

# FATORES FISIOLÓGICOS QUE INFLUEM SOBRE A EDUCAÇÃO

Documento temático 1





# FATORES FISIOLÓGICOS QUE INFLUEM SOBRE A EDUCAÇÃO

**Documento temático 1**



# **Rede CpE**

## **Coordenação**

Roberto Lent - Coordenador Geral

Marília Zaluar Guimarães - Coordenadora científica

Débora Foguel - Coordenadora de educação

Daniele Botaro - Pesquisadora

## **Comunicação**

Sofia Moutinho - Produtora de conteúdo e assessora de imprensa

## **Expediente**

Edição: Roberto Lent

Revisão: Sofia Moutinho

Diagramação e arte: Renata Chames

**[www.cienciaparaeducacao.org](http://www.cienciaparaeducacao.org)**

**[facebook.com/Redecpe](https://facebook.com/Redecpe)**

Produzido e impresso em 2016

## **SOBRE A REDE CpE**

Como a ciência pode ajudar na educação? Esta é a pergunta que motiva a Rede Nacional de Ciência para Educação (Rede CpE). Criada em novembro de 2014 por um grupo inicial de 30 cientistas de universidades brasileiras, a rede tem por objetivo unir pesquisadores de diferentes áreas do conhecimento interessados em realizar pesquisas científicas que possam promover melhores práticas e políticas educacionais baseadas em evidências.

Hoje contamos com mais de 80 grupos de pesquisas de todo o país e o apoio do Instituto Ayrton Senna, do Instituto D'Or de Pesquisa e Ensino (IDOR), da Empresa Brasileira de Pesquisa e Inovação industrial (Embrapii) e do Instituto de Ciências Biomédicas da Universidade Federal do Rio de Janeiro (UFRJ).



## APRESENTAÇÃO

A Rede Nacional de Ciência para Educação estabeleceu como uma de suas metas para 2016 a elaboração de documentos que revisassem as bases científicas de temas relevantes para a educação, temas para os quais a pesquisa científica pode contribuir de modo significativo. O primeiro desses temas está exposto nas páginas seguintes.

O documento foi elaborado coletivamente. Inicialmente, um documento-base foi redigido por uma equipe de pesquisadores, membros da Rede CpE, e levado à discussão pelos demais membros. Com base nos comentários e sugestões coletados na discussão, uma versão final foi elaborada, e é esta que está sendo divulgada aqui.

Por meio destes documentos, a Rede CpE pretende iniciar um debate nacional que coloque a Ciência para Educação (CpE) no cenário das possibilidades para acelerar o desenvolvimento dos indicadores da educação no Brasil. A CpE não pretende substituir as indispensáveis medidas de política pública já identificadas: turno único nas escolas, tempo integral e dedicação exclusiva para os professores, salários compatíveis com a sua relevância social, adequadas condições físicas das escolas, aumento dos recursos financeiros para a educação, e muitas outras medidas que não dependem da Ciência.

A Ciência, no entanto, poderá trazer o novo, em conceitos, produtos e procedimentos educacionais, proporcionando um impulso mais acentuado ao nosso progresso. Como já se faz na área da Saúde e nas Engenharias, é preciso fomentar a pesquisa translacional para a Educação, mobilizando os cientistas brasileiros para essa tarefa estratégica crucial.

### **Autores do documento-base:**

Fernando Louzada (Universidade Federal do Paraná - UFPR)  
Sidarta Ribeiro (Universidade Federal do Rio Grande do Norte - UFRN)

### **Autores do documento final:**

Claudio Serfaty (Universidade Federal Fluminense - UFF)  
Fernando Louzada (Universidade Federal do Paraná - UFPA)  
Sergio Gomes da Silva (Hospital Israelita Albert Einstein, São Paulo)  
Sidarta Ribeiro (Universidade Federal do Rio Grande do Norte - UFRN)

### **Comentários e sugestões:**

Edson Amaro (Universidade de São Paulo - USP)  
Jorge A. Guimarães (Empresa Brasileira de Pesquisa Industrial e Inovação - Embrapii)

### **Parceiros:**





Pobreza material e cultural tornam evidente o que a riqueza dificilmente revela: fatores fisiológicos coexistem com os fatores psicológicos na aprendizagem escolar. O pleno desenvolvimento cognitivo depende, em parte, do amadurecimento do sistema nervoso, o qual é beneficiado por diversos fatores, dentre eles a alimentação, a atividade física e o sono (SIGMAN et al., 2014). Nas últimas décadas, estudos têm detalhado os mecanismos pelos quais estes fatores interferem na saúde e, particularmente, na cognição e na aprendizagem.



## ALIMENTAÇÃO

Deficiências nutricionais durante a gestação e a primeira infância, sobretudo por falta de alimentação materna, têm impactos devastadores sobre o desenvolvimento do sistema nervoso (ANJOS et al., 2013). Ao longo da infância e da adolescência, deficiências nutricionais podem comprometer a aprendizagem e reduzir o desempenho acadêmico de crianças. Há um número crescente de evidências (por exemplo, ABOUD; YOUSAFZAI, 2015) de que a qualidade e a quantidade de alimentos ingeridos nos primeiros anos de vida afetam o desempenho cognitivo durante a vida escolar. O desenvolvimento cerebral obedece a um programa genético influenciado por diversos fatores ambientais, incluindo os nutricionais. Além disso, segue uma sequência temporal de amadurecimento gradativo de circuitos neurais, iniciando pelos sistemas sensoriais, seguidos dos sistemas motores e depois dos mais complexos: cognitivos, emocionais e outros (HENSCH, 2005). No que diz respeito aos sistemas sensoriais, principalmente durante os primeiros anos de vida (até os 5-7 anos), a plasticidade cerebral é mais intensa quando comparada a de indivíduos adultos (BERARDI et al., 2000). A fase de maior plasticidade do cérebro corresponde aos períodos críticos de desenvolvimento, que se estendem, para os sistemas motores e cognitivos, até o final da adolescência (HENSCH, 2005). Esses períodos críticos permitem a modelagem dos circuitos neurais que darão substrato aos processos de aprendizagem. Neste período, o cérebro é particularmente sensível à estimulação ambiental e vulnerável a condições adversas como deficiências na dieta (INNIS, 2011; SERFATY, 2011; NYARADI et al., 2013). Nesse sentido, estudos mostraram que a restrição nutricional de aminoácidos essenciais – aqueles que só podem ser adquiridos pela alimentação –, como o triptofano (precursor do neurotransmissor serotonina), atrasa a formação de conexões e diminui a capacidade plástica no sistema visual em modelos animais (PENEDO et al., 2009). De forma semelhante, a restrição nutricional de ácidos graxos ômega-3, em particular do ácido docosahexaenoico (DHA), altera de forma substancial os parâmetros de desenvolvimento de conexões e o curso temporal de períodos críticos de plasticidade (de VELASCO et al., 2012; 2015). As alterações na biodisponibilidade do DHA têm sido associadas, em crianças, a retardos no desenvolvimento da acuidade visual e a déficits de aprendizado (INNIS, 2008; 2011).

Portanto, estes estudos sugerem que a má nutrição durante a primeira infância, entre outros aspectos, pode alterar o curso temporal e os parâmetros de conectividade, impactando a capacidade de aprendizado durante o período escolar. Deve-se ressaltar, entretanto, que uma nutrição adequada é importante ao longo de toda a vida, pois dela dependem inúmeros processos essenciais, como a proliferação celular, a síntese de DNA e o metabolismo de neurotransmissores (ANJOS et al., 2013). Por exemplo, a substância cinzenta do sistema nervoso, composta por corpos celulares de neurônios e células gliais, atinge seu desenvolvimento máximo nas várias regiões cerebrais entre sete e 11 anos de idade. Já a substância branca, composta principalmente por fibras nervosas, continua sua maturação até o início da idade adulta (NYARADI et al., 2013).

Estudos recentes mostram um efeito positivo de intervenções com alterações de micronutrientes na dieta sobre a memória de curto prazo, possivelmente pela ação destas substâncias sobre o hipocampo, estrutura do encéfalo envolvida

na formação das memórias (KHOR; MISRA, 2012). Experimentos em animais indicam que dietas ricas em gorduras podem dificultar o aprendizado (BEILHARZ et al., 2014).

Crianças em situação de insegurança alimentar têm o dobro de chance de apresentar hiperatividade e problemas de atenção quando comparadas àquelas que vivem em situação de segurança alimentar. Um trabalho preliminar indicou até mesmo que a fome na infância pode ser um preditor de depressão e ideação suicida na adolescência e no início da idade adulta (McINTYRE et al., 2013). Além disso, estas crianças apresentam menor desempenho em testes de compreensão da linguagem e atrasos no desenvolvimento emocional, motor e cognitivo (ver referências em KE; FORD-JONES, 2015).

As ações dos educadores devem estar voltadas ao desenvolvimento de atividades que contribuam para o desenvolvimento de hábitos alimentares mais saudáveis. Estudos têm descrito os efeitos positivos de atividades que utilizam estratégias baseadas na aprendizagem experiencial (DUDLEY et al., 2015). Por exemplo, atividades de horta e jardinagem têm um efeito positivo sobre a preferência e o consumo de vegetais na alimentação, em crianças do ensino fundamental. Provavelmente, por aumentar o acesso aos vegetais, mas também por reduzir a relutância em experimentar novos tipos de alimentos.

Comparadas com adultos, crianças e adolescentes apresentam maior taxa de utilização de glicose, maior fluxo sanguíneo cerebral e maior utilização de oxigênio pelo cérebro. Por esse motivo e por apresentarem maior duração de sono noturno, passando por períodos mais longos de jejum durante a noite, são particularmente suscetíveis ao efeito positivo da ingestão de café da manhã. Nas últimas décadas, diversos estudos avaliaram o efeito da ingestão de café da manhã sobre o desempenho cognitivo de crianças e adolescentes (WILLIAMS, 2014). Na maior parte deles, são relatados efeitos benéficos (ANZMAN-FRASCA et al., 2015). Entretanto, devido à heterogeneidade dos estudos – relacionada à fatores como a composição da refeição, o tipo de tarefas avaliadas e o tempo entre a ingestão do café da manhã e a realização das mesmas –, não é possível estabelecer uma relação entre quantidade de energia ingerida, composição do café da manhã e desempenho acadêmico. Por este motivo, a ideia, bastante difundida, de que o café da manhã deve prover ao menos 20% da energia diária necessária para beneficiar o desempenho cognitivo ainda necessita de confirmação por meio de estudos mais controlados (EDEFONTI et al., 2014).

Programas de alimentação escolar têm sido propostos há décadas como uma ação essencial do processo educacional, que se soma a outras medidas também essenciais de política educacional. Esses programas têm como efeito reduzir o absenteísmo e melhorar o desempenho cognitivo e acadêmico de maneira geral, principalmente quando associados à vermifugação e à suplementação de micronutrientes (BUNDY et al., 2012). Existem muitas evidências de que programas de alimentação escolar podem contribuir para a eficiência do sistema educacional. Estudo realizado na África mostrou um impacto positivo na introdução de alimentos de origem animal sobre o funcionamento cognitivo de crianças quenianas (WHALEY et al., 2003). Outro estudo, realizado em 32 países africanos, mostrou uma redução do absenteísmo em mais de 20% no primeiro ano após a introdução da alimentação escolar (GELLI et al., 2007). De todo modo, ainda são incipientes as pesquisas em ambiente escolar dos efeitos imediatos da nutrição sobre o desempenho acadêmico. É necessário quantificar o impacto cognitivo da ingestão calórica, composição da refeição, micronutrientes, hidratação, bem como os efeitos do tamanho da porção, frequência alimentar e o valor de recompensa dos alimentos. Além disso, as interações da nutrição com o sono e o exercício físico devem ser avaliadas cuidadosamente.

A photograph of four children playing outdoors, overlaid with a semi-transparent orange filter. The children are engaged in an activity, possibly a game or sport, and are looking towards the camera.

## ATIVIDADE FÍSICA

As evidências acerca dos efeitos da atividade física sobre a estrutura cerebral surgiram inicialmente a partir de estudos realizados em animais de laboratório. O exercício físico desencadeia modificações no hipocampo, que, como já foi frisado, é uma estrutura do encéfalo envolvida na consolidação da memória. Pesquisas com animais relatam que a atividade física no início da vida aperfeiçoa o funcionamento de redes neurais envolvidas com a memória e cria uma reserva de células precursoras que influencia as capacidades de aprendizagem (FABEL et al., 2009). Esses efeitos benéficos sobre a memória são observados ao longo de toda a vida, da infância até a vida avançada (GOMES DA SILVA et al., 2015; CASSILHAS et al., 2015). Além disso, um estudo recente mostrou que ratos cujas mães realizaram atividade física durante a gestação apresentaram maior quantidade de células no hipocampo (GOMES DA SILVA et al., 2016).

Em seres humanos, evidências indicam que a prática de atividade física na infância e adolescência pode ser benéfica para o desempenho cognitivo e a aprendizagem. De fato, uma correlação positiva entre atividade física e níveis de aprendizagem e inteligência foi observada em crianças de idade escolar (SIBLEY e ETNIER, 2003). Por exemplo, uma única sessão de exercício moderado (caminhada) em crianças com 9 e 10 anos de idade pode alterar a atividade eletroencefalográfica e melhorar o raciocínio em testes de desempenho acadêmico (HILLMAN et al., 2009). Ademais, o exercício físico aeróbico é capaz de aumentar o estado de atenção em avaliações, com melhores resultados nas tarefas e compreensão mais clara da leitura (HILLMAN et al., 2009). Crianças e adolescentes que praticam atividade física regularmente também apresentam um processamento cognitivo mais rápido (BUCK et al., 2008).

A partir desses resultados, Aberg e colaboradores (2009) investigaram a relação entre aptidão física (cardiovascular) e desempenho cognitivo durante a adolescência. O estudo acompanhou 1.200.000 adolescentes na faixa etária de 18 anos, alistados no serviço militar na Suécia. Os adolescentes que apresentavam uma melhora cardiovascular entre 15 e 18 anos exibiam melhor rendimento nos testes de inteligência do que aqueles com condição física mais baixa no mesmo período. Para verificar se os resultados poderiam refletir uma influência genética ou do meio familiar, os pesquisadores analisaram na amostra 3.147 pares de gêmeos, dos quais 1.432 eram idênticos. Observou-se que os fatores ambientais, e não os genéticos, exerceram influência nessa relação (ABERG et al., 2009).

Uma associação entre melhor aptidão física e maior volume de estruturas encefálicas também tem sido encontrada em áreas envolvidas com aprendizagem e memória, como o hipocampo. Já se sabe que a melhor aptidão física pode estar associada a um aumento da plasticidade cerebral, o que resultaria em melhor desempenho acadêmico (CHADDOCK-HEYMAN et al., 2015). Entretanto, vale ressaltar que os benefícios da atividade física vão além dos ganhos propiciados pelo aumento da capacidade aeróbica, especialmente quando a atividade física requer o engajamento da atenção e demais funções executivas, coordenação motora, desafio cognitivo e integração social.

Apesar desses resultados promissores, ainda é necessário um aprofundamento de estudos sobre o tema, para investigar que tipo, frequência e duração das atividades são mais adequados a cada faixa etária para obter o melhor efeito possível sobre a cognição e o desempenho acadêmico (DONNELLY et al., 2016). De qualquer forma, pode-se afirmar que políticas públicas e de gestão escolar devem priorizar a sistematização de programas de incentivo à prática de exercícios e atividade física em todo o ensino básico. Independentemente de diferenças de idade, de status econômico e de cultura, o exercício físico deve ser oferecido, a fim de facilitar a aprendizagem e melhorar a saúde física e mental. Neste sentido, é muito importante incentivar programas de atividade física para crianças e adolescentes, principalmente nas escolas. Para praticar atividade física, basta realizar qualquer movimento corporal produzido por contração da musculatura

esquelética que aumente o gasto energético, o que inclui desde um programa estruturado de treinamento até atividades mais livres como jogar, correr, saltar, girar. No ambiente escolar, as opções de atividades físicas são bem variadas, como por exemplo: dançar, jogar bola, pular corda ou brincar de pique-pega e amarelinha.

A recomendação da Organização Mundial da Saúde (OMS) é que crianças e adolescentes tenham pelo menos 60 minutos de atividades físicas por dia (ou 2 sessões de 30 min/dia), se não houver nenhuma indicação médica contrária. Essa recomendação se aplica a jovens de 5 a 17 anos de idade de todas as raças, sexos, condições socioeconômicas e regiões. No entanto, o tipo e a intensidade de atividades físicas variam de indivíduo para indivíduo. As atividades aeróbicas com intensidades moderada e vigorosa são as mais recomendadas no dia a dia. Mesmo assim, as atividades de força, tais como saltos em altura e distância e arremessos de dardos e discos, podem ser incorporadas ao treinamento físico dos alunos pelo menos 3 vezes por semana.

Para os jovens inativos, recomenda-se um aumento progressivo da prática de atividade física para que, finalmente, atinjam a meta estabelecida de 60 minutos por dia. É conveniente começar com pequena atividade e aumentar gradualmente a duração, frequência e intensidade ao longo do tempo. Quantidades de atividade física maiores do que 60 min/dia podem fornecer benefícios adicionais à saúde. Entretanto, é importante ressaltar que, em crianças sedentárias, a atividade física abaixo dos níveis recomendados trará mais benefícios do que nenhum tipo de atividade (OMS, 2011). Além destes efeitos benéficos ao corpo, a prática regular de atividade física é capaz de melhorar o desempenho cognitivo de crianças e adolescentes (GOMES DA SILVA e ARIDA, 2015), como mencionado anteriormente.

A conscientização dos estudantes sobre a importância da atividade física regular tem se tornado amplamente necessária, e pode ocorrer por meio das aulas de educação física, ou mediante projetos transdisciplinares. Assim, podem-se estimular atividades diárias sistemáticas na forma de jogos, esportes, brincadeiras, gincanas e afins, de acordo com o interesse e o desenvolvimento dos estudantes em suas diferentes faixas etárias. Para isso, todos os membros da comunidade escolar devem incentivar os alunos a se envolverem em atividade física pelo menos 60 minutos por dia, sete dias por semana. A fim de implementar programas de educação física de qualidade, várias barreiras precisam ser superadas, entre elas: falta de instalações e tempo, currículos densos, infraestrutura insuficiente, escassez de professores de Educação Física e baixo nível de desenvolvimento profissional. Lições de sala de aula curriculares devem ser concebidas para integrar a atividade física com outras disciplinas, a fim de facilitar a aprendizagem e melhorar o desempenho escolar.



## SONO

Grande parte da população adulta sofre de sono insuficiente (FORD et al., 2015). Problemas do sono estão associados à obesidade e ao aumento do risco cardiovascular (COVASSIN; SINGH, 2016). Impactos negativos sobre a saúde devidos a desvantagens socioeconômicas podem ser mediados pela diminuição da duração e qualidade do sono. Baixa escolaridade materna, ambientes domésticos superlotados e pobreza estão associados a piores rotinas de sono (GRANDNER et al., 2015). A invenção da luz elétrica e de inúmeros dispositivos eletroeletrônicos levaram a uma diminuição substancial do tempo de sono em todo o mundo (MORENO et al., 2015). Estima-se que a duração diária média do sono em indivíduos adultos caiu de 9 horas em 1910 para cerca de 7,5 horas nos dias de hoje (FORD et al., 2015). A luz artificial tem efeitos que se sobrepõem aos produzidos pelo ciclo natural claro-escuro, possivelmente causando um desalinhamento dos ritmos circadianos. A redução de sono é mais pronunciada em indivíduos de baixo nível socioeconômico, atingindo a redução de 3,8 horas em algumas ocupações. As condições adversas que levam a problemas de sono compreendem ambiente inseguro, quartos de dormir superlotados, condições de habitação desconfortável (temperatura, som, etc), bem como estresse e ansiedade (GRANDNER et al., 2015). Compartilhar a cama com outros indivíduos pode expor as crianças a distúrbios do sono e ansiedade devido ao ruído, movimento, sujeira e outros fatores que em conjunto têm um impacto negativo sobre a cognição. Muitos estudos mostram que estas condições aumentam o número de despertares noturnos, reduzem o tempo total de sono e produzem débito de sono crônico (MILEVA-SEITZ et al., 2015). Problemas de sono durante a adolescência são deletérios para o equilíbrio emocional e a autorregulação, aumentando a chance de comportamentos de risco (THOMAS et al., 2014). O componente social pode impactar diretamente sobre o deficit de sono porque crianças de baixo nível socioeconômico, muitas vezes, precisam trabalhar para complementar a renda familiar.

O deficit de sono constitui um dos principais gargalos fisiológicos para o aprendizado. Múltiplas linhas de evidência indicam que o sono desempenha um papel crucial na desintoxicação metabólica, reposição de neurotransmissores e ativação de cascatas moleculares envolvidas na remodelagem sináptica (RIBEIRO, 2012). O sono favorece o aprendizado tanto antes quanto depois da aquisição de novas memórias (BORN et al., 2006). Em experimentos de laboratório, está bem demonstrado que uma pessoa que não dormiu bem à noite estará pouco apta ao aprendizado, a menos que possa dormir antes do treinamento (MCCOY; STRECKER, 2011). Por outro lado, uma pessoa que acaba de aprender coisas novas, geralmente, se beneficia de uma soneca pós-aula, capaz de promover a seleção, a consolidação e a reestruturação de memórias, bem como sua integração com memórias pré-existentes (LEMOS et al., 2014). O sono atua, portanto, na preparação e na consolidação do aprendizado.

O conhecimento atual já nos fornece subsídios para que sejam propostas mudanças na organização escolar com o objetivo de atender às necessidades de sono dos estudantes (MINGES; REDEKER, 2016). A oportunidade da sesta, o cochilo após o almoço, deve ser oferecida ao longo de toda a educação infantil. Além disso, há uma clara inadequação no horário de início das aulas. O horário das sete horas da manhã, bastante difundido em nosso país, é inadequado, principalmente para adolescentes, que apresentam maior dificuldade para antecipar o horário de início do sono noturno. Nos Estados Unidos, a Academia Americana de Pediatria, a Associação Médica Americana e o Centro Nacional de Prevenção de Doenças Crônicas e Promoção da Saúde propõem que as aulas não comecem antes das 8h30 (American Academy of Pediatrics, 2014).

Por todas estas razões, é de grande interesse a investigação do sono como ferramenta cognitiva no aprendizado escolar. Pesquisas futuras devem elucidar qual a melhor forma de utilizar esse recurso pedagógico ainda quase inexplorado. Em particular, é crucial parametrizar os efeitos cognitivos relacionados à duração do sono, à composição dos diferentes estados fisiológicos e às interações com exercício físico e nutrição.

## O QUE AINDA PRECISAMOS INVESTIGAR (SUGESTÕES DE PESQUISA)

- 1.** Quantificar o impacto cognitivo da ingestão calórica, composição da refeição, micronutrientes, hidratação, bem como os efeitos do tamanho da porção, da frequência alimentar e do valor de recompensa dos alimentos.
- 2.** Aprofundar o conhecimento sobre o tipo, a frequência e a duração das atividades físicas mais adequadas para cada faixa etária.
- 3.** Determinar a influência das diferentes fases e tipos de sono, sobre a memória, a cognição e a emoção das pessoas.

## O QUE É PRECISO FAZER (SUGESTÕES DE POLÍTICA PÚBLICA)

- 1.** Prover o sistema escolar com condições adequadas para oferecer merenda de composição consistente com os dados científicos, principalmente no café da manhã.
- 2.** Prover as escolas do ensino fundamental com atividades de horta e jardinagem.
- 3.** Prover as escolas com equipamentos de atividade física, e dotá-las de corpo docente especializado nesta área.
- 4.** Incluir na grade horária pelo menos 60 minutos de atividades físicas diárias orientadas por professores de educação física.
- 5.** Viabilizar alterações na grade horária que permitam, em regime de tempo integral, iniciar as atividades matinais às 8h30 em todas as séries, bem como prover condições para a sesta após o almoço, para as crianças do ensino infantil e fundamental.

## REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- DABERG, M.A., PEDERSEN, N.L., TORÉN, K., et al. Cardiovascular fitness is associated with cognition in young adulthood. *Proceedings of the National Academy of Sciences of the USA*, v. 106, p. 20906–20911, 2009.
- ABOUD, F.E.; YOUSAFZAI, A.K. Global health and development in early childhood. *Annual Reviews of Psychology*, v. 66, p. 433–457, 2015.
- AMERICAN ACADEMY OF PEDIATRICS. School Start Times for Adolescents. *Pediatrics*, v. 134, n. 3, p. 642–649, 2014.
- ANJOS, T.; ALTME, S.; EMMETT, P.; et al. Nutrition and neurodevelopment in children: Focus on NUTRIMENTHE project. *European Journal of Nutrition*, v. 52, n. 8, p. 1825–1842, 2013.
- ANZMAN-FRASCA, S.; DJANG, H.C.; HALMO, M.M.; et al. Estimating impacts of a breakfast in the classroom program on school outcomes. *JAMA Pediatrics*, v. 169, n. 1, p. 71–77, 2015.
- BERARDI, N., PIZZORUSSO, T. & MAFFEI, L. 2000. Critical periods during sensory development. *Current Opinion in Neurobiology*, v.10, p. 138-145.
- BEILHARZ, J.E.; MANIAM, J.; MORRIS, M.J. Short exposure to a diet rich in both fat and sugar or sugar alone impairs place, but not object recognition memory in rats. *Brain, Behavior, and Immunity*, v. 37, p. 134–141, 2014.
- BORN, J.; RASCH, B.; GAIS, S. Sleep to remember. *The Neuroscientist*, v. 12, n. 5, p. 410–424, 2006.
- BUCK, S.M., HILLMAN, C.H., CASTELLI, D.M. The relation of aerobic fitness to stroop task performance in preadolescent children. *Medicine and Science of Sports and Exercise*, v. 40, p.166-172, 2008.
- BUNDY, D.A.; DRAKE, L.J.; BURBANO, C. School food, politics and child health. *Public Health Nutrition*, v. 16, n. 6, p. 1–8, 2012.
- CASSILHAS, R.C.; TUFIK, S.; MELLO, M.T. Physical exercise, neuroplasticity, spatial learning and memory. *Cellular and Molecular Life Sciences*, v. 73, p. 975-983, 2016.
- CHADDOCK-HEYMAN, L.; ERICKSON, K.I.; KIENZLER, C.; et al. The role of aerobic fitness in cortical thickness and mathematics achievement in preadolescent children. *PLoS ONE*, v. 10, n. 8, p. 1–11, 2015.
- COVASSIN, N.; SINGH, P. Sleep Duration and Cardiovascular Disease Risk. *Sleep Medicine Clinics*, v. 11, n. 1, p. 81–89, 2016.
- DE VELASCO, P.C., MENDONCA, H.R., BORBA, J.M. et al. Nutritional restriction of omega-3 fatty acids alters topographical fine tuning and leads to a delay in the critical period in the rodent visual system. *Experimental Neurology*, v. 234, p. 220-229, 2012.
- DE VELASCO, P.C.; SANDRE, P.C.; TAVARES DO CARMO, M.G.; et al. A critical period for omega-3 nutritional supplementation in the development of the rodent Visual system. *Brain Research*, v.1, p.1 - , 2015.
- DONNELLY, J.E.; HILLMAN, C.H.; CASTELLI, D.; et al. Physical Activity, Fitness, Cognitive Function, and Academic Achievement in Children. *Medicine and Science in Sports and Exercise*, v. 48, n. 6, p. 1197–1222, 2016.
- DUDLEY, D.A; COTTON, W.G.; PERALTA, L.R. Teaching approaches and strategies that promote healthy eating in primary school children: a systematic review and meta-analysis. *International Journal of Behavioral Nutrition and Physical Activity*, v. 12, n. 1, p. 28, 2015.



- EDEFONTI, V.; ROSATO, V.; PARPINEL, M.; et al. The effect of breakfast composition and energy contribution on cognitive and academic performance: A systematic review. *American Journal of Clinical Nutrition*, v. 100, n. 2, p. 626–656, 2014.
- FABEL, K.; WOLF, S. A.; EHNINGER, D.; et al. Additive effects of physical exercise and environmental enrichment on adult hippocampal neurogenesis in mice. *Frontiers in Neuroscience*, v. 3, n. NOV, p. 1–7, 2009.
- FORD, E.S.; CUNNINGHAM, T.J.; CROFT, J.B. Trends in Self-Reported Sleep Duration among US Adults from 1985 to 2012. *Sleep*, v. 38, n. 5, p. 829–32, 2015.
- GELLI, A.; MEIR, U.; ESPEJO, F. Does provision of food in school increase girls' enrollment? Evidence from schools in sub-Saharan Africa. *Food and Nutrition Bulletin*, v. 28, n. 2, p. 149–155, 2007.
- GOMES DA SILVA, S., ARIDA, R.M. Physical activity and brain development. *Expert Reviews of Neurotherapeutics*, v. 15, p. 1041-1051, 2015.
- GOMES DA SILVA, S.; ALMEIDA, A.A.; FERNANDES, J.; et al. Maternal exercise during pregnancy increases BDNF levels and cell numbers in the hippocampal formation but not in the cerebral cortex of adult rat offspring. *PLoS ONE*, v. 11, n. 1, p. 1–15, 2016.
- GRANDNER, M.A.; JACKSON, N.J.; IZCI-BALSERAK, B.; et al. Social and behavioral determinants of perceived insufficient sleep: Analysis of the behavioral risk factor surveillance system. *Frontiers in Neurology*, v. 6, n. MAY, 2015.
- HENSCH, T.K., FAGIOLINI, M., MATAGA, N., et al. Local GABA circuit control of experience-dependent plasticity in developing visual cortex. *Science*, 282, 1504-1508, 1998.
- HILLMAN, C.H., PONTIFEX, M.B., RAINE, L.B., et al. The effect of acute treadmill walking on cognitive control and academic achievement in preadolescent children. *Neuroscience*; v. 159, p. 1044-1054, 2009.
- INNIS, S.M. Dietary omega 3 fatty acids and the developing brain. *Brain Research*, 1237, 35-43, 2008.
- INNIS, S.M. The Developing Brain and Dietary Omega-3 Fatty Acids. In: PREDY, V. R. E. A. (ed.) *Handbook of Behavior, Food and Nutrition*. Springer Science+Business Media, 2011.
- KE, J.; FORD-JONES, E. Food insecurity and hunger: A review of the effects on children's health and behaviour. *Paediatric Child Health*, v. 20, n. 2, p. 89–91, 2015.
- HILLMAN, C.H., PONTIFEX, M.B., RAINE, L.B., et al. The effect of acute treadmill walking on cognitive control and academic achievement in preadolescent children. *Neuroscience*; v. 159, p. 1044-1054, 2009.
- INNIS, S.M. Dietary omega 3 fatty acids and the developing brain. *Brain Research*, 1237, 35-43, 2008.
- INNIS, S.M. The Developing Brain and Dietary Omega-3 Fatty Acids. In: PREDY, V. R. E. A. (ed.) *Handbook of Behavior, Food and Nutrition*. Springer Science+Business Media, 2011.
- KE, J.; FORD-JONES, E. Food insecurity and hunger: A review of the effects on children's health and behaviour. *Paediatric Child Health*, v. 20, n. 2, p. 89–91, 2015.
- KHOR, G.L.; MISRA, S. Micronutrient interventions on cognitive performance of children aged 5-15 years in developing countries. *Asia Pacific Journal*

of Clinical Nutrition, v. 21, n. 4, p. 476–486, 2012.

LEMOS, N.; WEISSHEIMER, J.; RIBEIRO, S. Naps in school can enhance the duration of declarative memories learned by adolescents. *Frontiers in Systems Neuroscience*, v. 8, n. June, p. 103, 2014.

McCOY, J.G.; STRECKER, R.E. The cognitive cost of sleep lost. *Neurobiology of Learning and Memory*, v. 96, n. 4, p. 564–582, 2011.

McINTYRE, I. WILLIAMS, J.V.A., LAVORATO, D.H., PATTEN, S. Depression and suicide ideation in laytte adolescence and early adulthood are na outcome of child hunger. *Journal of Affective Disorders*, v. 150, p. 123-129, 2013.

MILEVA-SEITZ, V.R.; BAKERMANS-KRANENBURG, M.J.; BATTAINI, C.; LUIJK, M.P.C.M. Parent-child bed-sharing: The good, the bad, and the burden of evidence. *Sleep Medicine Reviews*, pré-publicação online, 2015.

MINGES, K.E.; REDEKER, N.S. Delayed school start times and adolescent sleep: A systematic review of the experimental evidence. *Sleep Medicine Reviews*, v. 28, p. 82–91, 2016.

MORENO, C.R.C.; VASCONCELOS, S.; MARQUEZE, E.C.; et al. Sleep patterns in Amazon rubber tappers with and without electric light at home. *Scientific Reports*, v. 5, n. December 2014, p. 14074, 2015.

NYARADI, A.; LI, J.; HICKLING, S.; FOSTER, J.; ODDY, W.H. The role of nutrition in children's neurocognitive development, from pregnancy through childhood. *Frontiers in Human Neuroscience*, v. 7, p. 97, 2013.

PENEDO, L.A.; OLIVEIRA-SILVA, P.; GONZALEZ, E.M.C. et al. *Experimental Neurology* v. 217, p. 108-115.

RIBEIRO, S. Sleep and plasticity. *Pflugers Archiv European Journal of Physiology*, v. 463, p. 111–120, 2012.

SERFATY, C.A. Tryptophan intake and the influence of serotonin on development and plasticity of sensory circuits In: PREEDY, V., WATSON, R.R. & MARTIN, C.R. (eds.) In: *Handbook of Behavior, Food and Nutrition*. New York: Springer, 2011.

SIBLEY, B.A., ETNIER, J.L. The relationship between physical activity and cognition in children: a meta-analysis. *Pediatric Exercise Science* v. 15, p.243-256, 2003.

SIGMAN, M.; PEÑA, M.; GOLDIN, A.P.; RIBEIRO, S. Neuroscience and education: prime time to build the bridge. *Nature Neuroscience*, v. 17, n. 4, p. 497–502, 2014.

THOMAS, A.G.; MONAHAN, K.C.; LUKOWSKI, A.F.; CAUFFMAN, E. Sleep Problems Across Development: A Pathway to Adolescent Risk Taking Through Working Memory. *Journal of Youth and Adolescence*, v. 44, n. 2, p. 447–464, 2014.

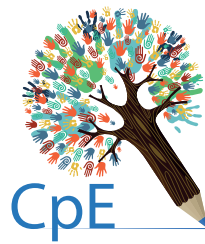
VANHELST, J.; BÉGHIN, L.; DUHAMEL, A.; et al. Physical Activity Is Associated with Attention Capacity in Adolescents. *Journal of Pediatrics*, v. 168, p. 126–131, 2016.

WHALEY, S.E.; SIGMAN, M.; NEUMANN, C.; et al. The Impact of Dietary Intervention on the Cognitive Development of Kenyan School Children. *Journal of Nutrition*, v. 133, n. 12, p. 3965S–3971S, 2003.

WILLIAMS, P.G. The Bene fi ts of Breakfast Cereal Consumption : A Systematic Review of the Evidence Base 1 – 4. *American Society for Nutrition*, v. 5, p. 636–673, 2014.



## Realizador



## Parceiros



## Apoio à impressão

