



Universidade Federal do Maranhão
Centro de Ciências Humanas, Naturais, Saúde e Tecnologia
Curso de Licenciatura em Educação Física

**ATIVIDADE FÍSICA E CAPACIDADE COGNITIVA EM
CRIANÇAS E ADOLESCENTES**

SILVANA MÁXIMA BEZERRA

Pinheiro
2019

SILVANA MÁXIMA BEZERRA

**ATIVIDADE FÍSICA E CAPACIDADE COGNITIVA EM
CRIANÇAS E ADOLESCENTES**

Trabalho de Conclusão de Curso
apresentado ao Curso de Licenciatura em
Educação Física da Universidade Federal
do Maranhão / Campus Pinheiro para
obtenção do Grau de Licenciado em
Educação Física.

Orientador: Prof. Dr. Thiago Teixeira
Mendes

**Pinheiro
2019**

Ficha gerada por meio do SIGAA/Biblioteca com dados fornecidos pelo(a) autor(a).
Núcleo Integrado de Bibliotecas/UFMA

Bezerra, Silvana Máxima.

Atividade física e capacidade cognitiva em crianças e
adolescentes / Silvana Máxima Bezerra. - 2019.
34 f.

Orientador(a): Thiago Teixeira Mendes.

Curso de Educação Física, Universidade Federal do
Maranhão, Pinheiro-MA, 2019.

1. Adolescente. 2. Cognição. 3. Criança. 4.
Exercício físico. I. Teixeira Mendes, Thiago. II. Título.

SILVANA MÁXIMA BEZERRA

**ATIVIDADE FÍSICA E CAPACIDADE COGNITIVA EM
CRIANÇAS E ADOLESCENTES**

Trabalho de Conclusão de Curso
apresentado ao Curso de Licenciatura em
Educação Física da Universidade Federal
do Maranhão / Campus Pinheiro para
obtenção do Grau de Licenciado em
Educação Física.

A Banca Examinadora da Defesa de trabalho de conclusão de curso (TCC),
apresentada em sessão pública, considerou o candidato aprovado em:
____/____/____.

Prof. Dr. Thiago Mendes Teixeira (Orientador)
Universidade Federal do Maranhão

Prof. Me. Jefferson Fernando Coelho Rodrigues Júnior
Universidade Federal do Maranhão

Prof. Me. Claudio Tarso de Jesus Santos Nascimento
Universidade Federal do Maranhão

Dedico este trabalho a minha família, em especial aos meus sobrinhos Lavínia e David Juan.

AGRADECIMENTOS

Agradeço primeiramente a Deus pela oportunidade de conhecimento e experiências que pude vivenciar durante esses quatro anos.

Ao meu professor e orientador Thiago Teixeira Mendes pela disponibilidade do seu tempo e conhecimentos que foram de grande auxílio e contribuição incalculável durante a elaboração deste trabalho.

A professora mestre Elayne Silva de Oliveira por contribuir com seus conhecimentos.

A todos os docentes do curso de Educação Física do campus de Pinheiro que contribuíram imensamente para minha formação.

Aos meus companheiros de turma e curso que foram essenciais durante toda essa caminhada.

A minha família e amigos pelo apoio

Ao meu amigo Valber Ribeiro por ter me salvado.

“O conhecimento cognitivo, por parte, nos incita a criar uma nova perspectiva, minuciosa e meticulosa, na qual aperfeiçamos de maneira perspicaz, e criamos nossa visão eminente sobre a sociedade em que vivemos”.

(Eduardo Bonnet)

RESUMO

O papel da atividade física na promoção de saúde é inquestionável, traz benefícios físicos, além de promover ganhos positivos na cognição. A função cognitiva está relacionada com a memória, atenção, percepção, aprendizagem e funções executivas. Este trabalho tem como objetivo caracterizar através de uma revisão de literatura os efeitos do exercício físico na cognição de crianças e adolescentes. Para levantamento da literatura disponível na área de estudo, a pesquisa eletrônica se concentrou nas seguintes bases de dados: Google acadêmico, Scielo, Pubmed, Portal de Periódicos Capes e periódicos eletrônicos. Foram elencados um total de 53 estudos para compor a revisão. Foram selecionados trabalhos publicados entre os anos de 2001 a 2018, nos idiomas português, inglês e espanhol. Foi possível concluir que o exercício físico aeróbico tanto agudo quanto crônico promove ganhos na atenção, aprendizagem, memória e funções executivas.

Palavras-chave: Exercício físico, Cognição, Criança e Adolescente.

ABSTRACT

The role of physical activity in health promotion is unquestionable, bringing physical benefits, as well as promoting the best results in cognition. A cognitive function is related to a memory, attention, perception, learning and executive functions. This work aims to characterize the expression of a literature review and to do physical exercise in the cognition of children and adolescents. To study the literature available in the study area, the electronic research focused on the following databases: Google academic, Scielo, Pubmed, Capes Journals Portal and electronic journals. A total of 53 studies were included to compose a review. Works were published between the years 2001 and 2018, in Portuguese, English and Spanish. He was able to do aerobic physical exercise in the same way that the chronic one promotes the care in memory, learning, memory and executive functions.

Keywords: Physical exercise, Cognition, Child and Adolescent.

LISTA DE SIGLAS E ABREVIATURAS

BDNF	<i>Brain derived neurotrophic factor</i> - Fator Neurotrófico Derivado do Cérebro
ERP	<i>Event-Related Brain Potentials</i> – Potenciais cerebrais relacionados ao evento
FCmáx	Frequência Cardíaca Máxima
IBGE	Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística
IGF-1	<i>Insuline Growth Factor</i> - Fator De Crescimento Semelhante a Insulina
UNICEF	Fundo das Nações Unidas para a Infância
VEGF	<i>Vascular Endothelial Growth Factor</i> - Fator de Crescimento Endotelial Vascular
WHO	<i>World Health Organization</i> - Organização Mundial da Saúde

ATIVIDADE FÍSICA E CAPACIDADE COGNITIVA EM CRIANÇAS E ADOLESCENTES

Silvana Máxima Bezerra¹;

Thiago Teixeira Mendes¹ (Orientador)

¹ Universidade Federal do Maranhão; Graduando do Curso de Licenciatura em Educação Física; Pinheiro; MA

¹ Docente do Curso de Licenciatura em Educação Física; Campus Pinheiro; MA; Docente do Programa de Pós Graduação / Mestrado em Educação Física UFMA; Coordenador do Núcleo de Estudos e Pesquisas em Atividade Física - NEPAF/UFMA

RESUMO: O papel da atividade física na promoção de saúde é inquestionável, traz benefícios físicos, além de promover ganhos positivos na cognição. A função cognitiva está relacionada com a memória, atenção, percepção, aprendizagem e funções executivas. Este trabalho tem como objetivo caracterizar através de uma revisão de literatura os efeitos do exercício físico na cognição de crianças e adolescentes. Para levantamento da literatura disponível na área de estudo, a pesquisa eletrônica se concentrou nas seguintes bases de dados: Google acadêmico, Scielo, Pubmed, Portal de Periódicos Capes e periódicos eletrônicos. Foram elencados um total de 53 estudos para compor a revisão. Foram selecionados trabalhos publicados entre os anos de 2001 a 2018, nos idiomas português, inglês e espanhol. Foi possível concluir que o exercício físico aeróbico tanto agudo quanto crônico promove ganhos na atenção, aprendizagem, memória e funções executivas.

Palavras-chave: Exercício físico, Cognição, Criança e Adolescente.

ABSTRACT: The role of physical activity in health promotion is unquestionable, bringing physical benefits, as well as promoting the best results in cognition. A cognitive function is related to a memory, attention, perception, learning and executive functions. This work aims to characterize the expression of a literature review and to do physical exercise in the cognition of children and adolescents. To study the literature available in the study area, the electronic research focused on the following databases: Google academic, Scielo, Pubmed, Capes Journals Portal and electronic journals. A total of 53 studies were included to compose a review. Works were published between the years 2001 and 2018, in Portuguese, English and Spanish. He was able to do aerobic physical exercise in the same way that the chronic one promotes the care in memory, learning, memory and executive functions.

Keywords: Physical exercise, Cognition, Child and Adolescent.

1 INTRODUÇÃO

De acordo com o Fundo das Nações Unidas para a Infância (UNICEF) até 2050 serão 2,7 bilhões de crianças e adolescentes, o que representará 31% da população mundial (UNICEF, 2015). O Brasil possui aproximadamente 61,4 milhões de crianças e adolescentes entre 0 e 19 anos, e mais de um terço, ou seja, aproximadamente 27,5 milhões se encontram na Região Sudeste. Em um país cuja população é composta por mais de 210 milhões de pessoas, 30% desta é formada por crianças e adolescentes, segundo dados do Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística - IBGE (IBGE, 2013).

Durante a adolescência a prática de exercícios físicos traz benefícios associados à saúde esquelética tanto no conteúdo mineral, quanto na densidade óssea, além de controlar a pressão sanguínea e a obesidade, melhora o perfil lipídico e metabólico (HALLAL et al., 2006; PLOUGHMAN, 2008). De acordo com a WHO (2011), os níveis de atividade física recomendados na faixa etária entre 5 e 17 anos deve ser de pelo menos 60 minutos diários, com intensidade moderada a vigorosa. A maior parte da atividade diária deve ser aeróbica e pelo menos três vezes na semana deve haver a incorporação de atividades que estimulem a musculatura e os ossos.

No entanto, nos grandes centros urbanos o alto índice de inatividade física entre jovens é destaque (SIMÕES NETO et al., 2018) com percentagem variando entre 39 e 93,5% de sedentarismo (TASSITANO, et al., 2007). Em países desenvolvidos e em desenvolvimento 80,3% das crianças apresentam níveis insuficientes de atividade física (HALLAL, et al., 2012) e esse comportamento é mais frequente no sexo feminino (RIVERA et al., 2010). O alto índice de sedentarismo se associa a exposição precoce as tecnologias e meios eletrônicos (RIVERA, et al., 2010; TANDON, et al., 2012).

De acordo com Guedes (2002) muitos hábitos adquiridos na juventude, podem ser transferidos para a fase adulta. Por isso, a importância da atividade física na vida da criança. A atividade física abrange todas as formas de movimento corporal, produzidos pelos músculos esqueléticos, resultando num gasto energético acima dos níveis de repouso (HILLMAN; ERICKSON; KRAMER, 2008; MCARDLE; KATCH; KATCH, 2003; OLIVEIRA, et al., 2011). Pressupõe-se a importância de tal prática e o seu favorecimento na diminuição do número de indivíduos considerados

sedentários, e que juntamente com hábitos alimentares saudáveis proporcionam bem-estar físico, mental e cognitivo (BROWNE, 2015).

Diversos estudos vêm tentando demonstrar a eficácia do exercício na cognição de crianças e adolescentes (MELLO et al., 2005; COLCOMBE; KRAMER, 2003; TOMPOROWSKI, 2003). A função cognitiva está relacionada com a memória, atenção, percepção, aprendizagem e funções executivas (ANTUNES et al., 2006). Colcombe e Kramer (2003), em um estudo meta-analítico analisaram a hipótese de que o exercício físico cria condições favoráveis à melhora cognitiva em adultos mais velhos, e concluíram que indivíduos fisicamente ativos obtiveram melhores desempenhos cognitivos, em especial os que praticavam atividade física de baixa intensidade e de longa duração, atividades aeróbicas.

Colcombe e Kramer (2003) indicam que a atividade física estimula o desenvolvimento de novos neurônios no hipocampo, sendo esta região do cérebro responsável pela memória, além de outras áreas do cérebro ligadas ao raciocínio e cognição. No mesmo estudo ficou estabelecida a eficácia do treinamento físico como meio de aumentar a vitalidade cognitiva, verificou-se também que mesmo populações clínicas de idosos podem se beneficiar cognitivamente com o exercício físico. Os benefícios se mostraram mais eficientes no processo de controle executivo tais como coordenação, inibição, programação, planejamento e memória de trabalho (KRAMER; ERICKSON; COLCOMBE, 2006; COLCOMBE; KRAMER, 2003; CASTELLI et al., 2007).

Atualmente existem três hipóteses referentes aos efeitos do exercício físico na cognição (PLOUGHMAN, 2008). A primeira é que o exercício aumenta a saturação de oxigênio e angiogênese em áreas do cérebro cruciais para o desempenho da tarefa. A segunda hipótese é que o exercício aumenta neurotransmissores cerebrais, como a serotonina e norepinefrina, o que facilita o processamento de informações (MEREGE FILHO et al., 2014).

E por último, o exercício aumenta as neurotrofinas como o fator neurotrófico derivado do cérebro (BDNF), fator de crescimento semelhante à insulina (IGF-1) e fator de crescimento endotelial vascular (VEGF), esses hormônios induzem a neurogênese, esta é a forma plástica do cérebro no qual possibilita a formação de novos neurônios e a angiogênese, que é o processo de formação de novos vasos sanguíneos. A angiogênese em ratos é um dos principais indicadores de aquisição de memória e aprendizagem (MEREGE FILHO et al., 2014; ANTUNES et al., 2006).

Escolares fisicamente ativos apresentam maior facilidade no processo de aprendizagem (HILLMAN; CASTELLI; BUCK, 2005; HALLAL, 2016). Com a relação existente entre o exercício físico agudo ou crônico sobre o sistema nervoso central é permitido associar um maior nível de aptidão física a melhores índices de desempenho acadêmico e na cognição de crianças saudáveis (NASCIMENTO et al., 2018; MEREGE FILHO et al., 2013). Os benefícios requeridos pela atividade física atingem todos os estágios da vida, mas a intervenção precoce é responsável pela melhoria e manutenção da saúde cognitiva em toda a vida adulta (HILLMAN; ERICKSON; KRAMER, 2008).

Este trabalho tem como objetivo caracterizar os efeitos da prática regular de exercício físico na capacidade cognitiva de crianças e adolescentes. Conhecer a atuação do exercício físico na cognição e quais mecanismos estão envolvidos nessa possível melhora cognitiva.

2 MÉTODOS

Para a elaboração do presente estudo optamos pela pesquisa de revisão de literatura, tendo como método o descritivo de natureza qualitativa. Foram buscados trabalhos científicos como artigos, teses, dissertações ou monografias, além de livros que abordem a relação da atividade física e sua influência na cognição. Todo o material encontrado está disponível online. Para levantamento da literatura na área de estudo, a pesquisa eletrônica se concentrou nas seguintes bases de dados: Google acadêmico, Scielo, Pubmed, Portal de Periódicos Capes e periódicos eletrônicos.

A escolha dos artigos se deu inicialmente mediante a seleção dos estudos pelos títulos, uma segunda seleção foi feita a partir da leitura dos resumos, resultando em 147 estudos, prosseguindo para uma leitura minuciosa, aonde foram descartados os estudos que não atendiam ao critério de inclusão, sendo elencados 53 estudos para compor a revisão de literatura. Destes 53 estudos, 28 são em português, 24 em inglês e 1 em espanhol.

Na busca pelos artigos foram usadas as seguintes combinações de palavras: Cognição, Exercício físico, Atividade Física, Capacidade Cognitiva, Saúde Mental, Desempenho Cognitivo, Memória, Adolescente, Criança, Rendimento Escolar, Desempenho acadêmico, Atenção, Função executiva, Aprendizagem.

Tendo como critério de inclusão os trabalhos publicados entre os anos de 2001 a 2018. O critério de exclusão se deu pela não utilização de fontes impressas, uma vez que estas não se encontravam disponíveis na biblioteca da instituição, além dos estudos com ano de publicação anterior ao ano de 2001.

3 REVISÃO DA LITERATURA

3.1 A função cognitiva

A cognição está relacionada com os processos mentais envolvidos na aquisição, armazenamento, arranjo e uso das informações que adquirimos ao longo da vida (TOMPOROWSKI et al., 2008). Santos (2004) relaciona o comportamento emocional e funções executivas como inerentes da cognição. De forma simplificada, a função cognitiva é entendida como a atenção, a percepção, a aprendizagem, o raciocínio, a vigilância, a resolução de problemas e a memória (GÓMEZ, 2017; ANTUNES et al., 2006; OLIVEIRA et al., 2011).

As informações adquiridas e as existentes são selecionadas pelo hipocampo, que também filtra esses dados resultando no descarte ou utilização de informações de curto prazo e essas informações são distribuídas no córtex cerebral. Os lobos frontais são responsáveis pela coordenação da memória, à medida que retém as informações para posteriormente classificá-las. Também é nessa região que as variedades de memórias interagem entre si e dão origem ao raciocínio (SIMÕES NETO et al., 2013).

Santos (2004) classifica os lobos frontais em três regiões: córtex pré-central que tem a função de mediar a movimentação voluntária; córtex pré-motor, região que se encontra a área motora suplementar e área de Broca que está associada com a articulação da fala. A função do córtex pré-motor é integrar atos motores e sequenciamento aprendido; córtex pré-frontal, neste inclui o orbitofrontal, dorsolateral e o circuito cíngulo anterior, cuja função é delinear e analisar as consequências de possíveis ações, tendo maior relação com a função executiva.

Conforme Corso e colaboradores (2013) a área pré-frontal dorsolateral obtém conexões dos lobos parietal e temporal e possui papel fundamental no controle, regulação e integração das atividades cognitivas, controla a distratibilidade, mantendo o foco cognitivo, além de ser responsável pela memória e fluência verbal. Enquanto o córtex orbitofrontal é integrante do sistema límbico e incorpora informações e memórias emocionais e autonômicas, implicado na modulação do comportamento, interferindo na conduta social. O circuito cíngulo anterior está implicado no controle executivo, na atenção seletiva, no desencadeamento e manutenção de comportamentos. Atua de maneira vital na atenção, emoção e motivação.

3.2 Atenção

A atenção se caracteriza como a seleção de estímulos relevantes, ou seja, busca descartar as informações irrelevantes e concorrentes de maneira que retenha somente a informação considerada útil (PINTO, 2001). Sua essência é basicamente foco e concentração. Determinada como uma função neuropsicológica complexa abrange diversos mecanismos que de forma coordenada são executados. Tendo como função selecionar do ambiente os estímulos mais importantes para a tarefa cognitiva em uso resultando numa ação com objetivo definido (GÓMEZ, 2017).

São descritos diferentes tipos de atenção, sendo estes: a atenção seletiva que se caracteriza pela capacidade de escolha de determinado estímulo em detrimento de outro para prestar atenção, mais precisamente se caracteriza como a diferenciação entre estímulos relevantes e irrelevantes; a atenção sustentada, esta é a capacidade de manter o foco em determinado estímulo por um período de tempo, resultando na execução da tarefa (SIMÕES, 2014; SIMÃO et al., 2010).

Ainda dentro das subdivisões da atenção temos a atenção dividida que é a responsável pela distribuição de recursos de atenção coordenando assim o desempenho em duas ou mais tarefas simultâneas e a atenção alternada que é a mudança de foco de atenção, sendo capaz de alternar entre diferentes estímulos (SIMÕES, 2014; SIMÃO et al., 2010).

Atualmente estudiosos têm se dedicado a compreender o funcionamento da atenção, por exercer um papel fundamental nas ações sensório-motoras e por fazer parte do desenvolvimento das funções cognitivas, além de contribuir para diversas áreas como a educação, comunicação e marketing, e não menos importante, o progressivo número de problemas de atenção nas mais diversas esferas da sociedade, além da sua relação com outras funções cognitivas como a percepção, memória e aprendizagem (SIMÕES, 2014).

A relação entre atenção e percepção tem como foco a autorregulação, como forma de monitorar as próprias ações, limitando assim as informações que chegam por meio da percepção corporal e do ambiente. A atenção relacionada à memória está envolvida com a codificação, armazenamento e resgate das informações, já a relação entre atenção e aprendizagem se relaciona com o processo de construção e integração das ideias (SIMÕES, 2014).

3.3 Memória

A memória é entendida como a capacidade que os seres vivos têm de adquirir, armazenar e evocar informações. Esta por sua vez, está relacionada com outras funções corticais, como a função executiva e a aprendizagem. No processo de memorização, por exemplo, há outras funções psicológicas envolvidas, como a motivação, a atenção, a percepção e o aprendizado. Da mesma forma, para a evocação das memórias, são utilizadas outras funções psicológicas como a função executiva e a linguagem (MOURÃO JÚNIOR; FARIA, 2015).

A aquisição se relaciona com a aprendizagem, ou seja, momento em que a informação é detectada no sistema nervoso pelas estruturas sensoriais e levada ao cérebro. A consolidação se refere ao armazenamento da informação, já a evocação é a recordação, ou seja, a lembrança daquilo que foi aprendido em um momento anterior. Sendo a informação conceituada como qualquer evento passivo de ser processado pelo sistema nervoso, podendo ser um fato, uma experiência pessoal ou um objeto (MOURÃO JÚNIOR; FARIA, 2015).

Os tipos de memória são conceituados desde o século XIX. Para Lent (2010) a memória é diferenciada de acordo com duas características: o tempo de armazenamento, que se subdivide em ultrarrápida, curto prazo e longo prazo, e quanto à natureza da memória que se subdivide em explícita, implícita e de trabalho. As memórias podem apresentar naturezas diferentes, podendo ser classificadas como memória sensorial, memória de trabalho e memória de longo prazo, estas são operadas por diferentes regiões cerebrais e mecanismos (MOURÃO JÚNIOR; FARIA, 2015). A seguir iremos conhecer brevemente esses três tipos de memória.

3.3.1 Memória sensorial

A memória sensorial é a memória obtida através dos estímulos visuais, auditivos, gustativos, olfativos, táteis ou proprioceptivos. De natureza elétrica, ou seja, isso significa que as informações não produzem alterações morfológicas nem funcionais nos neurônios envolvidos no processo. Essas informações ficam disponíveis somente enquanto os neurônios disparam potenciais elétricos. Tendo como características: 1. As informações são captadas pelos sentidos; 2. É ultrarrápida; 3. Apesar de ultrarrápida, apresenta maior capacidade que a memória

de trabalho; 4. Pré-consciente; 5. Não produz alterações morfológicas ou funcionais nas sinapses. São exemplos de memória sensorial, a memória visual e a memória auditiva (MOURÃO JÚNIOR; FARIA, 2015).

3.3.2 Memória de trabalho

Os estudos a respeito da memória de trabalho ainda são recentes, surgindo a partir de 1960. Gerencia as informações que estão no cérebro, de duração ultrarrápida, pois só nos permite armazenar a informação enquanto esta está sendo utilizada, ou seja, enquanto estamos precisando da informação conseguimos guardá-la, após ela não nos ser mais útil é descartada. Outra função da memória de trabalho é comparar informações armazenadas com as novas informações (MOURÃO JÚNIOR; FARIA, 2015; MOURÃO JÚNIOR; MELO, 2011).

3.3.3 Memória de longa duração

A memória de longa duração armazena as informações por extensos períodos de tempo, também chamada de memória remota. Tem como principal característica a capacidade de guardar a informação por tempo indeterminado, mas é necessário reforçar a memória com os anos. Dividida em memória declarativa que corresponde às memórias acessíveis a nossa consciência, sendo trazida à tona através das palavras, e pela memória não declarativa, esta por sua vez, não pode ser acessada pelas palavras, mas sim por meio das ações. Estas se encontram no subconsciente (PINTO, 2001; MOURÃO JÚNIOR; FARIA, 2015).

3.4 A função executiva

Na perspectiva de Mourão Júnior e Melo (2011) a função executiva pode ser denominada como um sistema gerenciador, que tem como atributo organizar uma sequência de ações a fim de atingir um objetivo definido. Mediante isso a função executiva está relacionada com a flexibilidade cognitiva e tomada de decisão, além de controle inibitório e memória de trabalho, juntos são fatores determinantes para o êxito escolar, pois são responsáveis pelo raciocínio, planejamento e resolução de problemas (MOURÃO JÚNIOR; MELO, 2011; DIAMOND, 2013).

A flexibilidade cognitiva está relacionada à capacidade de ajustar-se a novas situações quando o objetivo esperado não for alcançado, capacidade de mudar o pensamento que temos sobre algo. A memória de trabalho é subdividida em verbal e não-verbal (visual-espacial), é caracterizada por reter a informação, de maneira que esta seja útil de forma imediata. É essencial para o entendimento de situações ao longo do tempo, pois requer o resgate do que aconteceu antes para então relacionar com situações futuras (DIAMOND, 2013).

O controle inibitório é considerado como a característica da função executiva de maior relevância, pois representa a capacidade de inibição de tomadas de decisões e respostas reativas, faz parte do controle emocional e na forma como a pessoa reage e se comporta diante de situações adversas, nos permitindo pensar antes de reagir. Integrando ainda a atenção seletiva, pois provoca a autodisciplina e inibe a atenção a outros estímulos (DIAMOND, 2013).

Mourão Júnior e Melo (2011) ainda destacam que são os módulos corticais localizados nos lobos frontais direito e esquerdo que são responsáveis pelas funções executivas. A função dos lobos frontais é chamada de função executiva por ser metacognitiva, ou seja, ela não está relacionada única e exclusivamente com nenhuma habilidade mental específica e sim abrange todas elas.

A função executiva é essencial em vários aspectos do comportamento humano, sendo requerida nas decisões pessoais, interações sociais e envolve aspectos como motivação e desejo (DIAMOND, 2013; CORSO et al., 2013). Influencia o surgimento da capacidade da criança entender quando deve aplicar o conhecimento, percebendo a hora de agir, quando esta ação for mais apropriada, além de proporcionar um planejamento eficaz, auxilia na manutenção da atenção, fazendo com que a criança permaneça na tarefa sem se distrair (TOMPOROWSKI, et al., 2008).

3.5 A aprendizagem

A aprendizagem nada mais é do que a aquisição das novas informações que vão ser retidas na memória. Diferente da memória, sendo esta o processo de arquivamento seletivo dessas informações, que serão evocadas sempre que necessário (LENT, 2010; PINTO, 2001). Também pode ser definida como a modificação de um comportamento, esta modificação ocorre em resposta a uma

pressão exercida pelo meio (MOURÃO JÚNIOR; MELO, 2011).

Podemos identificar duas modalidades de aprendizagem, sendo estas: a aprendizagem não associativa e a aprendizagem associativa. A primeira se subdivide em habituação e sensibilização. A forma não associativa de aprendizagem depende da repetição, sendo utilizada como uma estratégia empregada para memorizar algo. Já a aprendizagem associativa, podendo ser o condicionamento clássico que é a associação entre dois estímulos e o condicionamento operante que se caracteriza pela associação entre um estímulo e a resposta comportamental (LENT, 2010; MOURÃO JÚNIOR; MELO, 2011).

Na infância, o processo de aprendizagem se dar por meio da apropriação dos conteúdos da experiência humana, no qual a criança observa o grupo social em que está inserida e absorve deste meio as informações. Destarte, para que haja o processo de aprendizagem é imprescindível a interação com o outro, mais especificamente com adultos e crianças mais experientes (SIMÕES NETO et al., 2018).

A aprendizagem dá-se devido a mecanismos cerebrais subjacentes às funções cognitivas, tais como atenção, memória e processamento das informações e linguagem. De acordo com Lent (2010) há um período crítico também chamado de janelas de oportunidades de desenvolvimento do cérebro e da sua plasticidade, esse período se daria na primeira infância até os 10 anos de idade. Mediante isso, conclui-se que é na infância o período de maior plasticidade cerebral e esse processo não tem fim, após esse período há um declínio considerável em tais funções resultante do processo de crescimento e envelhecimento.

4 EXERCÍCIO FÍSICO E COGNIÇÃO

O exercício físico proporciona benefícios nas habilidades cognitivas e nas regiões cerebrais pré-frontal e temporal, além de aumentar o volume de massa cinza e substância branca no córtex pré-frontal de adultos mais velhos, sabe-se que a redução de tais substâncias estão diretamente ligadas ao declínio cognitivo (ERICKSON, et al., 2011; HILLMAN; ERICKSON; KRAMER, 2008; PLOUGHMAN, 2008). O treinamento aeróbico traz melhorias na atenção, velocidade de processamento de informações, processos envolvidos na solução de problemas complexos (ANTUNES et al., 2006) memória e função executiva (HILLMAN;

CASTELLI; BUCK, 2005; BEST, 2010).

Conforme Gómez (2017) o exercício proporciona efeitos positivos nas tarefas cognitivas de adolescentes por intermédio da conexão neural existente entre cerebelo e córtex frontal, para ele, exercícios de coordenação bilateral atuam na cognição de forma que seus efeitos são perceptíveis através de curtas sessões, sendo o exercício de coordenação bilateral responsável por ativar partes do cérebro ligadas a funções como a atenção.

Castelli et al., (2007) em um estudo experimental, relaciona a aptidão física de forma positiva com o desempenho acadêmico em crianças da terceira e quintas séries, população participante do seu estudo. Os resultados foram favoráveis quanto aos indivíduos que possuem boa aptidão cardiorrespiratória aparentemente obtém melhores desempenhos no raciocínio matemático e leitura. A atividade física proporciona melhoras significativas nas áreas cerebrais responsáveis pela cognição, conseqüentemente o desempenho acadêmico é afetado positivamente (LIMA et al., 2018).

Em outra amostra foi comparado o desempenho da estimulação motora sobre a função executiva e atenção de crianças entre 6 e 10 anos de idade de duas escolas públicas do Distrito Federal, foi realizada uma intervenção com duas aulas de Educação Física por semana com duração de 50 minutos cada, durante sete meses. Após a intervenção constatou-se melhoras expressivas no teste de função executiva e atenção seletiva, aprimorando o raciocínio e diminuindo assim o tempo na solução de problemas (CARDEAL, et al., 2013).

São utilizadas técnicas de neuroimagem como ERP (*event-related brain potentials*) e ressonância nuclear magnética estrutural e funcional para examinar a relação existente entre o exercício físico e a cognição (HILLMAN; ERICKSON; KRAMER, 2008) além de testes de memória como o de habituação em campo aberto, reconhecimento de objetos e o teste de memória espacial, por exemplo, o labirinto aquático de Morris, em que os ratos têm que lembrar da localização de uma plataforma submersa, são utilizados em animais para avaliar a relação exercício e cognição (PLOUGHMAN, 2008).

Pesquisas em animais abordam fortemente os efeitos positivos do exercício na cognição, tendo como referência a atividade aeróbica na melhora da aprendizagem e aquisição de tarefas. Com a atividade a secreção de neuroquímicos associados com a plasticidade sináptica tem sua produção aumentada, permitindo o

desenvolvimento de nova estrutura neuronal (HILLMAN; ERICKSON; KRAMER, 2008). Estes autores ainda sugerem que a pesquisa realizada em animais é mais eficaz quanto ao fornecimento de dados relativos aos efeitos do exercício no sistema nervoso. É comprovado que em modelos animais a atividade física aumenta a memória e a aprendizagem, promovendo a neurogênese, criando assim uma barreira protetora contra lesões e doenças neurodegenerativas (PLOUGHMAN, 2008).

Sabe-se que os benefícios do exercício físico são agudos e crônicos (MEREGE FILHO, et al., 2014; HILLMAN et al., 2009). O exercício agudo promove uma resposta neuroquímica imediata promovendo uma melhora na cognição, já o exercício crônico induz alterações morfológicas nas regiões cerebrais críticas ao aprendizado (BEST, 2010; SIMÕES NETO, et al., 2018). Os mecanismos fisiológicos que diretamente agem no aumento da velocidade de processamento cognitivo, seriam a melhora na circulação cerebral e alteração na síntese e degradação de neurotransmissores (OLIVEIRA, et al., 2011). Além desses mecanismos diretos, outros como a diminuição da pressão arterial, decréscimo dos níveis de LDL e triglicérides no plasma sanguíneo e inibição da agregação plaquetária agem indiretamente (OLIVEIRA et al., 2011; ANTUNES, et al., 2006; MEREGE FILHO et al., 2014).

O exercício físico causa o aumento do fluxo sanguíneo cerebral e conseqüentemente aumenta o oxigênio e demais substratos energéticos, aumentando a atividade de neurotransmissores, o que acarreta na melhora cognitiva, e essa melhora é resultante da atuação do exercício na ativação de catecolaminas cerebrais, facilitando assim a sua entrada através da barreira hematoencefálica (ANTUNES et al., 2006; MEREGE FILHO et al., 2014).

Efeitos do estresse oxidativo sobre o sistema nervoso central, essa hipótese trabalha com o fato de que a prática de exercício aeróbico pode aumentar a atividade de enzimas antioxidantes, o que acarreta no aumento da capacidade de defesa contra os danos provocados por espécies reativas de oxigênio (OLIVEIRA et al., 2011; SIMÕES NETO et al., 2018).

O exercício em si aumenta as concentrações de norepinefrina e seus precursores. Após uma sessão aguda de exercício observa-se elevação nas concentrações de serotonina e B-endorfinas. Estudos realizados em roedores evidenciaram que a elevada concentração plasmática de norepinefrina está

associada com uma melhor memória e que a atividade física regular influencia na plasticidade cerebral (ANTUNES et al., 2006; OLIVEIRA et al., 2011; MEREGE, et al., 2014).

Estudos apontam que a função executiva, isto é a capacidade de planejamento, iniciação e execução de determinada atividade com objetivo definido, além de autocontrole em crianças é promovida gradativamente por exercícios aeróbicos tanto crônicos quanto agudos (BEST, 2010). Em seu artigo Best (2010) relata que o exercício aeróbico de intensidade moderada e vigorosa está relacionado com a melhora da cognição, mais precisamente da função executiva. O exercício modula sistemas de apoio para manutenção cerebral e plasticidade, incluindo a neurogênese, aumento do metabolismo do sistema nervoso central e angiogênese.

A melhora nas tarefas cognitivas como percepção, memória e aprendizado proveniente do exercício pode ser resultado de fatores de crescimento neural como o BDNF, ou a outros estimuladores neurogênicos que atuam na manutenção cerebral e plasticidade neural. Níveis séricos elevados de BDNF promovem aumento do volume hipocampal, ocorrendo assim melhora em tais tarefas (ANTUNES et al., 2006; ERICKSON et al., 2011; FERRARI et al., 2014).

O BDNF atua na mediação dos benefícios em longo prazo do exercício físico no cérebro (COTMAN; BERCHTOLD, 2002). Além do BDNF, o fator de crescimento semelhante à insulina (IGF-1) e o fator de crescimento endotelial vascular (VEGF) também estão aptos a explicar os benefícios do exercício crônico na cognição (MEREGE FILHO et al., 2014; COTMAN; BERCHTOLD; CHRISTIE, 2007).

4.1 Fator de crescimento derivado do cérebro – BDNF

O BDNF é um neurotrófico e neuroprotetor, considerado a principal neurotrofina do cérebro, produzido pela glia e pelos núcleos neuronais (FERNANDES, 2009). As neurotrofinas são proteínas mediadoras da sobrevivência neuronal e responsáveis por promover a diferenciação durante o desenvolvimento neuronal. Os achados indicam que essas proteínas mantêm a viabilidade de neurônios em adultos, protegem e restauram neurônios em resposta a lesões e envelhecimento (PLOUGHMAN, 2008). Post (2007), Alves (2012), Cotman e Berchtold (2002) sugerem que o BDNF tem papel fundamental no desenvolvimento do sistema nervoso, plasticidade sináptica, memória e aprendizagem e modulação

da depressão.

Níveis insuficientes de BDNF no cérebro podem está associados com prejuízos na cognição, mau funcionamento da memória e crises depressivas. O exercício físico agudo aumenta as concentrações de BDNF por todo o cérebro, havendo maior relevância no hipocampo, região que está relacionada ao aprendizado e memória (FERNANDES, 2009; COTMAN; BERCHTOLD, 2002). O BDNF é essencial para a formação e maturação neuronal durante a fase fetal, quando adulto seu papel é crucial para a consolidação da memória episódica, sua produção é elevada até os 40 anos aproximadamente, após essa fase sua produção sofre declínio (POST, 2007).

4.2 Os hormônios IGF-1 e VEGF

O IGF-1 é um potente fator de sobrevivência para os neurônios, também participa do crescimento neuronal e diferenciação no cérebro. O IGF-1 modula os níveis de acetilcolina no hipocampo, sabe-se do importante papel da acetilcolina no desenvolvimento das funções do sistema nervoso central (MEREGE et al., 2014). Tido também como um regulador do gene BDNF, neurogênese e da capacidade do exercício em proteger o cérebro de lesões (COTMAN; BERCHTOLD, 2002).

A injeção sistêmica de IGF-1 estimula a angiogênese no cérebro (HILLMAN; ERICKSON; KRAMER, 2008). É comprovado que os níveis de IGF-1 aumentam após os exercícios físicos e esse aumento é evidente tanto no cérebro como na periferia, e conseqüentemente essa elevação no cérebro é resultante do transporte feito da periferia por meio da barreira hematoencefálica (COTMAN; BERCHTOLD, 2002).

O VEGF é um fator de crescimento envolvido na formação de novos vasos sanguíneos em áreas cerebrais como o córtex, cerebelo e hipocampo (HILLMAN, ERICKSON; KRAMER, 2008). Tendo seu papel único na angiogênese cerebral, esta faz parte dos fatores responsáveis pela aquisição de memória e aprendizagem em ratos (MEREGE FILHO, et al., 2014), tendo característica neuroprotetora é capaz de reduzir a lesão neural hipóxica e isquêmica, além de estimular a neurogênese no cérebro adulto (JIN et al., 2002). Sendo que 30 minutos de exercícios diários em esteiras num período de três semanas foram suficientes para aumentar a expressão de VEGF no cérebro de ratos.

Em resumo, infere-se que melhoras nas funções cognitivas são observadas a partir de uma única sessão de exercício físico aeróbico, este promove aumento do fluxo sanguíneo, que redistribui o sangue dando suporte à demanda energética das aéreas cerebrais, aonde é ofertada maior quantidade de substratos energéticos, maior síntese e utilização de neurotransmissores sinápticos, além de estimular aumento nos fatores de crescimento neural como o BDNF, IGF-1 e VEGF promovendo aumento na neurogênese, angiogênese e sinaptogênese, tendo como efeitos em longo prazo a manutenção das funções cerebrais e plasticidade sináptica regulando a aprendizagem, memória e funções executivas (MEREGE FILHO et al., 2014; ANTUNES et al., 2006; COTMAN; BERCHTOLD, 2002).

5 EXERCÍCIO FÍSICO E FUNÇÕES EXECUTIVAS

Os resultados dos principais estudos revelam que o exercício aeróbico agudo, de intensidade vigorosa melhora a função executiva, o desempenho pós exercício agudo depende da intensidade. Os achados em que foram utilizadas baixa intensidade, <50% da frequência cardíaca máxima (FCmáx), demonstraram efeitos negativos, enquanto intensidades maiores a 64% da FCmáx tiveram efeitos positivos sobre o desempenho das funções executivas. Existem diferenças quanto aos mecanismos do exercício físico agudo e crônico na atuação da função executiva (BROWNE, 2015; TOMPOROWSKI, et al., 2008; TOMPOROWSKI, 2003).

As tarefas mais utilizadas para testar os efeitos do exercício agudo na cognição são aquelas que medem as funções do córtex pré-frontal, incluindo tarefas de atenção e percepção que englobam principalmente o tempo de reação, tomada de decisão e as tarefas de memória operacional verbal e visual, influenciando o pensamento e comportamento (DONELLY et al., 2016). De acordo com Browne (2015) o exercício aeróbio vigoroso promove melhora aguda na capacidade das funções executivas em adolescentes, o efeito do exercício no controle inibitório está associado com o estágio puberal e idade cronológica e esses benefícios são mais visíveis no início da adolescência.

Devido à função executiva ser considerada uma cognição de ordem superior, os achados sugerem que o exercício aeróbico não influencia nos processos cognitivos perceptivos ou automáticos de nível inferior, mas exerce influência nas habilidades cognitivas complexas, estas permitem o comportamento de maneira

adaptativa e direcionada aos objetivos (BEST, 2010).

Conforme Best (2010) o desenvolvimento cognitivo e neural prolongado está apto a explicar por que a função executiva das crianças é sensível aos efeitos do exercício físico aeróbico, devido à imaturidade tanto da função executiva quanto dos circuitos neurais subjacentes no final da infância perpetuando até a adolescência, sendo assim, determinadas experiências facilitam seu desenvolvimento, obtendo melhoras temporárias no seu funcionamento.

Existem três vertentes pelos quais o exercício aeróbico pode facilitar a função executiva em crianças. Sendo a primeira relacionada às demandas cognitivas inerentes à estrutura de exercícios direcionados e envolventes que trabalham com os jogos de grupos aeróbicos, além de esportes que envolvam cognição complexas, tais como cooperação, antecipação, estratégias e adaptação. A condição de jogos em grupos possibilitou uma ativação cognitiva mais específica, promovendo aumento na recordação imediata, corroborando para um melhor desempenho da memória. Tal ativação cognitiva específica provavelmente se deu por meio da maior oportunidade de interação social e da necessidade de aplicar as habilidades motoras de maneira estratégica (BEST, 2010; PESCE et al., 2009).

Os efeitos na cognição e cérebro são resultantes da interferência contextual que proporciona efeitos robustos na retenção e transferência de habilidades, ainda, jogos estratégicos recrutam processos cognitivos análogos a função executiva, sendo possível que habilidades cognitivas adquiridas durante os jogos aeróbicos sejam transferidas para tarefas da função executiva. Uma vez que os jogos aeróbicos e tarefas da função executiva requerem maneiras de pensar e habilidades cognitivas similares, pode-se evidenciar a participação em jogos cognitivamente complexos, mas sedentários trazem benefícios a função executiva em crianças (BEST, 2010).

A segunda hipótese diz respeito a demandas cognitivas inerentes a coordenação de tarefas motoras complexas, sendo esta relacionada com jogos grupais, além de trabalhar tarefas motoras complexas como a coordenação bimanual e aprendizagem de habilidades motoras. As interferências cognitivas derivam do aumento na aprendizagem de tarefas motoras, ativação do córtex pré-frontal no momento da execução da tarefa e alterações fisiológicas no hipocampo e cerebelo (BEST, 2010; BUDDE et al., 2008).

Budde et al., (2008) em um desenho experimental no qual examinou a

interferência de diferentes tipos de exercício na cognição de adolescentes com idades entre 13 e 16 anos, estes foram submetidos a sessões de exercício coordenado bimanual desafiador e sessões de exercício não coordenativo. O exercício desafiador envolveu tarefas complexas de coordenação bimanual, enquanto o exercício não coordenativo envolveu movimentos motores repetitivos. Diante disso, observou-se melhoras na precisão da tarefa, melhorando o tempo de conclusão e atenção seletiva no grupo de exercício desafiador em comparação com o grupo submetido a exercícios mais simples.

E um terceiro campo de estudo remete as alterações fisiológicas no cérebro induzidas pelo exercício físico, ainda os jogos de grupo aparecem juntamente com o exercício aeróbico repetitivo, como a corrida, resultando assim na neurogênese hipocampal e angiogênese, elevação do volume sanguíneo cerebral, regulação de fatores de crescimentos neurais e neurotrofinas, acarretando no aprimoramento da aprendizagem e memória (BEST, 2010).

Davis et al., (2007) disponibiliza informações mais concretas quanto a sensibilidade da função executiva ao treinamento aeróbico crônico, crianças com sobrepeso, com idades aproximadamente entre 7 e 11 anos foram submetidas a uma intervenção aeróbica de jogos em grupos, como por exemplo, o basquetebol adaptado e futebol. Como se esperava o treinamento aeróbico influenciou tarefas que exigem a função executiva, especificamente o planejamento, além de promover um efeito positivo no aproveitamento da matemática e aumento da ativação do córtex pré-frontal.

Browne (2015) investigou o efeito agudo do exercício aeróbico vigoroso em um grupo de 20 púberes, através de um ensaio clínico controlado e randomizado. Como resposta foi concluído que esse tipo de exercício melhora o desempenho das funções executivas, contribuindo no processo de aprendizagem. O estudo foi conduzido em uma zona de intensidade entre 65 a 75% da frequência cardíaca de reserva, esta é indicada para adolescentes e induz os mecanismos fisiológicos que são responsáveis pela melhora na cognição.

Em síntese, foi possível observar que a função executiva é favorecida com o exercício físico agudo e crônico, sendo o córtex pré-frontal ativado quando exposto a exercícios aeróbicos como a corrida e jogos em grupo que trabalham processos cognitivos complexos como a cooperação, antecipação, estratégia e adaptação. Sendo que as habilidades adquiridas em situações de jogos aeróbicos podem ser

transferidas para tarefas da função executiva. Composta pela inibição, memória de trabalho e flexibilidade cognitiva, sendo esses processos responsáveis pelo raciocínio, planejamento e resolução de problemas são afetados positivamente com o exercício físico. Importante ressaltar que exercícios que exijam maior engajamento cognitivo tenham um efeito mais forte na função executiva do que exercícios mais simples, com menor comprometimento cognitivo.

CONCLUSÃO

Tendo como objetivo deste trabalho caracterizar a relação entre exercício físico e cognição em crianças e adolescentes, é possível concluir que são evidentes os efeitos positivos do exercício nos diversos componentes que integram a cognição, sendo estes a atenção, aprendizagem, memória e com efeitos expressivos principalmente na função executiva, aonde foram encontradas evidências suficientes de alterações no controle inibitório, planejamento, tempo de reação e tomada de decisão, constatando que crianças e adolescentes que possuem melhores desempenhos nas funções executivas apresentam melhores habilidades acadêmicas com bons desempenhos no raciocínio e leitura.

Desta forma, a prática regular de exercício físico se torna uma alternativa não medicamentosa para a melhora das funções cognitivas de crianças e adolescentes, além de promover benefícios físicos. A intensidade do exercício também se mostrou importante, os resultados positivos foram encontrados em intensidade moderada a vigorosa. Contudo, ainda são necessários estudos mais aprofundados na área para estabelecer com maior precisão os efeitos do exercício físico na cognição.

REFERÊNCIAS

- ALVES, M. M. O. **Níveis séricos de fator neurotrófico derivado do cérebro, ocitocinas, biomarcadores periféricos de estresse oxidativo e testes cognitivos em pacientes com leucemia linfoblástica aguda na infância e na adolescência.** 2012. 127 f. Tese (Doutorado em saúde da criança e do idoso) - Faculdade de Medicina, Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre, 2012.
- ANTUNES, H. K. M. et al. T. Exercício físico e função cognitiva: uma revisão sistemática. **Revista Brasileira de Medicina do Esporte**, v. 12, n. 2, p. 108-114, Mar./Abr., 2006.
- BEST, J. R. Effects of physical activity on children's executive function: Contributions of Experimental Research on Aerobic Exercise. **Developmental Review**, [S.l.], v.30, n.4, p.331-551, Dec. 2010.
- BROWNE, R. A. V. **Efeito agudo do exercício aeróbio vigoroso sobre as funções**

executivas em adolescentes. 2015. 90 f. Dissertação (Mestrado em Educação Física) Programa de pós-graduação em educação física, Universidade Federal do Rio Grande do Norte-UFRN, Natal, 2015.

BUDDE, H. et al. Acute coordinative exercise improves attentional performance in adolescents. **Neuroscience Letters**, v. 441, n. 2, p. 219-223, June 2008.

CARDEAL, C. M. et al. Efeito de um programa escolar de estimulação motora sobre desempenho da função executiva e atenção em crianças. **Motricidade**, [S.l.], v. 9, n.3, p.44-56, Mai. 2013.

CASTELLI, D. M. et al. Physical fitness and academic achievement in third-and fifth-grade students. **Journal of Sport & Exercise Psychology**, Urbana, IL, v. 29, p. 239-252, 2007.

COLCOMBE, S.; KRAMER, A. F. Fitness effects on the cognitive function of older adults: A meta-analytic study. **Psychological Science**, v. 14, n. 2, p. 125-130, Mar. 2003.

COTMAN, C. W; BERCHTOLD, N. C. Exercise: a behavioral intervention to enhance brain health and plasticity. **Trends in Neurosciences**, v. 25, n. 6, p. 295-301, June 2002.

COTMAN, C. W.; BERCHTOLD, N. C.; CHRISTIE, L. Exercise builds brain health: key of growth factor cascades and inflammation. **Trends in Neurosciences**, v. 30, n.9, p.464-471, Aug., 2007.

CORSO, H. V. et al. Metacognição e funções executivas: relações entre os conceitos e implicações para a aprendizagem. **Revista Psicologia: Teoria e Pesquisa**, Brasília, v. 29, n.1, p. 21-29, Jan./Mar. 2013.

DAVIS, C. L. et al. Effects of aerobic exercise on overweight children's cognitive functioning: a randomized controlled trial. **Res Q Exercise Sport**, v. 78, n. 5, p. 510-519, Dec. 2007.

DIAMOND, A. Executive Functions. **Annual Review of Psychology**, [S.l.], v. 64, p. 135-168, Jan. 2013.

DONELLY, J. E. et al. Physical Activity, Fitness, Cognitive Function, and Academic Achievement in Children: A Systematic Review. **Medicine Science Sports Exercise**,

v. 48, n. 6, p. 1197-1222, June 2016.

ERICKSON, K. I. et al., Exercise training increases size of hippocampus and improves memory. **Proc Natl Acad Sci EUA**, San Diego, CA. v. 108, n. 7, p. 3017-3022, Feb. 2011.

FERRARI, G. L. M. et al. Associação da aptidão física e desempenho acadêmico de escolares. **Rev. Bras. Ciência e Movimento**, v. 22, n. 4, p. 37-46, 2014.

FERNANDES, B. S. **Fator neurotrófico derivado do cérebro (BDNF) no transtorno bipolar: uma metanálise**. 2009. 104 f. Dissertação (Mestrado em Psiquiatria), Programa de Pós-graduação em Ciências Médica: Psiquiatria, Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre, 2009.

GOMEZ, M. C. **Impacto em el proceso cognitivo de la atención, de un programa de actividad física basado em exergames, en escolares entre 13 y 16 años en Bogotá**. 96 f. Tese (Magister em Actividade Física para la Salud), Universidade Santo Tomas, Bolgotá, CO, 2017.

GUEDES, D. P; GRONDIN, L. M. V. Percepção de hábitos saudáveis por adolescentes: associação com indicadores alimentares, prática de atividade física e controle de peso corporal. **Revista Brasileira de Ciências do Esporte**, Campinas, v. 24, n. 1, p. 23-45. set. 2002.

HALLAL, P. C. **O estudante fisicamente ativo aprende melhor**. O Globo. 30 de setembro de 2016. Disponível em <<https://oglobo.globo.com/sociedade/o-estudante-fisicamente-ativo-aprende-melhor-defende-especialista-em-saude-publica-20204851>>. Acesso em: 17 ago. 2017.

HALLAL, P. C. et al. Global physical activity levels: surveillance progress, pitfalls, and prospects. **The Lancet**, v. 380, 2012.

HALLAL, P. C. et al. Early determinants of physical in adolescence: prospective birth cohort study. **The BMJ**, Pelotas, v. 332, n. 1002, p. 1-6, Apr. 2006.

HILLMAN, C. H.; PONTIFEX, M.; THEMANSO J. R. **Acute aerobic exercise effects on event-related brain potentials**. In: MORRIS, T.; TOMPOROWSKI, P. D.; AUDIFFREN, M. Exercise and cognitive function (p. 161-178). Indianapolis: Wiley Publications, 2009.

HILLMAN, C. H.; CASTELLI, D. M.; BUCK, S. M. Aerobic fitness and neurocognitive function in healthy preadolescent children. **Medicine Science Sports Exercise**, v. 41, n.11, p. 1967-1974, June 2005.

HILLMAN, C. H.; ERICKSON, K. I.; KRAMER, A. F. Be smart, exercise your heart: exercise effects on brain and cognition. **Nature Reviews Neuroscience**, [S.l.], v. 9, p. 58-65, Jan. 2008.

IBGE, **Projeção da população do Brasil por sexo e idade 2000-2060**. Revisão 2013. Disponível em:

<https://ww2.ibge.gov.br/home/estatistica/populacao/projecao_da_populacao/2013/default.shm> Acesso em: 29 abr. 2019.

JIN, K. et al. Vascular endothelial growth factor (VEGF) stimulates neurogenesis in vitro and in vivo. **Proceedings of the National Academy of Sciences of the U S A**, v. 3, n. 99, p. 11946-11950, Sept. 2002.

KRAMER, A. F.; ERICKSON, K. L.; COLCOMBE, S. J. Exercise, cognition, and the aging brain. **Journal of Applied Physiology**, [S.l.], v. 101, n.4, p. 1237-1242, June 2006.

LENT, R. **Cem bilhões de neurônios? Conceitos fundamentais de neurociências**. 2 ed. São Paulo: Atheneu, 2010.

LIMA, J. S. et al. Associação entre prática de exercício físico e desempenho acadêmico de estudantes chilenos do ensino fundamental e médio. **Revista Brasileira de Ciências do Esporte**, Mar. 2018.

MCARDLE, W. D.; KATCH, F. I.; KATCH, V. L. **Fisiologia do exercício: energia, nutrição e desempenho humano**. 5 ed. Rio de Janeiro: Guanabara Koonga, 2003.

MELLO, M. T. et al. O exercício físico e os aspectos psicobiológicos: artigo de revisão. **Revista Brasileira de Medicina do Esporte**, Niterói, v. 11, n. 3, p. 203-207, Mai./Jun. 2005.

MEREGE FILHO, C. A. A. et al. Associação entre o nível de atividade física de lazer e o desempenho cognitivo em crianças saudáveis. **Revista Brasileira de Educação Física e Esporte**, São Paulo, v. 27, n.3. p. 355-361, Jul./Set. 2013.

MEREGE FILHO, C. A. A. et al. Influência do exercício físico na cognição: uma

atualização sobre mecanismos fisiológicos. **Revista Brasileira Medicina do Esporte**, São Paulo, v. 20, n. 3, p. 237-241, Mai./Jun. 2014.

MOURÃO JÚNIOR, C. A.; MELO, L. B. R. Integração de três conceitos: função executiva, memória e aprendizado. **Revista Psicologia: Teoria e Prática**, Brasília, v. 27, n. 3, p. 309-314, Jul./set. 2011.

MOURÃO JÚNIOR, C. A.; FARIA, N. C. Memória. **Revista Psicologia: reflexão e crítica**, Juiz de Fora, MG, v. 28, n.4, p. 780-788, 2015.

NASCIMENTO, T. A. et al. Associação entre aptidão física com atenção visual e desempenho acadêmico em crianças saudáveis. **Conscientia e Saúde**, Recife, PE, v. 17, n. 2, p.171-178, Mai. 2018.

OLIVEIRA, E. N. et al. Benefícios da atividade física para a saúde mental. **Revista Saúde Coletiva**, v. 8, n. 50, p. 126-130, 2011

PESCE C. et al. Physical activity and mental performance in preadolescents: Effects of acute exercise on free-recall memory. **Mental Health and Physical Activity**, v. 2, n. 1, p. 16–22, June 2009.

PINTO, A. C. **Memória, cognição e educação**: implicações mútuas. In B. Detry e F. Simas (coords). *Educação, cognição e desenvolvimento*. Lisboa: Ednova, p.17-54, 2001.

PLOUGHMAN, M. Exercise is brain food: The effects of physical activity on cognitive function. **Developmental Neurorehabilitation**, [S.l.], v. 11, n.3, p. 236-240, Jul. 2008.

POST, R. M. Role of BDNF in bipolar and unipolar disorder: clinical and theoretical implications. **Journal of Psychiatry Research**, [S.l.], v.41 n.12, p. 979-990, Dec. 2007.

RIVERA, I. R. et al. Atividade física, horas de assistência à tv e composição corporal em crianças e adolescentes. **Arquivos Brasileiros de Cardiologia**, São Paulo, v. 95, n.2, p.159-165, Jun. 2010.

SANTOS, F. H. **Funções executivas**. In: ANDRADE, V. M.; SANTOS, F. H.; BUENO, O. F. A. *Neuropsicologia Hoje*. São Paulo: Artes Médicas, p. 125-134, 2004.

SIMÃO, A. N. P. et al. Comparação do desempenho de estudantes em instrumentos de atenção e funções executivas. **Revista Psicopedagogia**, Campinas, SP. v. 27, n. 83, p. 171-180, Ago. 2010.

SIMÕES NETO, J. C. et al. Associação entre o nível de atividade física e desempenho cognitivo em crianças. **Id on Line Revista Multidisciplinar e de Psicologia**, v. 12, n.39, p. 713-735, Jan. 2018.

SIMÕES, P. M. U. Análise de estudos sobre atenção publicados em periódicos brasileiros. **Revista Quadrimestral da Associação Brasileira de Psicologia Escolar e Educacional**, São Paulo, v. 18, n. 2, p. 321-330, Mai./Ago. 2014.

TANDON, P. S. et al. Home environment relationships with children`s physical activity sedentary time, and screen time by socioeconomic status. **International Journal of Behavioral Nutrition and Physical Activity**, [S.l.], v. 9, n.88, p.1-9, July 2012.

TOMPOROWSKI, P. D. Effects of acute bouts of exercise on cognition. **Acta Psychological**, [S.l.], v. 112, p. 297– 324, Oct. 2003

TOMPOROWSKI, P. D. et al. Exercise and children`s intelligence, cognition, and academic achievement. **Educ. Psychol Ver**, v. 20. n. 2. p. 111-131, 2008.

TASSITANO, R. M. et al. Atividade física em adolescentes brasileiros: uma revisão sistemática. **Revista Brasileira de Cineantropometria e Desempenho Humano**. Recife, PE, v. 9 n.1, p. 55-60, Mar. 2007.

UNICEF – **Situação mundial da infância 2015**: reimagine o futuro: inovação para cada criança. Disponível em: <<http://sowc2015.unicef.org/report/part-1/>> Acesso em: 17 abr. de 2019.

WHO - WORLD HEALTH ORGANIZATION. **Global recommendations on physical activity for health**. 2011. Disponível em <<https://www.who.int/dietphysicalactivity/physical-activity-recommendations-5-17years.pdf>>. Acesso em 17 ago. de 2017.