

A influência do desjejum e do exercício físico na cognição de escolares: uma revisão

The influence of breakfast and physical exercise on cognition in schoolchildren: a review

La influencia del desayuno y ejercicio físico en la cognición de los niños: una revisión

Gustavo Lira Guedes¹, Jéssica Mycaelle da Silva Barbosa², Claudia Dias Leit³, Raiane Maiara dos Santos Pereira⁴, Carmen Sílvia Grubert Campbell⁵, Isabela Almeida Ramos⁶

1. Professor de Educação Física. Mestrando do Programa de Pós-Graduação em Educação Física da Universidade Católica de Brasília – PPGEF - UCB, Brasília-DF, Brasil. <https://orcid.org/0000-0001-5259-0098>

2. Nutricionista. Egressa do curso de nutrição da Universidade Católica de Brasília - UCB, Brasília-DF, Brasil. <https://orcid.org/0000-0002-5421-9732>

3. Fisioterapeuta. Doutoranda do Programa de Pós-Graduação em Educação Física da Universidade Católica de Brasília – PPGEF - UCB, Brasília-DF, Brasil. <https://orcid.org/0000-0002-8062-7916>

4. Professora de Educação Física, Doutora. Pós-doutoranda do Programa de Pós-Graduação em Educação Física da Universidade Católica de Brasília – PPGEF - UCB, Brasília-DF, Brasil. <https://orcid.org/0000-0001-9483-2518>

5. Professora de Educação Física, Doutora. Docente do Programa de Pós-Graduação em Educação Física da Universidade Católica de Brasília – PPGEF - UCB, Brasília-DF, Brasil. <https://orcid.org/0000-0001-5946-7180>

6. Professora de Educação Física, Doutora. Docente do Programa de Pós-Graduação em Educação Física da Universidade Católica de Brasília – PPGEF - UCB, Brasília-DF, Brasil. <https://orcid.org/0000-0003-3651-9966>

Resumo

Introdução. A má alimentação e o sedentarismo estão entre os fatores que mais contribuem para o agravamento do estado de saúde na infância, sendo associados a dificuldades e problemas de aprendizagem durante o período de escolarização. Estudos sugerem que crianças em idade escolar podem ter desempenho cognitivo aprimorado pelo consumo regular do café da manhã, bom condicionamento físico e da prática de exercícios físicos. **Objetivo.** Partindo do princípio de que muitas crianças em idade escolar não consomem o café da manhã todos os dias e, também não atingem as metas de exercício recomendadas por diretrizes de saúde, no presente estudo realizou-se uma revisão narrativa da literatura acerca do consumo do café da manhã, do envolvimento em práticas corporais de crianças, e a sua capacidade de manter e aprimorar as funções cognitivas na infância. **Método.** A investigação englobou aspectos de consumo, resposta glicêmica e a comparação de carboidratos alimentares presentes no café da manhã, além disso, o envolvimento em aulas de educação física, intervalos ativos e programas de exercício físico e a sua relação com a cognição de crianças em idade escolar. **Conclusão.** Após revisão de artigos e as suas respectivas contribuições científicas para as temáticas, assume-se uma associação positiva entre o consumo adequado do café da manhã e das práticas de exercício físico com o funcionamento cognitivo ideal para crianças em idade escolar. Sendo sugerido pelos autores pesquisados, a adoção e o incentivo dessas práticas para a rotina das crianças durante o período de escolarização.

Unitermos. Crianças; desjejum; exercício físico; função executiva

Abstract

Introduction. Sedentarism and bad eating habits leading to an increasing risk for diseases in childhood, associated with learning problems during schooling. Studies suggest school children could increase cognitive development thru regularly breakfast consumption, great physical fitness, and physical exercise routine. **Objective.** If many schoolchildren do not eat breakfast every day and do not attend the exercise guidelines recommendation, the present study performed a narrative review of the literature on breakfast consumption, children's involvement in physical practices, and the ability to maintain and improve cognitive functions in childhood. **Method.** The investigation comprised aspects of consumption, glycemic response, and the comparison of dietary carbohydrates present at breakfast, besides that, the involvement in physical education classes, active breaks, and exercise programs, and their relationship between cognition and academic achievement of school children. **Conclusion.** The review indicated that studies and their scientific contribution, it is assumed a positive association among breakfast consumption and physical exercise accordingly guidelines with great cognitive performance in schoolchildren. As suggested by the authors, the adoption and encouragement of these practices for the children's routine during schooling.

Keywords. Child; breakfast; exercise; cognition

Resumen

Introducción. La mala alimentación y la inactividad física se encuentran entre los factores que más contribuyen al deterioro del estado de salud en la infancia, estando asociados a dificultades de aprendizaje y problemas durante la escolarización. Los estudios sugieren que los niños en edad escolar pueden haber mejorado su rendimiento cognitivo a través del desayuno regular, un buen acondicionamiento físico y ejercicio físico. **Objetivo.** Suponiendo que muchos niños en edad escolar no desayunan todos los días y tampoco alcanzan las metas de ejercicio recomendadas por las guías de salud, en el presente estudio se realizó una revisión narrativa de la literatura sobre el consumo de desayuno, participación en las prácticas corporales de los niños y su capacidad para mantener y mejorar las funciones cognitivas en la infancia. **Método.** La investigación abarcó aspectos de consumo, respuesta glucémica y la comparación de carbohidratos dietéticos presentes en el desayuno, además de la participación en clases de educación física, descansos activos y programas de ejercicio y su relación con la cognición de los niños pequeños. **Conclusión.** Después de revisar los artículos y sus respectivos aportes científicos a los temas, se asume una asociación positiva entre el consumo adecuado de desayunos y las prácticas de ejercicio físico con el funcionamiento cognitivo ideal para los niños en edad escolar. Como sugieren los autores investigados, la adopción y fomento de estas prácticas para la rutina de los niños durante el período escolar.

Palabras clave. Niño; desayuno; ejercicio físico; función ejecutiva

Trabalho realizado na Universidade Católica de Brasília, Programa de Pós-Graduação em Educação Física, Laboratório de Estudos em Educação Física e Saúde (LEEFS). Brasília-DF, Brasil.

Conflito de interesse: não

Recebido em: 22/07/2019

Aceito em: 02/04/2020

Endereço de correspondência: Isabela A Ramos. E-mail: ahbeuramos@gmail.com

INTRODUÇÃO

Ao longo de algumas décadas, desde o incremento impactante dos avanços tecnológicos, o estilo de vida das crianças tem mudado drasticamente, de brincadeiras e jogos com exigência física e dietas predominantemente naturais

para rotinas fisicamente inativas, baixa adesão ao consumo do café da manhã (CM) e aumento da ingestão de alimentos com baixa qualidade nutricional de alimentos industrializados¹⁻³. Embora existam muitas lacunas no conhecimento atual sobre como superar o sedentarismo e a má alimentação, a condição física e o estado nutricional de uma criança possuem papel fundamental para o desenvolvimento de estruturas e funções cerebrais, desempenho escolar e saúde cognitiva⁴⁻⁷.

Os comportamentos relacionados à saúde durante a infância desempenham um importante papel para habilidades mentais específicas, o que tem sido cada vez mais evidenciado em pesquisas científicas. As funções executivas ou funções cognitivas são um conjunto de habilidades que podem ser influenciadas positivamente pelos comportamentos relacionados à saúde, e estão envolvidas na capacidade de inibição atencional (resistir a distrações e direcionar o foco), reter e recuperar informações (memória de trabalho), raciocínio, flexibilidade de tarefas, tomada de decisão, planejamento, resolução de problemas e atenção⁸. Estudos realizados com a aquisição de imagens e funções cerebrais estão revelando a aparência de um cérebro saudável e ajudando os pesquisadores a entender os mecanismos neurais responsáveis pelo aprimoramento do controle cognitivo e por consequência um melhor aprendizado^{5,9,10}. A partir dessa perspectiva, muitos comportamentos são capazes de impactar e contribuir substancialmente para as funções cognitivas, sendo

constantemente documentado como importante indicador para a saúde física e mental, e para o sucesso na escola e na vida.

O consumo do CM tem sido considerado um dos hábitos capazes de impactar as funções executivas de crianças, sendo recomendado como parte de uma dieta benéfica. Os consumidores regulares de CM estão propensos a ter uma melhor ingestão de nutrientes, peso corporal e estilo de vida mais saudáveis, além de desempenho acadêmico e funções cognitivas aprimorados¹¹⁻¹⁵. Pesquisas sobre a influência da composição do CM e de sua ausência para os processos mentais de curto prazo podem fornecer orientações efetivas a respeito dessa temática, devido ao efeito potencial da qualidade da dieta em atenuar o declínio energético e cognitivo nas primeiras horas do dia¹⁶⁻¹⁸.

Por sua vez, o exercício físico (EF) é amplamente recomendado para a obtenção de benefícios em marcadores de saúde e aprimoramento funcional cognitivo e saúde cerebral na infância^{17,19}. Muitos mecanismos foram propostos para explicar as mudanças no desempenho cognitivo após o EF, incluindo a excitação geral do córtex cerebral²⁰, aumentos no fluxo sanguíneo cerebral²¹ e a regulação positiva da atividade neuronal²². De toda forma, criar um ambiente em modelo laboratorial, que seja atingível no mundo real com base em descobertas empíricas na literatura cognitiva resultou em uma ampla variedade de protocolos que diferem em tipo de exercício, intensidade e duração^{23,24}.

O CM e o EF estão intrinsecamente ligados a saúde do nosso cérebro, eles foram entrelaçados durante nosso passado evolutivo, bem como em nosso presente cultural e biológico. Considerando que esses hábitos têm uma forte relação com o favorecimento de funções cognitivas durante a infância, pretende-se realizar de modo reflexivo um levantamento das evidências da literatura científica sobre os efeitos nutricionais do CM e de atividades motoras no desempenho cognitivo de crianças em idade escolar. Trata-se de uma observação de descobertas empíricas, fundamentadas em torno de uma cultura que estimule a prática de EF e do consumo do CM para crianças, na tentativa de circunstanciar as temáticas elencando a influência positiva e negativa quando essas práticas são acatadas ou negligenciadas, considerando a necessidade de modificar as políticas escolares e a criação de ambientes que incentivem esses hábitos na escola e na rotina familiar.

MÉTODOS

Visando o objetivo apontado, optou-se pela revisão narrativa, por proporcionar uma síntese do conhecimento atual nos temas delimitados, em numerosas fontes de informações publicadas anteriormente. Além disso, esse método de revisão da literatura relata as descobertas do autor em um formato condensado que normalmente resume o conteúdo de cada artigo, possibilita uma discussão ampliada em virtude da abrangência dos temas levantados²⁵.

O levantamento bibliográfico foi realizado no período de outubro de 2019 a outubro de 2020 nas bases de dados SciELO e PubMed, assim como o Google Scholar, por serem ferramentas simples e poderosas com uma vasta coleção de publicações no âmbito da saúde, abrangendo as publicações entre os anos de 2005 a 2020, nos idiomas Português e Inglês. O presente estudo não teve como característica metodológica a análise quantitativa, não expressando numericamente os artigos originais e de revisão atenderam os critérios originais e que foram selecionados, revisados e posteriormente integrados ao texto.

As buscas se basearam na pergunta de pesquisa: Como aprimorar e sustentar o desempenho de funções cognitivas em crianças, considerando aspectos nutricionais do jejum e da prática de exercícios físicos? As buscas foram realizadas em duas etapas descritas em sequência, compostas pelas palavras-chave: 1º - *Breakfast* ou *skipping breakfast* ou *Glycaemic index* ou *glycaemic load* ou *Glucose metabolism*; 2º - *Physical exercise* ou *physical activity* ou *Acute exercise* ou *physical exercise program* ou *Aerobic fitness* ou *physically active*. As duas etapas foram realizadas em pesquisa avançada com os operadores booleanos que combinaram (AND) com: (*Cognition* ou *executive functions*) AND (*Children* ou *pre-adolescents*).

Atendendo as temáticas e processos de trabalhos percorridos nos artigos analisados, os estudos foram agrupados e distribuídos em duas grandes categorias, que discutem a importância do CM e do EF para a saúde cognitiva

e por consequência para o aprendizado de crianças em idade escolar.

RESULTADOS e DISCUSSÃO

Café da manhã, resposta glicêmica e cognição

O CM é considerado a mais importante refeição do dia sendo recomendado como parte de um plano alimentar saudável para crianças em idade escolar. Apesar de muitos benefícios do seu consumo regular, de acordo com a literatura, muitas crianças não consomem esta refeição todos os dias^{15,26-28}. Em uma revisão de Rampersaud²⁶ foi demonstrado que as crianças que costumam pular o CM estão na pré-adolescência, e os motivos mais citados incluem não ter tempo suficiente pela manhã para comer, não sentir fome ou não sentir vontade de comer e preferir dormir até a hora de ir para a escola.

Um padrão regular de refeições, consumindo uma porção maior de energia no início do dia está associado a diversos benefícios fisiológicos, principalmente para o metabolismo da glicose que desempenha um papel central em todos os processos celulares, incluindo nas células nervosas, sendo a principal fonte de energia disponível para o funcionamento adequado de todo tecido cerebral^{29,30}.

As demandas de energia do cérebro são altas: o consumo frequentemente citado é de 20% do gasto energético diário do corpo, apesar de ser responsável por apenas 2% da massa corporal total³¹. Contudo, a necessidade metabólica de glicose é muito superior durante

a infância, alcançando uma taxa equivalente a 43% da necessidade diária de energia do corpo³². Além disso, as crianças apresentam um estresse metabólico superior aos adultos durante o período do sono, consumindo uma maior quantidade de glicose dos estoques de glicogênio³³. Nesse sentido, a ausência do CM na rotina das crianças pode provocar maiores concentrações de insulina pós-prandial, sugerindo uma inflexibilidade metabólica que pode ser prejudicial à homeostase glicêmica³⁴⁻³⁶. A regulação da glicose sanguínea pode ser um mecanismo responsável por alterar o desempenho em muitos domínios cognitivos, principalmente contra o seu declínio nas primeiras horas do dia, podendo facilitar a motivação, a concentração e a retenção de informações, processos cognitivos estes de fundamental importância para a realização de tarefas escolares^{4,16,36}.

A ingestão diária do CM possui relação positiva com um crescimento e desenvolvimento ideal na infância, incluindo o potencial aprimoramento cognitivo e acadêmico que a ciência tem procurado diligentemente consolidar^{13,14,30,37}. Diferenças abrangentes no desempenho cognitivo entre crianças que consumiram o CM e aqueles que não consumiram foram observadas em um estudo com 1386 escolares com média de idade de 11 anos. A capacidade de evitar a distração, focar a atenção e de se manter atento foi comprometida em 7% das crianças que permaneceram em jejum, além de um declínio na velocidade e acurácia das respostas em comparação ao grupo que consumiu o CM³⁸.

A infância é caracterizada pela aquisição e desempenho em diversos processos cognitivos, e o consumo frequente e adequado do CM pode contribuir com a otimização da alta taxa de utilização energética decorrente do intenso aprendizado nessa fase da vida. Conseqüentemente, tem havido um interesse crescente nos efeitos da qualidade nutricional no desempenho cognitivo de crianças e, mais especificamente, em como o desempenho cognitivo pode ser aperfeiçoado através de intervenções nutricionais.

A ciência da nutrição estuda a relação entre os alimentos e nutrientes ingeridos e seu equilíbrio associados à saúde^{1,39,40}. Dentre os ingredientes principais dos alimentos, os carboidratos têm sido amplamente utilizados em investigações que avaliam a sua formulação (qualidade e quantidade) e sua capacidade de influenciar aspectos seletivos do processamento cognitivo de crianças^{4,41}. O índice glicêmico (IG) de um alimento contendo carboidratos representa a rapidez com que a glicose sanguínea aumenta após sua ingestão, podendo ser caracterizado em escala numérica como IG baixo, moderado ou alto, fornecendo assim uma medida da qualidade e da taxa de absorção dos carboidratos do alimento⁴².

Para elucidar a relação entre a qualidade dos carboidratos no CM e a cognição em crianças de 6 a 11 anos, Ingwersen *et al*⁴³ observaram que o desempenho cognitivo dessas crianças sofreu uma redução ao longo da manhã, e que esse declínio pode ser significativamente reduzido após a ingestão de um CM de baixo IG quando comparado ao de

alto IG. Neste estudo foi observado resultados significativamente superiores na acurácia em teste de atenção, e na retenção e recuperação das informações em um teste de avaliação da memória quando o CM foi de baixo IG. Outros estudos ressaltam que a composição de alimentos de baixo IG pode fornecer uma fonte de energia mais lenta e sustentada, com uma atenuação significativa do declínio cognitivo pela manhã, resultado esse importante para uma devida recomendação de um CM mais adequado para as crianças antes de irem para a escola^{18,44}.

Paralelamente a esses achados, estudos documentaram a importância da distinção das respostas glicêmicas levando em consideração o IG e a carga glicêmica (CG)^{45,46}. A CG é o produto do IG do alimento pela quantidade de carboidrato contida no alimento consumido, sendo este considerado o preditor mais robusto da resposta glicêmica⁴⁵. Em termos de recomendações nutricionais, o CM com baixa CG minimiza as oscilações nas concentrações de glicose sanguínea e pode ser benéfico para o desempenho cognitivo durante a manhã^{16,47,48}.

Benton *et al*⁴⁷ investigaram durante 4 semanas o impacto da ingestão de refeições com diferentes CG, porém com semelhantes calorias sobre o desempenho da memória e a atenção de crianças de 6 a 7 anos. As crianças foram avaliadas individualmente no intervalo de duas a três horas após o CM ser consumido, e foi observada melhor recordação imediata em teste de memória verbal e maior capacidade de manter a atenção após o consumo do CM de baixa CG, além

de uma menor interrupção com distrações em tarefas típicas como escrever e fazer cálculos nesse grupo quando comparado ao grupo CM de moderada e de alta CG.

A alimentação inadequada em quantidade e qualidade tem prejudicado a saúde das crianças, elevando a incidência de doenças como a obesidade e a diabetes que estão adquirindo proporções epidêmicas na população pediátrica^{12,49,50}. Evidências atuais da relação intestino-cérebro indicam que, aliado à dieta, certas bactérias intestinais influenciam o metabolismo e a absorção de nutrientes, auxiliando na digestão de carboidratos e na síntese de compostos bioativos^{51,52}. O intestino e todos os seus residentes microbianos, portanto, influenciam diretamente aspectos da imunidade, função endócrina e o sistema nervoso, desempenhando um papel extremamente importante para a saúde humana, atuando na proteção ou tratamento de doenças e de interesse particular para essa revisão no metabolismo de alimentos⁵³.

Mais uma vez a qualidade do carboidrato se mostra de extrema importância para a saúde humana, as espécies bacterianas benéficas de que precisamos em nosso sistema digestivo podem ser mantidas por uma dieta rica em fibras, particularmente por carboidratos acessíveis à microbiota, que são encontrados principalmente nos alimentos *in natura*⁵¹. Por sua vez, o aumento da ingestão desses alimentos que são fonte de fibras alimentares melhora o controle glicêmico e a sensibilidade a insulina^{39,54}, processos

fisiológicos cogitados para a melhoria da saúde física e cognitiva.

Em um estudo de delineamento cruzado, 30 crianças com idades entre 6 e 11 anos completaram uma bateria de testes cognitivos durante 3 semanas, após o consumo de um CM de baixo IG e alto teor de fibras (aveia), um CM com baixo teor de fibra e alto IG (cereal matinal) ou sem CM. Os resultados foram comparados pelo sexo e pela faixa etária (6-8 anos crianças mais jovens) e (9-11 anos pré-adolescentes). A ingestão do CM com alto teor de fibra e baixo IG apresentou melhorias no desempenho cognitivo em tarefas que requerem processamento de uma exibição visual complexa em pré-adolescentes, já as crianças mais jovens apresentaram memória espacial e atenção auditiva aprimorada, enquanto as meninas dessa mesma faixa de idade apresentaram um melhor desempenho no teste de memória de curto prazo¹⁸.

No estudo de Khan *et al*¹⁷ foram avaliados a composição alimentar e a inibição atencional (Flanker Task) de crianças de 7 a 9 anos de idade participantes de um programa pós-escola com duração de 9 meses de atividades físicas *Fitness Improving Thinking* (FITKIDS). Os principais achados foram que uma ingestão diária mais elevada de fibras alimentares totais e insolúveis foi positivamente associada com a precisão em todas as etapas de uma tarefa de inibição atencional, enquanto a ingestão fibras solúveis foi seletivamente associada a um maior desempenho nos ensaios mais difíceis do teste. Além disso, um dos pontos

fortes do presente estudo incluíram o ajuste de covariáveis conhecidas por influenciar a função cognitiva infantil, em especial o condicionamento físico dos participantes.

Um declínio no consumo do CM tem uma relação direta com o condicionamento físico, aumentando a probabilidade de as crianças tornarem-se fisicamente inativas e ter um baixo nível de aptidão cardiorrespiratória⁵⁵. Evidências convergentes indicam que a prática de EF e o condicionamento físico são correlatos-chave da função cognitiva infantil, permitindo a comunicação cruzada entre os músculos esqueléticos e o cérebro, provocando uma variedade de adaptações homeostáticas celulares, incluindo o aumento da captação de glicose devido às demandas metabólicas e mecânicas^{5,56}.

Aptidão física, práticas motoras e cognição

O ditado popular "o que é bom para o coração é bom para o cérebro" exprime descobertas científicas referentes ao efeito benéfico do EF nas funções cognitivas, melhorando-as por toda a vida, e protegendo do declínio pertinente à senescência²⁴. O exercício representa um grande desafio para a homeostase de várias células, tecidos e órgãos do corpo em resposta a um aumento da atividade metabólica dos músculos esqueléticos em contração. Além disso, é capaz de aumentar o fluxo sanguíneo para o cérebro sendo que: a) Aumenta a secreção neuroquímica de metabólitos que fornecem energia ao cérebro e diminui as que sinalizam estresse emocional e prejuízo cognitivo; b) Aumenta a

secreção de neurotrofinas que protegem os neurônios existentes e estimulam o crescimento da vascularização e a produção de novos tecidos cerebrais; e c) Intercede na liberação de neurotransmissores excitatórios, inibitórios e os que cumprem os dois papéis, otimizando a comunicação nas regiões cerebrais importantes para a saúde funcional do cérebro²⁴.

Existem muitos fatores que influenciam a saúde física e mental durante infância e é onde a cinesiologia e a neurociência cognitiva se completam. Está bem estabelecido que o EF tem implicações consideráveis no desempenho de uma série de capacidades que regulam, controlam e planejam o comportamento e os processos cognitivos incluindo o controle inibitório⁵⁷, atenção seletiva⁵⁸, memória de trabalho⁵⁹ e flexibilidade cognitiva⁶⁰, habilidades essenciais para o sucesso na escola⁶¹.

No entanto, aprofundando-se em questões sobre esse engajamento benéfico para crianças, percebe-se na atualidade uma infância acompanhada de exigências e horários rígidos, com uma jornada escolar onde são dedicadas mais da metade das horas de vigília diária e é normalmente endereçado a atividades de cunho sedentário^{62,63}. Além disso, a maior ênfase nas avaliações de ensino e o discurso equivocado sobre a pouca utilidade da educação física escolar, agrava ainda mais essa realidade ao incentivar as escolas a eliminarem oportunidades de EF durante o dia escolar, incluindo o recreio e as aulas de educação física⁶⁴. Períodos prolongados de instrução

acadêmica hipocinéticas podem ocasionar um estado de impaciência ou inquietude reduzindo a concentração e sendo prejudicial a experiência do aprendizado⁶⁵.

Considerando que grande parte da rotina da criança é na escola, intervenções nesse ambiente podem desempenhar um papel importante na prevenção de hábitos sedentários, criando um ambiente saudável que promova atividade física durante todo o dia escolar para os alunos, e os auxiliem a cumprir os 60 minutos recomendados de EF moderado a vigoroso diário^{66,67}. Em tese, as crianças aumentam seu nível de concentração e comportamento em sala de aula e no desempenho de tarefas, após a participação em EF por meio do recreio⁶⁸, aulas de educação física⁶⁹, pausa ativa⁷⁰⁻⁷², e reforço escolar ativo⁷³, além disso, benefícios adicionais são observados em leitura, escrita e aritmética⁷⁴⁻⁸⁰.

Sendo assim, muitas pesquisas foram desenvolvidas com EF em consonância com as missões acadêmicas escolares. Em um programa longitudinal, com duração de 3 anos, comparou-se as pontuações acadêmicas de alunos que realizavam cinco aulas semanais de Educação Física com alunos que permaneceram na programação da escola de duas aulas por semana. Os autores demonstraram que o incremento das aulas de Educação Física na rotina escolar pode ser útil como instrumento pedagógico, com resultados positivos na capacidade de leitura, escrita e na pontuação da disciplina de matemática em crianças que iniciaram a pesquisa aos 6 anos de idade⁷⁴. Reflexão semelhante pode-

se extrair de outro estudo com 3 anos de intervalo ativo durante as aulas que contou com a participação de 24 escolas, apenas 90 minutos semanais de EF de intensidade moderada a vigorosa nomeado *Physical Activity Across the Curriculum* (PAAC), foram capazes de melhorar o desempenho geral de crianças em um teste acadêmico padronizado em 6%, enquanto o envolvimento nas aulas sem as pausas ativas melhorou 1%⁶¹.

Tais descobertas reforçam que o EF pode contribuir para o processo de ensino-aprendizagem e, oferecendo aos alunos uma maior oportunidade de se envolver em comportamentos saudáveis, além de efeitos positivos no desempenho acadêmico^{61,72,75,76}. É importante ressaltar que essas melhorias no desempenho acadêmico de crianças se fortalecem examinando resultados comportamentais em tarefas cognitivas laboratoriais⁵. Além disso, levando em consideração que as funções cognitivas podem ser sensíveis ao EF⁷⁷, muitos estudos concentraram seus esforços em examinar os efeitos agudos e crônicos nos processos cognitivos de controle executivo, devido ao fato desses processos concederem a base para uma aprendizagem bem-sucedida e desempenho escolar de crianças^{23,69,76,78,79-82}.

Um campo cada vez mais robusto da literatura neurocientífica examina a influência de uma única sessão de EF, no comportamento cognitivo de crianças, mensurando principalmente componentes de aspectos atencionais e perceptuais. Drollette *et al*⁸³, realizaram um estudo com exercício agudo de intensidade moderada em dois grupos de

pré-adolescentes com alta e baixa performance em teste que avaliou o controle inibitório atencional (Flanker Modificado). Os pré-adolescentes que apresentaram baixa performance cognitiva apresentaram melhores resultados no mesmo teste após 20min de caminhada em esteira. Além disso, os índices neuroelétricos responsáveis por uma melhor alocação atencional foram observados em ambos os grupos após o término do exercício. Sendo assim, os resultados apresentados pelo referido estudo sugerem que sessões de exercício de intensidade moderada podem ter maiores benefícios para as crianças caracterizadas pela capacidade de controle inibitório atencional inferior.

Em outra intervenção aguda, Altenburg *et al*⁸⁴, compararam os efeitos de nenhuma, uma ou duas sessões de 20 minutos de EF em atividade de dança em intensidade moderada durante a manhã escolar sobre a atenção seletiva de crianças de 10 a 13 anos. O teste de atenção seletiva foi reproduzido durante todo o período matutino (0'; 20'; 110'; 220' minutos), quando comparados os resultados, o grupo de duas sessões de EF apresentou o resultado mais expressivo levando em consideração a média de todos os testes de atenção seletiva reproduzidos durante a manhã escolar. Outro estudo interdisciplinar com EF agudo que contou com a participação de 35 crianças com idade entre 9 e 11 anos, o efeito de 10 minutos EF aeróbio integrada à disciplina de matemática melhorou o tempo de resposta das crianças em uma tarefa de controle inibitório atencional, em comparação à prática da disciplina quando permaneciam

sentados. Além disso, as crianças categorizadas com sobrepeso apresentaram também uma melhor acurácia, sendo observados benefícios superiores a esse grupo no teste de controle inibitório após a prática de 10' de EF aeróbio⁸⁵.

Desse modo, proporcionar pausas ativas e também combinar conteúdos escolares aos EF podem impactar positivamente a capacidade de seleção e inibição atencional que desempenham um papel crítico na prevenção de comportamentos indesejados, uma vez que se relacionam com a capacidade de agir com base na escolha e não no impulso, processos centrais para manter a atenção e o controle sobre as próprias ações^{86,87}.

Considerando outros fatores, como o envolvimento em programas de atividade física de longo prazo (EF crônico), estudos destacam melhorias que vão além das observadas nas variáveis cognitivas, mas também no aumento da aptidão aeróbia dos participantes. Scudder *et al*⁸⁸, investigaram se as mudanças na aptidão aeróbia estão associadas a modulações no controle inibitório e memória de trabalho de crianças. Foram incluídas duas sessões de 10 minutos de lições acadêmicas fisicamente ativa durante o dia escolar, aproximadamente 3 anos depois, níveis mais altos de aptidão física foram associados a melhora no desempenho geral de cada tarefa (controle inibitório e memória de trabalho), especialmente para as condições mais difíceis. A importância da memória de trabalho para a cognição infantil é esclarecida pela capacidade de reter, manipular as

informações e pelo seu notável poder de influenciar outras habilidades cognitivas complexas, como a flexibilidade cognitiva que envolve a visualização mental sobre algo de diferentes perspectivas, podendo solucionar problemas e conceber ideias que não haviam sido consideradas antes⁸.

Em um programa pós-escola com intervenção crônica, foi ofertado 70 minutos de atividade física moderada a vigorosa por dia da semana durante 9 meses, as crianças eram selecionadas aleatoriamente para uma lista de espera ou participar do *Fitness Improving Thinking* (FITKids). Além de apresentarem melhoras na aptidão aeróbica, crianças que participaram do FITKids obtiveram melhorias em medidas comportamentais de alocação atencional (Inibição e Flexibilidade cognitiva), quando comparadas ao pré e pós-teste e com as crianças que permaneceram na lista de espera⁶¹. Nesse sentido, vários relatórios com crianças de condicionamento físico alto foram publicados a partir do ensaio FITKids, contribuindo de forma robusta para a literatura neurocientífica que recomenda a adoção de um estilo de vida mais promissor no que se refere à saúde global^{10,59,60,89}.

Apesar dos índices neuroelétricos e métodos de neuroimagem não estarem integrados aos objetivos desta revisão, estudos com essas técnicas têm demonstrado que crianças com um alto condicionamento físico apresentam um maior volume de estruturas cerebrais, além de uma promoção mais eficiente de atividade e conectividade cerebral^{90,91}. De interesse específico para esta revisão, linhas

convergentes de pesquisa indicam que uma aptidão física aprimorada na infância está associada a um desenvolvimento cerebral estrutural e funcional vantajoso¹⁷.

Em contrapartida, atualmente as crianças enfrentam realidades que limitam as oportunidades de envolvimento em práticas de exercício físico sendo atribuído a um baixo nível de aptidão física, por exemplo, bairros inseguros, falta de espaços para brincar, aumento do tempo de navegação na internet e exposição a diferentes tipos de tela e aumento da exigência por desempenho acadêmico⁹²⁻⁹⁵. Em nosso levantamento de estudos para a composição dessa temática não encontramos dados empíricos na literatura que sugiram que o aumento do tempo gasto em atividades físicas (Nas aulas de Educação Física, no contraturno escolar e aulas de reforço) apontem para um efeito prejudicial sobre o desempenho acadêmico e cognitivo de crianças. Destacando, assim, a importância de se recomendar os exercícios físicos para a obtenção de benefícios acadêmicos e cognitivos de crianças, devido a extensa literatura que aponta esse relacionamento positivo. O quadro 2 apresenta de forma resumida os resultados dos estudos que foram a base da composição da temática sobre EF e funções executivas de crianças.

CONCLUSÃO

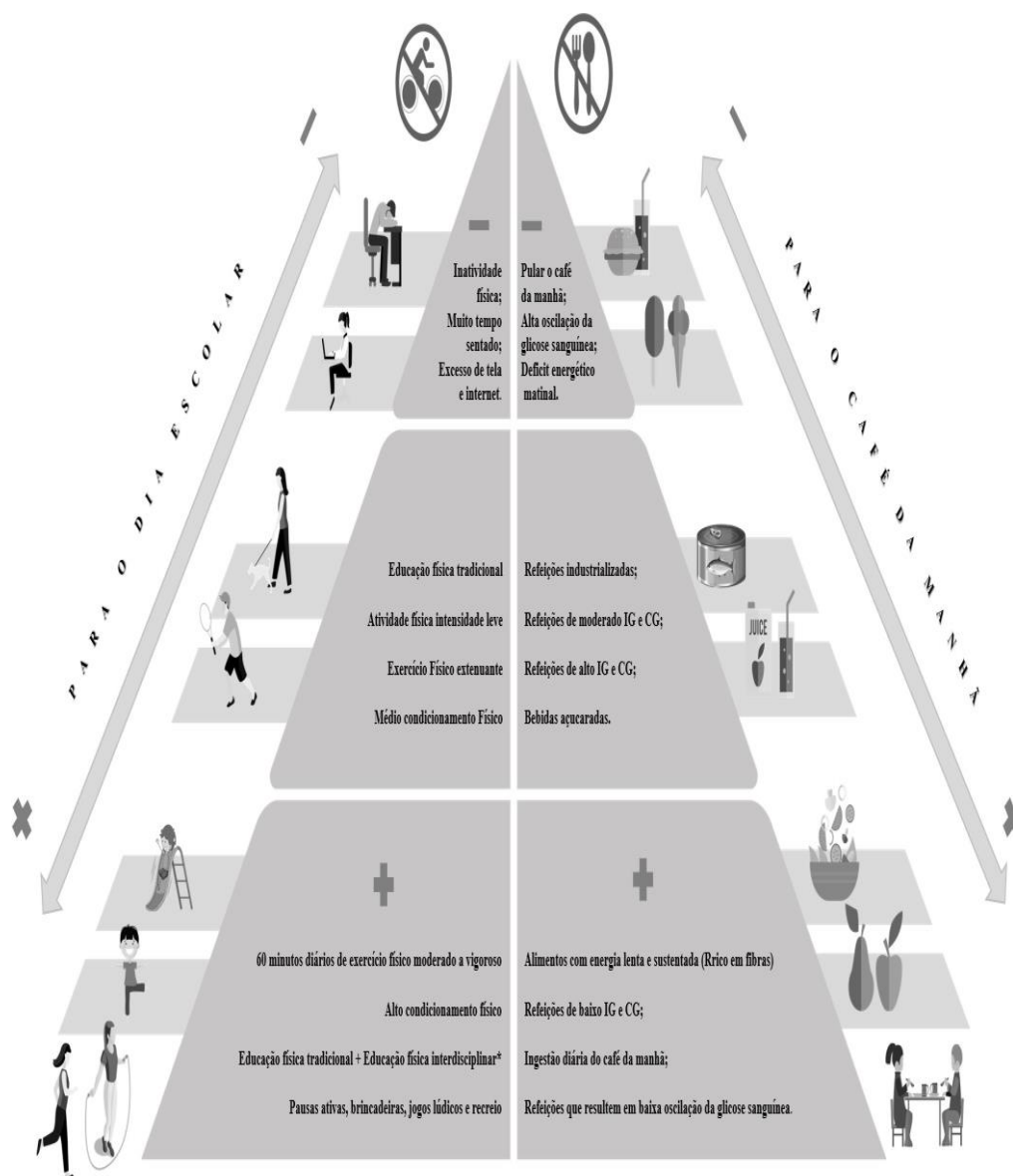
A partir dos principais resultados levantados pelos estudos analisados elaborou-se a Figura 1, no qual aponta de modo hierárquico o que deve ser evitado e o que deve ser

consumido no CM para a manutenção e o sustento de habilidades cognitivas durante a manhã escolar para crianças, também ressalta a importância de se evitar comportamentos sedentários e se envolver das práticas de exercício físico, aulas de educação física e ter um bom condicionamento físico para a melhoria da saúde cognitiva dos mesmos.

O cérebro em rápido desenvolvimento de uma criança é sensível às experiências, sendo pautada por uma série de interações ambientais, o envolvimento em comportamentos de saúde promove um forte e benéfico equilíbrio em muitos domínios do universo infantil, sendo amplamente estudados, principalmente por seus potenciais efeitos benéficos no funcionamento cognitivo e por consequência no desempenho acadêmico. Dentre esses comportamentos destacam-se o consumo de alimentos saudáveis, a periodicidade das refeições e os exercícios físicos que são fatores importantes para processos cognitivos.

Com base nas evidências descritas no presente estudo, defendemos quatro princípios abrangentes: 1º - a ingestão do CM é um método eficaz para combater a falta de concentração, que pode ser ocasionada pelo desequilíbrio energético gerado pelo jejum; 2º - apesar de não apresentar resultados robustos e uniformes a qualidade nutricional do desjejum pode ter relação com aspectos cognitivos,

Figura 1. Representação gráfica de práticas físicas e nutricionais que podem impactar as funções de crianças.



Representação hierárquica de práticas capazes de influenciar as funções cognitivas de crianças. À esquerda recomendações acerca de atividades motoras e à direita do consumo do café da manhã. No topo da pirâmide estão representadas as práticas motoras e nutricionais que não são recomendadas, na faixa central as que devem ser adotadas com cautela, e na base da pirâmide as práticas amplamente recomendadas pela literatura científica e por diretrizes de saúde. *Educação Física interdisciplinar (aulas de educação física integradas à outras disciplinas do currículo escolar). IG – Índice Glicêmico; CG – Carga Glicêmica.

por apresentar resultados significantes na homeostase glicêmica, diminuindo as oscilações energéticas e contribuindo principalmente para a atenuação do declínio

cognitivo matinal; 3º - aulas de educação física, pausas ativas e recreio contribuem para o processo de aprendizagem e estimulam as crianças a se tornarem mais saudáveis e ativas, impactando positivamente em resultados de testes cognitivos e de forma indireta no desempenho acadêmico; 4º - crianças com alto condicionamento físico e que se envolvem em programas crônicos de exercício físico apresentam desempenho superior em testes cognitivos em comparação aos seus pares com menor envolvimento e condicionamento físico.

Por fim, uma alimentação com qualidade e exercícios praticados com regularidade são essenciais, tanto para o crescimento como para a manutenção da vida, mas não podemos esquecer que o desequilíbrio de ambas também pode ser responsável pelo acometimento de distúrbios e doenças^{2,3,38,48,64,65}. Fato alarmante para as famílias, gestores escolares e as organizações de saúde, uma vez que esse desequilíbrio identificado na infância pode se perpetuar durante toda a vida, formando uma geração de adultos com sérios riscos relacionados à saúde^{96,97}. A estimulação de comportamentos saudáveis reduzirá os riscos de problemas de aprendizagem, fazendo com que crianças desfrutem de uma vida mais saudável, saborosa e feliz.

AGRADECIMENTOS

Os autores agradecem a Coordenação de Aperfeiçoamento Pessoal de Nível Superior (CAPES), pela bolsa de estudos de mestrado concedida ao GLG, também ao

Fundo de Amparo à Pesquisa do Distrito Federal (FAPDF), pelo aporte financeiro em visita Técnica, que contribuiu para a aproximação das temáticas elencadas.

REFERÊNCIAS

- 1.WHO - World Health Organization. Obesity and overweight (endereço na internet). (acessado em 01/042020. Disponível em: <https://www.who.int/en/news-room/fact-sheets/detail/obesity-and-overweight#>
- 2.Malik VS, Willett WC, Hu FB. Global obesity: trends, risk factors and policy implications. *Nat Rev Endocrinol* 2013;9:13-27. <https://doi.org/10.1038/nrendo.2012.199>
- 3.Martins AP, Levy RB, Claro RM, Moubarac JC, Monteiro CA. Increased contribution of ultra-processed food products in the Brazilian diet (1987-2009). *Rev Saude Publica* 2013;47:656-65. <https://doi.org/10.1590/S0034-8910.2013047004968>
- 4.Hoyland A, Dye L, Lawton CL. A systematic review of the effect of breakfast on the cognitive performance of children and adolescents. *Nutr Res* 2009;22:220-43. <https://doi.org/10.1017/S0954422409990175>
- 5.Erickson KI, Hillman CH, Kramer AF. Physical activity, brain, and cognition. *Curr Op Behav Sci* 2015;4:27-32. <https://doi.org/10.1016/j.cobeha.2015.01.005>
- 6.Hillman CH, Khan NA, Kao SC. The Relationship of Health Behaviors to Childhood Cognition and Brain Health. *Ann Nutr Metab* 2015;66 (Suppl 3):1-4. <https://doi.org/10.1159/000381237>
- 7.Kao SC, Drollette ES, Scudder MR, Raine LB, Westfall DR, Pontifex MB, *et al.* Aerobic Fitness Is Associated With Cognitive Control Strategy in Preadolescent Children. *J Mot Behav* 2017;49:150-62. <https://doi.org/10.1080/00222895.2016.1161594>
- 8.Diamond A. Executive functions. *Annu Rev Psychol* 2013;64:135-68. <https://doi.org/10.1146/annurev-psych-113011-143750>
- 9.Feldman DE. Synaptic mechanisms for plasticity in neocortex. *Annu Rev Neurosci* 2009;32:33-55. <https://doi.org/10.1146/annurev.neuro.051508.135516>
- 10.Chaddock-Heyman L, Erickson KI, Voss MW, Knecht AM, Pontifex MB, Castelli DM, *et al.* The effects of physical activity on functional MRI activation associated with cognitive control in children: a randomized controlled intervention. *Front Hum Neurosci* 2013;7:72. <https://doi.org/10.3389/fnhum.2013.00072>
- 11.Ruxton CH, Kirk TR. Breakfast: a review of associations with measures of dietary intake, physiology and biochemistry. *Br J Nutr* 1997;78:199-213. <https://doi.org/10.1079/bjn19970140>
- 12.de la Hunty A, Gibson S, Ashwell M. Does regular breakfast cereal consumption help children and adolescents stay slimmer? A systematic review and meta-analysis. *Obes Facts* 2013;6:70-85.

<https://doi.org/10.1159/000348878>

13. Littlecott HJ, Moore GF, Moore L, Lyons RA, Murphy S. 'Breakfast: how important is it really?' A response. *Public Health Nutr* 2016;19:1720-1. <https://doi.org/10.1017/S1368980016000380>

14. Rampersaud GC, Pereira MA, Girard BL, Adams J, Metzler JD. Breakfast habits, nutritional status, body weight, and academic performance in children and adolescents. *J Am Diet Assoc* 2005;105:743-62. <https://doi.org/10.1016/j.jada.2005.02.007>

15. O'Neil CE, Nicklas TA. Breakfast Consumption versus Breakfast Skipping: The Effect on Nutrient Intake, Weight, and Cognition. *Nestle Nutr Inst Workshop Ser* 2019;91:153-67. <https://doi.org/10.1159/000493707>

16. Sünram-Lea SI. Breakfast, Glycemic Index, and Cognitive Function in School Children: Evidence, Methods, and Mechanisms. *Nestle Nutr Inst Workshop Ser* 2019;91:169-78. <https://doi.org/10.1159/000493708>

17. Khan NA, Raine LB, Drollette ES, Scudder MR, Kramer AF, Hillman CH. Dietary fiber is positively associated with cognitive control among prepubertal children. *J Nutr* 2015;145:143-9. <https://doi.org/10.3945/jn.114.198457>

18. Mahoney CR, Taylor HA, Kanarek RB, Samuel P. Effect of breakfast composition on cognitive processes in elementary school children. *Physiol Behav* 2005;85:635-45. <https://doi.org/10.1016/j.physbeh.2005.06.023>

19. Khan NA, Hillman CH. The relation of childhood physical activity and aerobic fitness to brain function and cognition: a review. *Pediatr Exerc Sci* 2014;26:138-46. <https://doi.org/10.1123/pes.2013-0125>

20. Kamijo K, Nishihira Y, Hatta A, Kaneda T, Kida T, Higashiura T, *et al.* Changes in arousal level by differential exercise intensity. *Clin Neurophysiol* 2004;115:2693-8. <https://doi.org/10.1016/j.clinph.2004.06.016>

21. Merege Filho CAA, Alves CRR, Sepúlveda CA, Costa A dos S, Lancha Junior AH, Gualano B. Influência do exercício físico na cognição: uma atualização sobre mecanismos fisiológicos. *Rev Bras Med Esp* 2014;20:237-41. <http://dx.doi.org/10.1590/1517-86922014200301930>

22. Hillman CH, Kamijo K, Scudder M. A review of chronic and acute physical activity participation on neuroelectric measures of brain health and cognition during childhood. *Prev Med* 2011;52(Suppl 1):S21-8. <https://doi.org/10.1016/j.ypmed.2011.01.024>

23. Chang YK, Labban JD, Gapin JI, Etnier JL. The effects of acute exercise on cognitive performance: a meta-analysis [published correction appears in *Brain Res*. 2012 Aug 27;1470:159]. *Brain Res* 2012;1453:87-101. <https://doi.org/10.1016/j.brainres.2012.02.068>

24. Basso JC, Suzuki WA. The Effects of Acute Exercise on Mood, Cognition, Neurophysiology, and Neurochemical Pathways: A Review. *Brain Plast* 2017;2:127-52. <https://doi.org/10.3233/BPL-160040>

- 25.Green BN, Johnson CD, Adams A. Writing narrative literature reviews for peer-reviewed journals: secrets of the trade. *J Chiropr Med* 2006;5:101-17. [https://doi.org/10.1016/S0899-3467\(07\)60142-6](https://doi.org/10.1016/S0899-3467(07)60142-6)
- 26.Rampersaud GC. Benefits of breakfast for children and adolescents: update and recommendations for practitioners. *Am J Lifestyle Med* 2009;3:86-103. <https://doi.org/10.1177/1559827608327219>
- 27.Szajewska H, Rusczyński M. Systematic review demonstrating that breakfast consumption influences body weight outcomes in children and adolescents in Europe. *Crit Rev Food Sci Nutr* 2010;50:113-9. <https://doi.org/10.1080/10408390903467514>
- 28.Barr SI, DiFrancesco L, Fulgoni VL 3rd. Breakfast consumption is positively associated with nutrient adequacy in Canadian children and adolescents [published correction appears in *Br J Nutr* 2015;113:190. *Br J Nutr* 2014;112:1373-83. <https://doi.org/10.1017/S0007114514002190>
- 29.Lattera J, Keep R, Betz LA, Goldstein GW. Blood-Brain Barrier. *In: Siegel GJ, Agranoff BW, Albers RW (eds.). Basic Neurochemistry: Molecular, Cellular and Medical Aspects.* 6th edition. Philadelphia: Lippincott-Raven; 1999. <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/books/NBK28180/>
- 30.Paoli A, Tinsley G, Bianco A, Moro T. The Influence of Meal Frequency and Timing on Health in Humans: The Role of Fasting. *Nutrients* 2019;11:719. <https://doi.org/10.3390/nu11040719>
- 31.Mink JW, Blumenshine RJ, Adams DB. Ratio of central nervous system to body metabolism in vertebrates: its constancy and functional basis. *Am J Physiol* 1981;241:R203-12. <https://doi.org/10.1152/ajpregu.1981.241.3.R203>
- 32.Kuzawa CW, Blair C. A hypothesis linking the energy demand of the brain to obesity risk. *Proc Natl Acad Sci U S A* 2019;116:13266-75. <https://doi.org/10.1073/pnas.1816908116>
- 33.Pollitt E, Leibel RL, Greenfield D. Brief fasting, stress, and cognition in children. *Am J Clin Nutr* 1981;34:1526-33. <https://doi.org/10.1093/ajcn/34.8.1526>
- 34.Kobayashi F, Ogata H, Omi N, Nagasaka S, Yamaguchi S, Hibi M, *et al.* Effect of breakfast skipping on diurnal variation of energy metabolism and blood glucose. *Obes Res Clin Pract* 2014;8:e201-98. <https://doi.org/10.1016/j.orcp.2013.01.001>
- 35.Nas A, Mirza N, Hägele F, Kahlhofer J, Keller J, Rising R, *et al.* Impact of breakfast skipping compared with dinner skipping on regulation of energy balance and metabolic risk. *Am J Clin Nutr* 2017;105:1351-61. <https://doi.org/10.3945/ajcn.116.151332>
- 36.Sanchez-Aguadero N, Garcia-Ortiz L, Patino-Alonso MC, Mora-Simon S, Gomez-Marcos MA, Alonso-Dominguez R, *et al.* Postprandial effect of breakfast glycaemic index on vascular function, glycaemic control and cognitive performance (BGI study): study protocol for a randomised crossover trial. *Trials* 2016;17:516. <https://doi.org/10.1186/s13063-016-1649-x>
- 37.Edefonti V, Rosato V, Parpinel M, Nebbia G, Fiorica L, Fossali E, *et al.* The effect of breakfast composition and energy contribution on

- cognitive and academic performance: a systematic review. *Am J Clin Nutr* 2014;100:626-56. <https://doi.org/10.3945/ajcn.114.083683>
38. Wesnes KA, Pincock C, Scholey A. Breakfast is associated with enhanced cognitive function in schoolchildren. An internet based study. *Appetite* 2012;59:646-9. <https://doi.org/10.1016/j.appet.2012.08.008>
39. Brasil. Ministério da Saúde. Secretaria de Atenção à Saúde. Departamento de Atenção Básica. Guia alimentar para a população brasileira (endereço na internet). Brasília: Ministério da Saúde; 2014, 156p. https://bvsms.saude.gov.br/bvs/publicacoes/guia_alimentar_populacao_brasileira_2ed.pdf
40. WHO - World Health Organization. Guideline: sugars intake for adults and children (endereço na internet). Acessado em: 04/03/2015. Disponível em: who.int/publications/i/item/9789241549028
41. Gilsenan MB, de Bruin EA, Dye L. The influence of carbohydrate on cognitive performance: a critical evaluation from the perspective of glycaemic load. *Br J Nutr* 2009;101:941-9. <https://doi.org/10.1017/S0007114508199019>
42. Foster-Powell K, Holt SH, Brand-Miller JC. International table of glycemic index and glycemic load values: 2002. *Am J Clin Nutr* 2002;76:5-56. <https://doi.org/10.1093/ajcn/76.1.5>
43. Ingwersen J, Defeyter MA, Kennedy DO, Wesnes KA, Scholey AB. A low glycaemic index breakfast cereal preferentially prevents children's cognitive performance from declining throughout the morning. *Appetite* 2007;49:240-4. <https://doi.org/10.1016/j.appet.2006.06.009>
44. Cooper SB, Bandelow S, Nute ML, Morris JG, Nevill ME. Breakfast glycaemic index and cognitive function in adolescent school children. *Br J Nutr* 2012;107:1823-32. <https://doi.org/10.1017/S0007114511005022>
45. Micha R, Rogers PJ, Nelson M. The glycaemic potency of breakfast and cognitive function in school children. *Eur J Clin Nutr* 2010;64:948-57. <https://doi.org/10.1038/ejcn.2010.96>
46. Micha R, Rogers PJ, Nelson M. Glycaemic index and glycaemic load of breakfast predict cognitive function and mood in school children: a randomised controlled trial. *Br J Nutr* 2011;106:1552-61. <https://doi.org/10.1017/S0007114511002303>
47. Benton D, Maconie A, Williams C. The influence of the glycaemic load of breakfast on the behaviour of children in school. *Physiol Behav* 2007;92:717-24. <https://doi.org/10.1016/j.physbeh.2007.05.065>
48. Brindal E, Baird D, Slater A, Danthiir V, Wilson C, Bowen J, et al. The effect of beverages varying in glycaemic load on postprandial glucose responses, appetite and cognition in 10-12-year-old school children. *Br J Nutr* 2013;110:529-37. <https://doi.org/10.1017/S0007114512005296>
49. Jennings A, Cassidy A, van Sluijs EM, Griffin SJ, Welch AA. Associations between eating frequency, adiposity, diet, and activity in

- 9-10 year old healthy-weight and centrally obese children. *Obesity* 2012;20:1462-8. <https://doi.org/10.1038/oby.2012.72>
50. Wagner A, Dallongeville J, Haas B, Ruidavets JB, Amouyel P, Ferrieres J, *et al.* Sedentary behaviour, physical activity and dietary patterns are independently associated with the metabolic syndrome. *Diabetes Metab* 2012;38:428-35. <https://doi.org/10.1016/j.diabet.2012.04.005>
51. Nicholson JK, Holmes E, Kinross J, Burcelin R, Gibson G, Jia W, *et al.* Host-gut microbiota metabolic interactions. *Science* 2012;336:1262-7. <https://doi.org/10.1126/science.1223813>
52. Rajilić-Stojanović M. Function of the microbiota. *Best Pract Res Clin Gastroenterol* 2013;27:5-16. <https://doi.org/10.1016/j.bpg.2013.03.006>
53. Holscher HD. Dietary fiber and prebiotics and the gastrointestinal microbiota. *Gut Microbes* 2017;8:172-84. <https://doi.org/10.1080/19490976.2017.1290756>
54. Papathanasopoulos A, Camilleri M. Dietary fiber supplements: effects in obesity and metabolic syndrome and relationship to gastrointestinal functions. *Gastroenterology* 2010;138:65-72. <https://doi.org/10.1053/j.gastro.2009.11.045>
55. Sandercock GR, Voss C, Dye L. Associations between habitual school-day breakfast consumption, body mass index, physical activity and cardiorespiratory fitness in English schoolchildren. *Eur J Clin Nutr* 2010;64:1086-92. <https://doi.org/10.1038/ejcn.2010.145>
56. Hawley JA, Hargreaves M, Joyner MJ, Zierath JR. Integrative biology of exercise. *Cell* 2014;159:738-49. <https://doi.org/10.1016/j.cell.2014.10.029>
57. Drollette ES, Scudder MR, Raine LB, Moore RD, Saliba BJ, Pontifex MB, *et al.* Acute exercise facilitates brain function and cognition in children who need it most: an ERP study of individual differences in inhibitory control capacity. *Dev Cogn Neurosci* 2014;7:53-64. <https://doi.org/10.1016/j.dcn.2013.11.001>
58. Dias MB, Pereira RMS, Brito SV, Browne R, Ramos IA, Campbell CSG. Efeito de brincadeiras ativas sobre o desempenho escolar em crianças. *Edu Fís Rev* 2013;7:1-17. <https://portalrevistas.ucb.br/index.php/efr/article/view/3938>
59. Kamijo K, Pontifex MB, O'Leary KC, Scudder MR, Wu CT, Catelli DM, *et al.* The effects of an afterschool physical activity program on working memory in preadolescent children. *Dev Sci* 2011;14:1046-58. <https://doi.org/10.1111/j.1467-7687.2011.01054.x>
60. Hillman CH, Pontifex MB, Castelli DM, Khan NA, Raine LB, Scudder MR, *et al.* Effects of the FITKids randomized controlled trial on executive control and brain function. *Pediatrics* 2014;134:e1063-71. <https://doi.org/10.1542/peds.2013-3219>
61. Donnelly JE, Lambourne K. Classroom-based physical activity, cognition, and academic achievement. *Prev Med* 2011;52(Suppl 1):S36-42. <https://doi.org/10.1016/j.ypmed.2011.01.021>
62. Guinhouya BC, Lemdani M, Vilhelm C, Hubert H, Apété GK, Durocher A. How school time physical activity is the "big one" for daily

- activity among schoolchildren: a semi-experimental approach [published correction appears in *J Phys Act Health* 2009;6:674]; *J Phys Act Health* 2009;6:510-9. <https://doi.org/10.1123/jpah.6.4.510>
63. van den Berg V, Salimi R, de Groot RHM, Jolles J, Chinapaw MJM, Singh AS. "It's a Battle... You Want to Do It, but How Will You Get It Done?": Teachers' and Principals' Perceptions of Implementing Additional Physical activity in School for Academic Performance. *Int J Environ Res Public Health* 2017;14:1160. <https://doi.org/10.3390/ijerph14101160>
64. Kohl HW III, Cook HD, Committee on Physical Activity and Physical Education in the School Environment; Food and Nutrition Board; Institute of Medicine (eds.). *Educating the Student Body: Taking Physical Activity and Physical Education to School*. Washington (DC): National Academies Press (US); 2013. <https://doi.org/10.17226/18314>
65. Pellegrini AD, Davis PD. Relations between children's playground and classroom behaviour. *Br J Educ Psychol* 1993;63:88-95. <https://doi.org/10.1111/j.2044-8279.1993.tb01043.x>
66. WHO (World Health Organization). Physical Activity (endereço na internet). Acessado em 23/02/2018. Disponível em: <https://www.who.int/en/news-room/fact-sheets/detail/physical-activity>
67. American College of Sports Medicine. *ACSM's guidelines for exercise testing and prescription*. Philadelphia: Lippincott Williams & Wilkins, 2014.
68. Jarrett OS, Maxwell DM, Dickerson C, Hoge P, Davies G, Yetley A. Impact of recess on classroom behavior: Group effects and individual differences. *J Edu Res* 1998;92:121-6. <https://doi.org/10.1080/00220679809597584>
69. Ramos IA, Costa RC, Brito SV, Aguiar SS, Castro HO, Campbell CSG. Associação entre aptidão física, estratégias de aprendizagem e desempenho escolar em crianças de nove a 11 anos. *J Phys Educ* 2018;29:e-2973. <https://doi.org/10.4025/jphyseduc.v29i1.2973>
70. Mahar MT, Murphy SK, Rowe DA, Golden J, Shields AT, Raedeke TD. Effects of a classroom-based program on physical activity and on-task behavior. *Med Sci Sports Exerc* 2006;38:2086-94. <https://doi.org/10.1249/01.mss.0000235359.16685.a3>
71. Mahar MT. Impact of short bouts of physical activity on attention-to-task in elementary school children. *Prev Med* 2011;52(Suppl 1):S60-4. <https://doi.org/10.1016/j.yjmed.2011.01.026>
72. Egger F, Benzing V, Conzelmann A, Schmidt M. Boost your brain, while having a break! The effects of long-term cognitively engaging physical activity breaks on children's executive functions and academic achievement. *PLoS One* 2019;14:e0212482. <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0212482>
73. Brito SV, Dias MB, Ramos IAV, Pereira RM, Bodnariuc EF, Campbell CSG. Brincando e aprendendo: Aprimorando o desempenho escolar e comportamento de crianças através de aulas de reforço de educação

- física escolar integradas ao conteúdo escolar. LICERE 2017;20:305-33. <https://doi.org/10.35699/1981-3171>
- 74.Ericsson I. Motor skills, attention and academic achievements - an intervention study in school year 1-3. Bri Educ Res J 2008;34:301-13. <https://doi.org/10.1080/01411920701609299>
- 75.Grieco LA, Jowers EM, Bartholomew JB. Physically active academic lessons and time on task: the moderating effect of body mass index. Med Sci Sports Exerc 2009;41:1921-6. <https://doi.org/10.1249/MSS.0b013e3181a61495>
- 76.Castelli DM, Glowacki E, Barcelona JM. Active Education: Growing Evidence on Physical Activity and Academic Performance. San Diego: Active Living Research, 2015. https://activelivingresearch.org/sites/activelivingresearch.org/files/ALR_Brief_ActiveEducation_Jan2015.pdf
- 77.Diamond A. Close interrelation of motor development and cognitive development and of the cerebellum and prefrontal cortex. Child Dev 2000;71:44-56. <https://doi.org/10.1111/1467-8624.00117>
- 78.Davis CL, Tomporowski PD, McDowell JE, Austin BP, Miller PH, Yanasak NE, et al. Exercise improves executive function and achievement and alters brain activation in overweight children: a randomized, controlled trial. Health Psychol 2011;30:91-8. <https://doi.org/10.1037/a0021766>
- 79.Howie EK, Schatz J, Pate RR. Acute Effects of Classroom Exercise Breaks on Executive Function and Math Performance: A Dose-Response Study. Res Q Exerc Sport 2015;86:217-24. <https://doi.org/10.1080/02701367.2015.1039892>
- 80.Have M, Nielsen JH, Ernst MT, Geji AK, Fredens K, Grontved A, et al. Classroom-based physical activity improves children's math achievement - a randomized controlled trial. PLoS One 2018;13:e0208787. <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0208787>
- 81.Trudeau F, Shephard RJ. Relationships of Physical Activity to Brain Health and the Academic Performance of Schoolchildren. Am J Lifestyle Med 2010;4:138-50. <https://doi.org/10.1177/1559827609351133>
- 82.Chomitz VR, Slining MM, McGowan RJ, Mitchell SE, Dawson GF, Hacker KA. Is there a relationship between physical fitness and academic achievement? Positive results from public school children in the northeastern United States. J Sch Health 2009;79:30-7. <https://doi.org/10.1111/j.1746-1561.2008.00371.x>
- 83.Drollette ES, Scudder MR, Raine LB, Moore RD, Saliba BJ, Pontifex MB, et al. Acute exercise facilitates brain function and cognition in children who need it most: an ERP study of individual differences in inhibitory control capacity. Dev Cogn Neurosci 2014;7:53-64. <https://doi.org/10.1016/j.dcn.2013.11.001>
- 84.Altenburg TM, Chinapaw MJ, Singh AS. Effects of one versus two bouts of moderate intensity physical activity on selective attention during a school morning in Dutch primary schoolchildren: A randomized controlled trial. J Sci Med Sport 2016;19:820-4. <https://doi.org/10.1016/j.jsams.2015.12.003>

85. Vazou S, Smiley-Oyen A. Moving and academic learning are not antagonists: acute effects on executive function and enjoyment. *J Sport Exerc Psychol* 2014;36:474-85. <https://doi.org/10.1123/jsep.2014-0035>
86. Brocki KC, Bohlin G. Executive functions in children aged 6 to 13: a dimensional and developmental study. *Dev Neuropsychol* 2004;26:571-93. https://doi.org/10.1207/s15326942dn2602_3
87. Chaddock L, Pontifex MB, Hillman CH, Kramer AF. A review of the relation of aerobic fitness and physical activity to brain structure and function in children. *J Int Neuropsychol Soc* 2011;17:975-85. <https://doi.org/10.1017/S1355617711000567>
88. Scudder MR, Drollette ES, Szabo-Reed AN, Lambourne K, Fenton CI, Donnelly JE, et al. Tracking the relationship between children's aerobic fitness and cognitive control. *Health Psychol* 2016;35:967-78. <https://doi.org/10.1037/hea0000343>
89. Monti JM, Hillman CH, Cohen NJ. Aerobic fitness enhances relational memory in preadolescent children: the FITKids randomized control trial. *Hippocampus* 2012;22:1876-82. <https://doi.org/10.1002/hipo.22023>
90. Chaddock L, Erickson KI, Prakash RS, VanPatter M, Voss MW, Pontifex MB, et al. Basal ganglia volume is associated with aerobic fitness in preadolescent children. *Dev Neurosci* 2010;32:249-56. <https://doi.org/10.1159/000316648>
91. Chaddock L, Erickson KI, Prakash RS, Voss MW, VanPatter M, Pontifex MB, et al. A functional MRI investigation of the association between childhood aerobic fitness and neurocognitive control. *Biol Psychol* 2012;89:260-8. <https://doi.org/10.1016/j.biopsycho.2011.10.017>
92. LeBlanc AG, Katzmarzyk PT, Barreira TV, Broyles ST, Chaput JP, Church TS, et al. Correlates of Total Sedentary Time and Screen Time in 9-11 Year-Old Children around the World: The International Study of Childhood Obesity, Lifestyle and the Environment. *PLoS One* 2015;10:e0129622. <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0129622>
93. Galaviz KI, Zytneck D, Kegler MC, Cunningham SA. Parental Perception of Neighborhood Safety and Children's Physical Activity. *J Phys Act Health* 2016;13:1110-6. <https://doi.org/10.1123/jpah.2015-0557>
94. Molnar BE, Gortmaker SL, Bull FC, Buka SL. Unsafe to play? Neighborhood disorder and lack of safety predict reduced physical activity among urban children and adolescents. *Am J Health Promot* 2004;18:378-86. <https://doi.org/10.4278/0890-1171-18.5.378>
95. Núcleo de Informação e Coordenação do Ponto BR (eds). Pesquisa sobre o uso da internet por crianças e adolescentes no Brasil: TIC Kids online Brasil 2015. São Paulo: Comitê Gestor da Internet no Brasil, 2016. [https://cetic.br/media/docs/publicacoes/2/TIC Kids 2015 LIVRO EL ETRONICO.pdf](https://cetic.br/media/docs/publicacoes/2/TIC_Kids_2015_LIVRO_EL_ETRONICO.pdf)
96. Telama R, Yang X, Viikari J, Välimäki I, Wanne O, Raitakari O. Physical activity from childhood to adulthood: a 21-year tracking study.

Am J Prev Med 2005;28:267-73.
<https://doi.org/10.1016/j.amepre.2004.12.003>
97.Movassagh EZ, Baxter-Jones ADG, Kontulainen S, Whiting SJ, Vatanparast H. Tracking Dietary Patterns over 20 Years from Childhood through Adolescence into Young Adulthood: The Saskatchewan Pediatric Bone Mineral Accrual Study. *Nutrients* 2017;9:990.
<https://doi.org/10.3390/nu9090990>