida. Em seguida, a criança recebeu uma entre quatro atividades experimentais, com instruções sobre como completar a atividade. Para as crianças que completaram o estudo no programa pós-escola, as atividades foram exibidas em uma lousa interativa num *smart board*. Para as crianças que completaram o estudo no laboratório, as atividades foram exibidas em uma TV digital. Em cada ambiente de teste, a criança foi posicionada a aproximadamente 1,8 m da tela.

As atividades foram distribuídas entre as crianças, e foram de 4 tipos: (i) baixa EC, baixa AF (vídeo); (ii) alta CE, baixa AF (*sedentary video game*); (iii) baixa EC, alta EF (*exergame*: Marathon– um jogo que simplesmente incentiva a criança a correr tão longe quanto possível em 10 minutos); (iv) alta EC, alta EF (*mini-exergame*: Outdoor Challenge, um jogo que consiste em uma série de mini-jogos, em que a criança é um personagem que se move para o lado e para cima, e pula para evitar obstáculos; os mini-games vão se tornando progressivamente difíceis, e os obstáculos ocorrem em ordem aleatória).

Durante os testes, a taxa cardíaca era medida e usada para estimar o esforço nos exercícios. O engajamento da criança em cada atividade experimental foi quantificado por uma lista de verificação de observação preenchida por um assistente de pesquisa. Adicionalmente, no final de cada sessão a criança completou um questionário de oito itens que também avaliou o engajamento da criança na atividade experimental específica.



A avaliação utiliza um sistema de acionamento que permite o aluno acionar um mecanismo que funciona como uma espécie de *mouse*, permitindo a medida automática das respostas.

Os resultados mostraram que o engajamento cognitivo não afetou a performance da atividade física. Por outro lado, a atividade física melhorou a velocidade e a precisão de resolução da criança. A análise por idade mostrou que ocorre melhoria no desempenho, com a idade, em resposta às atividades.

Esse estudo foi a continuação de estudos anteriores, e permitiu avançar um pouco no entendimento de como a atividade física influencia a FE.

Outro artigo selecionado após a varredura por descritores no sistema de bases foi o de “Avaliação do padrão de sono, atividade física e funções cognitivas em adolescentes escolares”. BOSCOLO *et. al.* (2007) investiga os parâmetros para analisar a qualidade de sono, com nível de atividade física habitual (NAFH) e a função cognitiva de adolescentes de escolas públicas (grupo A) e duas escolas privadas (B e C) brasileiras. Os estudantes avaliados foram de ambos os sexos e tinham 12 a 14 anos de idade. Para avaliar o padrão de sono, NAFH, conhecimento geral e tipos de memória foram aplicados questionários. O protocolo avaliativo sempre ocorria nas horas centrais do período de estudo, das 9h às 10h ou das 16h às 17h, com duração de três dias em cada escola.

A preocupação do estudo se baseia na hipótese de que a privação do sono interfere no raciocínio e na memória fatores importantes no aprendizado. Um dos fatores que interferem na qualidade do sono é a interferência durante o estágio de sono REM (do inglês, *rapid eye movement* – movimentos oculares rápidos) que favorecem a consolidação da memória em longo prazo.

Para esse estudo foram utilizados o *Questionário de Sono* contendo 32 questões investigando o padrão de sono, podendo adquirir informações da i) impressão subjetiva do entrevistado quanto à qualidade de seu sono; ii) hábitos de horários de sono e vigília e iii) indicativos de gravidade da queixa ou do problema de sono apresentado. Outro questionário foi *do Nível de Atividade Física Habitual (NAFH)* com 21 itens que avaliam o índice de atividade física habitual na ocupação, na prática esportiva durante o tempo livre e atividades físicas durante o lazer, excluindo esportes. Outra bateria de testes e avaliações foram realizadas como da *memória* como o *Wechsler Memory Scale Revised (WMS-R)*, analisa o conhecimento geral e o raciocínio exato, e um teste de

Recordação Livre de Palavras (*Lista de Palavras*) capaz de observar a memória declarativa, analisando a memória de curto e de longo prazo, além de memória auditiva.

Os resultados revelaram diferenças significativas entre as escolas “A” e “B” quanto ao índice de atividade física no lazer (NAFH). Em relação à qualidade de sono,

73,3% dos alunos da escola “A” desejam mudanças no hábito de sono diminuindo o tempo de sono. Um relato que deve ser levado em consideração é a qualidade do sono em que alunos da escola “A” nos quais 40% relataram episódios de acordar em pânico. Na avaliação cognitiva foram observadas diferenças no teste de recordação de palavras nas posições posteriores ao relacionamento semântico com menor valor para a escola A.

Os dados sugerem que os alunos com menos queixas de sono demonstraram melhor desempenho nas recordações de palavras, enquanto que os estudantes submetidos ao turno matutino apresentaram uma redução na duração de sono e aumento na sonolência diurna. Esses achados demonstram que possivelmente o período de estudo e os hábitos de sono estão interligados e podem influenciar no desempenho escolar de adolescentes escolares.

## Capítulo 4. Conclusão

O objetivo deste trabalho foi realizar uma revisão bibliográfica de artigos que abordam o estudo do efeito da atividade física no desempenho das funções cognitivas no ambiente escolar.

Este é um tema muito relevante. Em virtude de demandas do mundo moderno, a prática da atividade tem sido realizada com menor ênfase e em menor volume em diversas instituições de ensino. O presente trabalho mostrou que, na verdade, a prática da atividade física pode ser uma ferramenta bastante útil para a melhoria do desempenho cognitivo a curto, médio e longo prazo, e que a quantidade e a natureza das aulas de Educação Física devem ser avaliadas com bastante cuidado.

O efeito da atividade física no desempenho cognitivo é de difícil estudo, como apontado no início da seção de discussão, pois é um estudo que se baseia no estudo das intervenções e dos resultados, sem que o pesquisador possa, muitas vezes, visualizar claramente os mecanismos fisiológicos que levam aos efeitos desejados. Com isso, o que se procura é estudar um grande número de fenômenos simplificados, de forma a se obter pequenos pedaços de uma grande e complexa figura. A ideia é que esses estudos possam, num futuro próximo, a figura completa, ou seja, ajudar a construir um modelo coerente para os fatores favoráveis à aprendizagem.

De forma resumida, os artigos aqui abordados mostraram vários resultados que sugerem a existência de efeitos positivos de diversos tipos de atividade física sobre a função cognitiva. Mostrou-se, por exemplo, que vários tipos de atividade física podem ter efeitos imediatos na função cognitiva e na função executiva. Vários experimentos mostraram que, quando alguns tipos de exercícios são praticados antes de uma atividade que requer bom desempenho intelectual, o desempenho na atividade posterior melhora, o que leva à hipótese de que esses exercícios invocam processos mentais superiores, que são ativados e permanecem ativados para a atividade seguinte.

Outros artigos mostraram que, possivelmente, os exercícios físicos continuados podem aumentar, de forma permanente, a habilidade cognitiva. Um dos experimentos, por exemplo, demonstrou que os estudantes com melhor capacidade aeróbica tendem a ter melhor desempenho em variáveis

que são comumente identificadas como sendo associadas a uma melhor cognição.

Este é um resultado promissor, pois indica que as atividades físicas podem ser úteis tanto no curto prazo como no médio prazo. Esse resultado sugere que o estudo dos mecanismos de melhoria e dos tipos de exercícios que levam a melhora cognitiva é uma linha promissora de pesquisa. Nas últimas décadas, tem se observado o aumento da busca por atividades e métodos que possam levar a melhorias no bem-estar psicológico e no funcionamento cognitivo de crianças em idade escolar. Com isso, tem-se observado notável aumento do número de projetos de pesquisa nessa linha, que é acompanhado pelo aumento do número de publicações em periódicos científicos. Assim como a publicação de novo estão presentes novos estudos se fazendo necessários com o objetivo de entender melhor essa relação entre exercício físico e função cognitiva. Algo que é comum aos autores, é o tema de que exercício pouco impacta na função cognitiva quando é realizado de forma aguda, ao contrário a ser realizado em longo prazo como no treinamento. Existem várias dificuldades nas pesquisas de epidemiologia sobre o exercício físico, e uma delas é que existe dificuldade em comparar resultados com diferentes metodologias aplicadas. A aplicação de tecnologia na área de educação física escolar pode elucidar essas barreiras.

## Referências Bibliográficas

1. ANTUNES, K.M. *et al.* Exercício físico e função cognitiva: uma revisão. *Revista Brasileira de Medicina do Esporte*, São Paulo, v. 12, n. 2, p. 108-14, 2006.
2. WATSON *et al.* Effect of classroom-based physical activity interventions on academic and physical activity outcomes: a systematic review and meta-analysis. *International Journal of Behavioral Nutrition and Physical Activity* (2017) 14:114 DOI 10.1186/s12966-017-0569-9
3. ZENTALL, SYDNEY and ZENTALL, THOMAS. (1976). Activity and task performance of hyperactive children as a function of environmental stimulation. *Journal of consulting and clinical psychology*. 44. 693-7. 10.1037/0022-006X.44.5.693.
4. HUIZINGA M., DOLAN C.V., VAN DER MOLEN M.W. (2006) Age-related change in executive function: developmental trends and a latent variable analysis. *Neuropsychologia* 44:2017–2036.
5. BUDDE, H., VOELCKER-REHAGE, C., PIETRABYK-KENDZIORRA, S., RIBEIRO, P., TIDOW, G. (2008). Acute coordinative exercise improves attentional performance in adolescents. *Neurosci. Lett.* 441, 219–223. doi: 10.1016/j.neulet.2008.06.024
6. VAN DEN BERG V, SALIASI E, DE GROOT RH, JOLLES J, CHINAPAW MJ, SINGH AS. Physical activity in the school setting: cognitive performance is not affected by three different types of acute exercise. *Front Psychol.* 2016;7:723. <https://doi.org/10.3389/fpsyg.2016.00723>
7. TINE, M. T., and BUTLER, A. G. (2012). Acute aerobic exercise impacts selective attention: an exceptional boost in lower-income children. *Educ. Psychol.* 32, 821–834. doi: 10.1080/01443410.2012.723612
8. SIMÕES M.G.N. Avaliação dos efeitos combinados do exercício físico e da música na motivação para o exercício, nos estados de humor e na função cognitiva. [dissertação] Gambelas: Faculdade de Ciências Humanas e Sociais da Universidade do Algarve, 2010. 173p.
9. OGOH, S. and AINSLIE, P. N. (2009). Cerebral blood flow during exercise: mechanisms of regulation. *J. Appl. Physiol.* 107, 1370–1380. doi: 10.1152/jappphysiol.00573.2009
10. GREGORY, S. M., SPIERING, B. A., ALEMANY, J. A., TUCKOW, A. P., RARICK, K. R., STAAB, J. S., *et al.* (2013). Exercise-induced insulin-like growth factor I system Concentrations after training in women. *Med. Sci. Sports Exerc.* 45, 420–428. doi: 10.1249/MSS.0b013e3182750bd4
11. PIEPMEIER, A. T., and ETNIER, J. L. (2014). Brain-derived neurotrophic factor (BDNF) as a potential mechanism of the effects of acute exercise on cognitive performance. *J. Sport Health Sci.* 4, 14–23. doi: 10.1016/j.jshs.2014.11.001
12. BOSCOLO, RITA A. *et al.* Avaliação do padrão de sono, atividade física e funções cognitivas em adolescentes escolares. *Rev. Port. Cien.*

- Desp., Porto , v. 7, n. 1, p. 18-25, jan. 2007. Disponível em <[http://www.scielo.mec.pt/scielo.php?script=sci\\_arttext&pid=S1645-05232007000100003&lng=pt&nrm=iso](http://www.scielo.mec.pt/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1645-05232007000100003&lng=pt&nrm=iso)>. acessos em 06 abril. 2018.
13. CARDEAL, C.M. *et al* . Efeito de um programa escolar de estimulação motora sobre desempenho da função executiva e atenção em crianças. *Motri.*, Vila Real , v. 9, n. 3, p. 44-56, jul. 2013 . Disponível em <[http://www.scielo.mec.pt/scielo.php?script=sci\\_arttext&pid=S1646-107X2013000300007&lng=pt&nrm=iso](http://www.scielo.mec.pt/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1646-107X2013000300007&lng=pt&nrm=iso)>. [http://dx.doi.org/10.6063/motricidade.9\(3\).762](http://dx.doi.org/10.6063/motricidade.9(3).762).
  14. WU, C.-T., PONTIFEX, M. B., RAINE, L. B., CHADDOCK, L., VOSS, M. W., KRAMER, A. F., & HILLMAN, C. H. (2011). Aerobic fitness and response variability in preadolescent children performing a cognitive control task. *Neuropsychology*, 25(3), 333-341. <http://dx.doi.org/10.1037/a0022167>
  15. ELLEMBERG, D., ST-LOUIS-DESCHÊNES, M. (2011). The effect of acute physical exercise on cognitive function during development. *Psychology of Sport and Exercise*, 11, Elsevier, 122-126.
  16. BEST, J. (2012). Exergaming Immediately Enhances Children's Executive Function. *Developmental Psychology* (American Psychological Association), Vol. 48, No. 5, 1501–1510.
  17. BANICH, M. T. (2009). Executive function: The search for an integrated account. *Current Directions in Psychological Science*, 18, 89–94.
  18. BLAIR, C., & DIAMOND, A. (2008). Biological processes in prevention and intervention: The promotion of self-regulation as a means of preventing school failure. *Development and Psychopathology*, 20, 899–911.
  19. RIGGS, N. R., BLAIR, C. B., & GREENBERG, M. T. (2004). Concurrent and 2-year longitudinal relations between executive function and the behavior of 1st and 2nd grade children. *Child Neuropsychology*, 9, 267–276.