



Funções executivas na infância

EMMY UEHARA
FERNANDA MATA
HELENICE CHARCHAT FICHMAN
LEANDRO F. MALLOY-DINIZ

Embora não exista consenso sobre a definição de funções executivas (FEs), elas geralmente são referidas na literatura como o conjunto de habilidades e capacidades que nos permitem executar as ações necessárias para atingir um objetivo. Dessa forma, as FEs consistem em um mecanismo de controle cognitivo que direciona e coordena o comportamento humano de maneira adaptativa, permitindo mudanças rápidas e flexíveis ante as novas exigências do ambiente (Zelazo et al., 2003). Elas englobam uma série de competências inter-relacionadas e de alto nível de processamento cognitivo, cujo impacto se reflete no funcionamento afetivo-emocional, motivacional, comportamental e social.

Diversos autores se referem às FEs como um conceito guarda-chuva que engloba diversas funções. Entre elas, pode-se citar o controle atencional e inibitório, a memória de trabalho, a flexibilidade cognitiva, a identificação de metas, a iniciação de tarefas, o planejamento e a execução de comportamentos, e o monitoramento do próprio desempenho (autorregulação) até que o objetivo seja alcançado (Delis, Kaplan, & Kramer, 2001). Portanto, as FEs são essenciais para garantir o bom desempenho na escola, no trabalho e em diversos aspectos da vida cotidiana (Jurado & Rosselli, 2007).

A despeito da inexistência de um consenso sobre o que são e quais são as FEs, a literatura recente apresenta diversos

modelos teóricos que tentam esclarecer tais questões conceituais (Uehara, Charchat-Fichman, & Landeira-Fernandez, 2013). De acordo com Chan, Shum, Touloupoulou e Chen (2008), esses modelos ajudam a compreender os métodos de avaliação disponíveis para examinar as FEs, sendo, portanto, indispensáveis para a prática clínica. Além disso, os modelos sobre as FEs são úteis para a compreensão de diversos fenômenos, podendo auxiliar em questões diagnósticas e em intervenções. O estudo dessas funções vai além da fronteira da neuropsicologia clínica, abrangendo a psicopatologia, a psicologia do desenvolvimento, a educação, a psicologia do esporte, o *marketing*, entre outras áreas.

Dessa forma, o objetivo deste capítulo é apresentar o conceito de FEs; alguns dos principais modelos teóricos sobre o tema; questões relacionadas ao substrato neurológico e seu desenvolvimento; e a avaliação desse conjunto de processos cognitivos.

AS TRÊS UNIDADES FUNCIONAIS DE LURIA

Em 1968, Luria propõe um modelo de funcionamento cerebral composto por três unidades funcionais (Karpov, Luria, & Yarbuss, 1968). Esse complexo sistema é

mediado por regiões neuroanatômicas e funcionalmente hierárquicas que, ao trabalharem juntas, regulam todos os nossos comportamentos e processos mentais.

Nesse contexto, a primeira unidade, composta pelo tronco encefálico e o diencefalo, seria responsável pela regulação de funções fisiológicas básicas, como a manutenção do tônus cortical, da vigília e dos batimentos cardíacos. A segunda unidade, relacionada às áreas posteriores do cérebro – que incluem as regiões parietal, temporal e occipital –, é responsável por obter, analisar e armazenar informações provenientes do meio externo ou interno. Por fim, a terceira unidade exerce as funções de programação, regulação e monitoramento das atividades mentais, compreendendo, principalmente, os lobos frontais. Danos à terceira unidade provocam mau funcionamento na formulação de planos, no planejamento de ações, no controle de impulsos conscientes, entre outras competências mais complexas do comportamento humano (Luria, 1976).

O modelo das unidades funcionais de Luria tem grande valor do ponto de vista histórico, pois destacou a participação do córtex pré-frontal em processos cognitivos superiores em um período em que ainda se considerava essa região do cérebro uma espécie de lobo silencioso. No entanto, estudos recentes mostram que as FEs envolvem o funcionamento de diversas estruturas subcorticais, incluindo os núcleos da base, o tálamo e até mesmo o cerebelo.

SISTEMA ATENCIONAL SUPERVISOR (SAS) DE NORMAN E SHALLICE

A proposta da existência de um Sistema Atencional Supervisor (SAS) compõe um modelo teórico atencional mediado por

mecanismos de seleção de respostas e esquemas. Norman e Shallice (1986) diferenciam os processos atencionais automáticos (rotineiros) dos controlados (não rotineiros). Os processos automáticos são aqueles que ocorrem fora do conhecimento consciente e sem a atenção deliberada, não havendo interferência em outras ações. Em contrapartida, os processos controlados referem-se às situações que exigem um controle atencional consciente e deliberado, possibilitando a seleção/inibição de esquemas adaptativos a uma situação específica. Para lidar com esses processos, os autores propõem um modelo que inclui dois sistemas complementares: o controlador pré-programado e o SAS. O controlador pré-programado é utilizado em respostas automaticamente implementadas, fornecendo um controle de ações simples ou bem aprendidas, também denominadas esquemas. Na realização de tarefas novas ou complexas, como o planejamento de ações futuras, a resolução de problemas, a tomada de decisões, a prática de ações perigosas ou tecnicamente difíceis e a manipulação de um novo estímulo que exige superação de resposta habitual forte, o SAS é acionado. Ele atua selecionando o esquema mais adequado, inibindo esquemas menos eficientes, monitorando esquemas em andamento, programando temporalmente esquemas a partir de um sistema de contenção de respostas e criando regras algorítmicas (“se... então...”) facilitadoras de esquemas específicos.

De acordo com Shallice (1988), a função do SAS estaria relacionada à atividade dos lobos frontais. Assim, danos a essa região acarretam perseveração comportamental, decorrente da preponderância de um esquema em vez de outros, e aumento da distratibilidade, que seria a ausência de preponderância de um esquema sobre os demais. Dessa forma, o conceito do SAS

refere-se à coordenação e à regulação de ações complexas, atuando como elemento organizador do comportamento para que as metas possam ser alcançadas de maneira adequada, o que, muitas vezes, é considerado como o papel principal da FEs.

O CONCEITO DE MEMÓRIA DE TRABALHO DE BADDELEY E HITCH

O modelo de memória de trabalho (Baddeley & Hitch, 1994) proporcionou uma nova perspectiva ao armazenamento/gerenciamiento temporário de informações. Assim, a concepção da memória de trabalho única e singular dá lugar à noção de um sistema composto por vários componentes. Nesse modelo, a memória de trabalho é definida como um sistema de capacidade limitada que permite o armazenamento temporário e a manipulação de informações necessárias em tarefas complexas – como a aprendizagem, a compreensão da linguagem, o raciocínio e a produção da própria consciência. Em seu modelo (Baddeley & Hitch, 1994), a memória de trabalho era considerada um sistema composto por quatro componentes: o executivo central, que atuaria como controlador atencional e regulador dos processos cognitivos, e dois subsistemas auxiliares, especializados no processamento e na manipulação de quantidades limitadas de informações específicas – a alça fonológica e o esboço visuoespacial. Em 2000, Baddeley ampliou o modelo, acrescentando um quarto componente: o retentor episódico, responsável pela integração das informações mantidas temporariamente na memória de trabalho com aquelas provenientes dos sistemas de longo prazo, em uma representação episódica única. Entretanto, é o executivo central que oferece um arcabouço conceitual para

descrever os processos executivos de gerenciamento informacional.

OS MARCADORES SOMÁTICOS DE DAMÁSIO

Uma proposta muito relevante para o estudo das alterações socioafetivas é a do neurologista Antonio Damásio. Damásio (1994) propõe uma teoria de tomada de decisão, chamada Hipótese do Marcador Somático, que busca explicar a inter-relação entre um conjunto de estruturas que envolvem o córtex orbitofrontal, o giro do cíngulo anterior, a ínsula e a amígdala (Bechara, Damásio, Damásio, & Lee, 1999). Em seu trabalho com pacientes com danos no córtex pré-frontal ventromedial, Damásio (1994) pôde observar os profundos efeitos desse tipo de comprometimento sobre a capacidade de decidir e a cognição social, sem identificar nenhum tipo de prejuízo em funções cognitivas mais puras.

O modelo proposto argumenta que os estados somáticos afetivos, associados aos resultados anteriores à decisão, são utilizados na orientação de decisões futuras. Assim, quando uma escolha é seguida por um mau resultado, ocorre uma reação afetiva associada a essa escolha. Uma vez que a reação afetiva é suficientemente bem estabelecida, em casos futuros, a reação ocorrerá antes que uma escolha seja feita. Em outras palavras, a melhor decisão não seria o resultado do cálculo racional e cognitivo de perdas e ganhos, mas aquela baseada em reações emocionais boas ou ruins, processadas de maneira implícita e que permitam uma análise de custo e benefício em cenários de risco e ambiguidade. De modo geral, a escolha racional é guiada por reações emocionais que influenciam a tomada de decisão. Portanto, os marcadores

somáticos ajudariam a simplificar e a reduzir a complexidade da tomada de decisão.

O MODELO PSICOMÉTRICO DE MIYAKE E COLABORADORES

Miyake e colaboradores (2000) fazem uso da análise fatorial confirmatória para avaliar a validade de seu modelo, na tentativa de combater o problema da impureza das tarefas executivas em adultos. Em sua revisão da literatura, os autores constataram que os componentes executivos mais comuns eram a flexibilidade mental, a atualização/memória de trabalho (monitoramento e manutenção da informação) e a inibição (inibição de respostas prepotentes). Além disso, segundo os autores, esses três fatores são bem circunscritos e podem ser operacionalizados de maneira bastante precisa. Os resultados mostraram que, embora moderadamente correlacionados, os três componentes são construtos separados, sugerindo o caráter unitário, porém diversificado, dos componentes do sistema executivo.

De acordo com Diamond (2013), o modelo proposto por Miyake tem sido amplamente aceito em estudos neuropsicológicos, sendo que as três FEs nucleares (flexibilidade, inibição e memória operacional) seriam a base de outras FEs mais complexas, como planejamento, solução de problemas, raciocínio abstrato, entre outras.

OS COMPONENTES FRIOS E QUENTES DAS FEs

Zelazo, Qu e Müller (2005) propuseram uma classificação das FEs em processos executivos “frios” (*cold*) e “quentes” (*hot*). Os componentes “frios” são reconhecidos como processos que tendem a não

envolver muita excitação emocional e que compreendem aspectos mais lógicos e cognitivos, como o raciocínio lógico e abstrato, o planejamento, a resolução de problemas e a memória de trabalho.

Os processos “quentes”, em contrapartida, estão mais relacionados a aspectos emocionais, crenças e desejos, como a regulação do afeto, da motivação e do próprio comportamento social, a tomada de decisão, a experiência de recompensa e punição, a teoria da mente, as interpretações pessoais e o julgamento moral. De maneira geral, os componentes executivos “frios” têm sido associados ao córtex pré-frontal dorsolateral, enquanto os componentes “quentes” estão mais relacionados aos córtices pré-frontal orbitofrontal e ventromedial (Happaney, Zelazo, & Stuss, 2004).

Recentemente, Welsh e Peterson (2014) apontaram para algumas limitações desse modelo, alegando que, embora existam evidências sobre a separação de processos executivos quentes e frios, ela parece ser mais forte a partir da adolescência. Além disso, é difícil determinar tarefas que seriam principalmente “quentes” ou “frias”, já que fatores bastante subjetivos, como nível de motivação, são determinantes nessa separação.

CORRELATOS NEUROBIOLÓGICOS

As FEs têm sido relacionadas à atividade do córtex pré-frontal (Alvarez & Emory, 2006). Tal associação remonta ao paradigmático caso de Phineas Gage, publicado por John Martyn Harlow em 1848, e à releitura do caso Gage, que inspirou o modelo de associação entre o lobo frontal, a personalidade e as funções mentais superiores, proposto por David Ferrier durante a Goulstonian Lecture no Colégio Real de Médicos em Londres (Ferrier, 1878).

Ao longo do século XX, acumularam-se modelos que associavam a atividade

do córtex pré-frontal às funções cognitivas complexas, como a atitude abstrata descrita por Goldstein e Scheerer (1941) e a unidade executiva de Luria (Luria, 1968). Na atualidade, entretanto, embora seja inquestionável a participação do córtex pré-frontal no desempenho das FEs, uma visão neurobiológica mais dinâmica tem ampliado a compreensão sobre as bases neurobiológicas desses processos cognitivos. Por exemplo, é mais razoável pensar que as FEs são desempenhadas por circuitos complexos que envolvem outras regiões encefálicas, incluindo estruturas subcorticais, como os núcleos da base, o tálamo e o cerebelo (Alvarez & Emory, 2006).

Outro aspecto importante a ser considerado no estudo da relação entre os circuitos pré-frontais e as FEs consiste na especificidade funcional de cada um desses circuitos. Enquanto o circuito dorsolateral está mais relacionado às FEs lógico-abstratas (p. ex., planejamento e solução de problemas, abstração e memória operacional, flexibilidade cognitiva, autorregulação, julgamento e *insight*), o circuito do cíngulo anterior é particularmente importante para aspectos da motivação, do controle executivo da atenção e para a seleção e o controle de respostas. Por sua vez, o circuito orbito-frontal está relacionado a algumas dimensões do comportamento social, como empatia, cumprimento de regras sociais, controle inibitório de respostas socialmente inadequadas, tomada de decisão afetiva e autorregulação (Malloy-Diniz, Paula, Sedó, Fuentes, & Leite, 2014).

DESENVOLVIMENTO

As diferentes habilidades executivas e suas respectivas trajetórias de desenvolvimento têm seu início na infância, e continuam na adolescência, chegando até a idade adulta (Huizinga, Dolan, & van der Molen, 2006).

Seu lento desenvolvimento é atribuído à maturação prolongada do córtex pré-frontal (Zelazo, Craik, & Booth, 2004), sendo que essa é uma das últimas áreas cerebrais a amadurecer estruturalmente (Gogtay et al., 2004). As FEs parecem melhorar sequencialmente ao longo dos anos: entre o nascimento e os 2 anos de idade, dos 7 aos 9 e um salto no fim da adolescência, entre 16 e 19 anos de idade (Capilla et al., 2003). Assim, pode-se dizer que o desenvolvimento das FEs apresenta uma trajetória não linear.

Grande parte do interesse no desenvolvimento inicial das FEs deve-se aos achados de diversas pesquisas que mostram que vários transtornos com início na infância (p. ex., autismo, transtorno de déficit de atenção/hiperatividade, transtorno de oposição desafiante) são caracterizados por déficits em diferentes componentes das FEs (Johnson, 2012). O desenvolvimento saudável dessas funções tem papel-chave na construção de competências sociais ao longo da vida (Denham, Warren-Khot, Bassett, Wyatt, & Perna, 2012; Hughes, 1998; McCabe, Cranford, Morales, & Young, 2006) e de habilidades relacionadas ao desempenho escolar, incluindo medidas de matemática e prontidão para a alfabetização na infância (Blair & Razza, 2007; Brock, Rimm-Kaufman, Nathanson, & Grimm, 2009). Além dessas contribuições para o desenvolvimento de habilidades cognitivas e socioafetivas futuras, um estudo longitudinal realizado por Moffit e colaboradores (2011) mostrou que medidas de controle cognitivo relatadas entre os 3 e os 11 anos de idade foram preditoras de saúde física, dependência de substâncias, *status* socioeconômico e probabilidade de condenação penal em adultos com 32 anos de idade. Dessa forma, a identificação de déficits executivos ainda na idade pré-escolar é útil para a estruturação de programas de intervenção dessas funções (Diamond & Lee, 2011).

Desde o nascimento até o primeiro ano de vida, observam-se algumas formas

elementares referentes às habilidades executivas, como a capacidade de regular o comportamento em resposta às contingências ambientais e a capacidade de estabelecer metas e de executar comportamentos voluntários com o intuito de alcançar as metas desejadas (Anderson, 2002). Os primeiros sinais da memória de trabalho e do controle inibitório surgem entre 7 e 8 meses de idade; essas habilidades são mediadas pelos córtices pré-frontal dorsolateral e orbital. Os precursores da teoria da mente surgem aos 6 meses, com a capacidade de distinguir entre objetos inanimados e animados. Em torno de 12 e 18 meses, as crianças começam a representar a percepção de um objeto compartilhado e a acompanhar ativamente o olhar de uma pessoa para um objeto.

O desenvolvimento rápido do córtex pré-frontal entre os 3 e os 6 anos indica que a idade pré-escolar é um período crucial para a aquisição de habilidades importantes para o funcionamento adequado da criança no ambiente escolar. Na sala de aula, as crianças precisam manter em mente o que elas estão fazendo enquanto desenhavam, por exemplo. Em outras palavras, elas precisam escolher e prestar atenção a informações enquanto executam uma atividade. Ao mesmo tempo, elas devem ficar atentas ao seu progresso ao desenhar (Miyake et al., 2000). Outro exemplo da importância das habilidades executivas para a adaptação da criança ao ambiente escolar está relacionado às habilidades de postergação da gratificação, já que desde os anos pré-escolares já nos deparamos com decisões que envolvem a consideração de circunstâncias futuras (Garon & Moore, 2007). Quando uma criança deve decidir entre repartir o lanche com um colega a fim de estreitar laços de amizade em longo prazo ou desfrutar de todo o seu lanche sozinha, por exemplo, ela é capaz de ponderar as consequências repletas de significado emocional em longo prazo de sua ação. No período pré-escolar,

observam-se ganhos consideráveis entre os 3 e os 4 anos de idade nas medidas de controle inibitório, na memória de trabalho, nas habilidades de postergação da gratificação e na atenção sustentada (Hongwanishkul, Happaney, Lee, & Zelazo, 2005).

No período de 9 a 12 anos, a memória de trabalho sofre um salto significativo em sua capacidade e eficiência, e torna-se menos sensível a interferências (Leon-Carrión, García-Orza, & Perez-Santamaria, 2004). O pensamento estratégico, a resolução de problemas e a fluência verbal apresentam um desenvolvimento constante a partir dos 12 anos. As crianças são capazes de demonstrar autocontrole, controle dos afetos, controle da motivação e do bem-estar (Korkman, Kemp, & Kirk, 2001). Garon, Bryson e Smith (2008) sugerem que os componentes das FEs surgem em sequência ao longo dos anos escolares, de forma que a memória de trabalho aparece primeiro, seguida da capacidade de inibição, que juntas permitem o desenvolvimento da flexibilidade cognitiva.

Segundo Zelazo, Carlson e Kesek (2008), a prolongada maturação das FEs, ainda em desenvolvimento na adolescência, é um dos principais fatores responsáveis pela alta incidência de comportamentos impulsivos nesse período da vida (Blakemore & Choudhury, 2006; Casey & Jones, 2010; Enrst, Pine, & Hardin, 2006; Smith, Xiao, & Bechara, 2012). Decisões que favorecem ganhos imediatos e desprezam recompensas maiores, mas postergadas, são comuns na adolescência. Nota-se que as consequências da propensão à assunção de riscos nesse período são observadas na maior incidência de acidentes de trânsito, de relações sexuais sem proteção, de suicídios e de uso de substâncias (Casey, Jones, & Somerville, 2011).

Durante a adolescência, observa-se que os indivíduos dominam cada vez mais as habilidades relacionadas ao controle de seus pensamentos e ações, a fim de

que sejam consistentes com seus objetivos (Crone, 2009). Pesquisas sobre o desenvolvimento das FEs na adolescência indicam um desenvolvimento significativo da memória de trabalho, da velocidade de processamento, da flexibilidade cognitiva, da tomada de decisão afetiva e da atenção sustentada na segunda década de vida (Crone & van der Molen, 2004; Hooper, Luciana, Conklin, & Yarger, 2004; Prencipe et al., 2011; Smith et al., 2011).

Alguns pesquisadores sugerem que o desenvolvimento das FEs na adolescência é modulado pelo contexto afetivo e social (Crone, 2009). Há evidências que apontam para um vínculo específico entre a maturação sexual em adolescentes e as mudanças desenvolvimentais na emoção e na motivação, que caracterizam os componentes mais afetivos das FEs. No mesmo período em que a maturação pubertal tem início, os adolescentes frequentemente assumem comportamentos de risco e tornam-se mais sensíveis a avaliações e opiniões de terceiros. Dessa forma, Crone (2009) sugere que a adolescência é um período caracterizado não só por avanços consideráveis nas FEs como também por vulnerabilidade com relação à assunção de riscos, à tomada de decisão imediatista e à avaliação social.

AVALIAÇÃO NEUROPSICOLÓGICA DA INFÂNCIA

A avaliação das habilidades executivas da infância é um desafio. Grande parte dessa dificuldade deve-se a questões metodológicas, como a complexidade desse domínio, a sua dinâmica e as relações de interdependência com outras funções cognitivas. A neuropsicologia do desenvolvimento típico e disfuncional (Espy, 2004) propõe a necessidade de medidas específicas, adequadas a cada faixa etária e com validade psicométrica para a infância. A maioria

dos instrumentos neuropsicológicos utiliza normas infantis de paradigmas desenvolvidos para adultos. Os mais utilizados são *Stroop*, Trilhas, Fluência Verbal e Classificação de Cartas Wisconsin (Mesquita, 2011). Atualmente, a avaliação do funcionamento executivo em crianças está recebendo maior atenção devido à importância desse domínio para a vida diária e seus aspectos ecológicos (Denckla, 1994). Os principais domínios executivos envolvidos no cotidiano doméstico e escolar de crianças com desenvolvimentos típico e atípico são: controle comportamental, julgamento social, organização, flexibilidade cognitiva, automonitoramento, entre outros (Hughes & Graham, 2002).

Outra questão que deve ser relatada é a escassez de instrumentos para avaliar as FEs no Brasil. De acordo com Barros e Hazin (2013), há reconhecida escassez de instrumentos validados e adaptados para o contexto brasileiro, principalmente relacionados à primeira e à segunda infância. Ao realizar uma revisão sistemática, as autoras observaram uma pequena quantidade de artigos e a inexistência de estudos brasileiros nas bases PubMed e PsycInfo, o que também pode demonstrar uma não internacionalização das publicações brasileiras.

Nesse contexto, uma avaliação das FEs na infância pode ser realizada com a combinação de escalas e inventários comportamentais e baterias neuropsicológicas que avaliam diferentes domínios das FEs, e complementada com a aplicação de paradigmas experimentais específicos desenvolvidos para avaliar um dos seus componentes. As escalas que têm sido mais utilizadas, devido a sua validade ecológica e facilidade de aplicação, são: a) *Behavioral Rating Inventory of Executive Function* (BRIEF), b) *Behavioral Assessment System for Children* (BASC), c) *Behavioural Assessment of the Dysexecutive Syndrome in Children* (BADS-C), d) *Dysexecutive Questionnaire for Children* (DEX-C) e e) *Comprehensive Executive*

Function Inventory (CEFI). Entre essas escalas, somente a BRIEF foi adaptada e validada para a população brasileira. As baterias neuropsicológicas que incluem vários instrumentos executivos são: a) Escala de Inteligência Wechsler para Crianças, 4ª versão (WISC-IV), b) *Development Neuropsychological Assessment*, c) *Cambridge Neuropsychological Test Automated Battery* (CANTAB), d) *Delis-Kaplan Executive Function System* (D-KEFS) e e) *Behavioral Assessment Disexecutive Syndrome in Children* (BADS-C). Os paradigmas específicos são: *Stroop*, *n-back Test*, *Go/no-go*, Fluência Verbal, Cópia da Figura Complexa de Rey, entre outros.

CONSIDERAÇÕES FINAIS

As funções executivas consistem em processos cognitivos de alta complexidade e são cruciais para a adaptação do indivíduo às demandas complexas do cotidiano. Durante muitos anos, essas funções foram consideradas importantes marcadores para o diagnóstico de quadros neuropsiquiátricos. Na atualidade, essa suposição tem perdido força na medida em que tais déficits são, muitas vezes, inespecíficos. No entanto, a avaliação das funções executivas tem-se mostrado de crucial relevância para fins de caracterização clínica e de identificação de alvos terapêuticos para a intervenção.

Como visto neste capítulo, o desenvolvimento ontogenético das funções executivas é longo, e a maturidade funcional desses processos cognitivos pode ser observada apenas no início da idade adulta. Déficits no início do desenvolvimento das FEs estão geralmente associados a uma maior exposição ao estresse, às dificuldades na solução de problemas do dia a dia e ao agravamento de quadros neuropsiquiátricos (Johnson, 2012). Assim, o neuropsicólogo que atua na clínica com crianças e adolescentes

tem papel fundamental na avaliação e estruturação de rotinas de intervenções relacionadas às funções executivas.

REFERÊNCIAS

- Alvarez, J. A., & Emory, E. (2006). Executive function and the frontal lobes: A meta-analytic review. *Neuropsychology Review*, 16(1), 17-42.
- Anderson, P. (2002). Assessment and development of executive function (EF) during childhood. *Child Neuropsychology: A Journal on Normal and Abnormal Development in Childhood and Adolescence*, 8(2), 71-82.
- Baddeley, A. D. (2000). The episodic buffer: a new component of working memory? *Trends in Cognitive Sciences*, 4(11), 417-423.
- Baddeley, A. D., & Hitch, G. J. (1994). Developments in the concept of working memory. *Neuropsychology*, 8(4), 485-493.
- Barros, P. M., & Hazin, I. (2013). Avaliação das funções executivas na infância: Revisão dos conceitos e instrumentos. *Psicologia em Pesquisa*, 7(1), 13-22. Recuperado de: <http://www.uff.br/psicologiaempesquisa/files/2013/08/02-v7n1.pdf>
- Bechara, A., Damásio, H., Damásio, A. R., & Lee, G. P. (1999). Different contributions of the human amygdala and ventromedial prefrontal cortex to decision-making. *The Journal of Neuroscience*, 19(13), 5473-5481. Recuperado de: <http://www.jneurosci.org/content/19/13/5473.full.pdf+html>
- Blair, C., & Razza, R. P. (2007). Relating effortful control, executive function, and false belief understanding to emerging math and literacy ability in kindergarten. *Child Development*, 78(2), 647-663.
- Blakemore, S. J., & Choudhury, S. (2006). Development of the adolescent brain: Implications for executive function and social cognition. *Journal of Child Psychology and Psychiatry*, 47(3-4), 296-312.
- Brock, L. L., Rimm-Kaufman, S. E., Nathanson, L., & Grimm, K. J. (2009). The contributions of 'hot' and 'cool' executive function to children's academic achievement, learning-related behaviors, and engagement in kindergarten. *Early Childhood Research Quarterly*, 24(3), 337-349.
- Capilla, A., Romero, D., Maestú, F., Campo, P., Fernández, S., González-Marqués, J., ... Ortiz, T. (2003). Emergence and brain development of executive functions. *Actas Españolas de Psiquiatria*, 32(6), 377-386.

- Casey, B. J., & Jones, R. M. (2010). Neurobiology of the adolescent brain and behavior: Implications for substance use disorders. *Journal of the American Academy of Child & Adolescent Psychiatry*, 49(12), 1189-1201. Recuperado de: <http://www.ncbi.nlm.nih.gov/pmc/articles/PMC3099425/pdf/nihms282801.pdf>
- Casey, B. J., Jones, R. M., & Somerville, L. H. (2011). Braking and accelerating of the adolescent brain. *Journal of Research on Adolescence: The Official Journal of the Society for Research on Adolescence*, 21(1), 21-33. Recuperado de: <http://www.ncbi.nlm.nih.gov/pmc/articles/PMC3070306/pdf/nihms-256853.pdf>
- Chan, R. C., Shum, D., Touloupoulou, T., & Chen, E. Y. (2008). Assessment of executive functions: Review of instruments and identification of critical issues. *Archives of Clinical Neuropsychology*, 23(2), 201-216. Recuperado de: <http://dx.doi.org/10.1016/j.acn.2007.08.010>
- Crone, E. A. (2009). Executive functions in adolescence: Inferences from brain and behavior. *Developmental Science*, 12(6), 825-830.
- Crone, E. A., & van der Molen, M. W. (2004). Developmental changes in real life decision making: Performance on a gambling task previously shown to depend on the ventromedial prefrontal cortex. *Developmental Neuropsychology*, 25(3), 251-279.
- Damásio, A. R. (1994). *Descartes' error: Emotion, reason and the human mind*. New York: Putnam.
- Delis, D. C., Kaplan, E., & Kramer, J. H. (2001). *Delis-Kaplan executive function system (D-KEFS)*. San Antonio: Pearson's Clinical Assessment Group.
- Denckla, M. B. (1994). Measurement of executive function. In G. R. Lyon (Ed.), *Frames of reference for the assessment of learning disabilities: New views on measurement issues* (pp. 117-142). Baltimore: Paul H. Brookes.
- Denham, S. A., Warren-Khot, H. K., Bassett, H. H., Wyatt, T., & Perna, A. (2012). Factor structure of self-regulation in preschoolers: Testing models of a field-based assessment for predicting early school readiness. *Journal of Experimental Child Psychology*, 111(3), 386-404. Recuperado de: <http://www.ncbi.nlm.nih.gov/pmc/articles/PMC3253899/pdf/nihms333971.pdf>
- Diamond, A. (2013). Executive functions. *Annual Review of Psychology*, 64, 135-168.
- Diamond, A., & Lee, K. (2011). Interventions shown to aid executive function development in children 4-12 years old. *Science*, 333(6045), 959-964. Recuperado de: <http://www.ncbi.nlm.nih.gov/pmc/articles/PMC3159917/>
- Ernst, M., Pine, D. S., & Hardin, M. (2006). Triadic model of the neurobiology of motivated behavior in adolescence. *Psychological Medicine*, 36(3), 299-312.
- Espy, K. A. (2004). Using developmental, cognitive, and neuroscience approaches to understand executive control in young children. *Developmental Neuropsychology*, 26(1), 379-384.
- Ferrier, D. (1878). The Goulstonian Lectures on the localisation of cerebral disease. *British Medical Journal*, 1(904), 591-594.
- Garon, N., & Moore, C. (2007). Awareness and symbol use improves future-oriented decision making in preschoolers. *Developmental Neuropsychology*, 31(1), 39-59.
- Garon, N., Bryson, S. E., & Smith, I. M. (2008). Executive function in preschoolers: A review using an integrative framework. *Psychological Bulletin*, 134(1), 31-60.
- Gogtay, N., Giedd, J. N., Lusk, L., Hayashi, K. M., Greenstein, D., Vaituzis, A. C., ... Thompson, P. M. (2004). Dynamic mapping of human cortical development during childhood through early adulthood. *Proceedings of the National Academy of Sciences of the United States of America*, 101(21), 8174-8179. Recuperado de: <http://doi.org/10.1073/pnas.0402680101>
- Goldstein, K., & Scheerer, M. (1941). Abstract and concrete behavior an experimental study with special tests. *Psychological Monographs*, 53(2), i-151.
- Happaney, K., Zelazo, P. D., & Stuss, D. T. (2004). Development of orbitofrontal function: Current themes and future directions. *Brain and Cognition*, 55(1), 1-10.
- Harlow, J. M. (1848). Passage of an iron rod through the head. *The Boston Medical and Surgical Journal*, 39(20), 389-393.
- Hongwanishkul, D., Happaney, K. R., Lee, W. S., & Zelazo, P. D. (2005). Assessment of hot and cool executive function in young children: Age-related changes and individual differences. *Developmental Neuropsychology*, 28(2), 617-644.
- Hooper, C. J., Luciana, M., Conklin, H. M., & Yarger, R. S. (2004). Adolescents' performance on the Iowa Gambling Task: Implications for the development of decision making and ventromedial prefrontal cortex. *Developmental Psychology*, 40(6), 1148-1158.
- Hughes, C. (1998). Executive function in preschoolers: Links with theory of mind and verbal ability. *British Journal of Developmental Psychology*, 16(2), 233-253.
- Hughes, C., & Graham, A. (2002). Measuring executive functions in childhood: Problems and

- solutions? *Child and Adolescent Mental Health*, 7(3), 131-142.
- Huizinga, M., Dolan, C. V., & van der Molen, M. W. (2006). Age-related change in executive function: Developmental trends and a latent variable analysis. *Neuropsychologia*, 44(11), 2017-2036.
- Johnson, M. H. (2012). Executive function and developmental disorders: The flip side of the coin. *Trends in Cognitive Sciences*, 16(9), 454-457.
- Jurado, M. B., & Rosselli, M. (2007). The elusive nature of executive functions: A review of our current understanding. *Neuropsychological Review*, 17(3), 213-233.
- Karpov, B. A., Luria, A. R., & Yarbuss, A. L. (1968). Disturbances of the structure of active perception in lesions of the posterior and anterior regions of the brain. *Neuropsychologia*, 6(2), 157-166.
- Korkman, M., Kemp, S. L., & Kirk, U. (2001). Effects of age on neurocognitive measures of children ages 5 to 12: A cross-sectional study on 800 children from the United States. *Developmental Neuropsychology*, 20(1), 331-354.
- Leon-Carrion, J., Garcia-Orza, J., & Perez-Santamaria, F. J. (2004). Development of the inhibitory component of the executive functions in children and adolescents. *International Journal of Neuroscience*, 114(10), 1291-1311.
- Luria, A. R. (1968). *The mind of a mnemonist: A little book about a vast memory*. Cambridge: Harvard University Press.
- Luria, A. R. (1976). *The working brain: An introduction to neuropsychology*. New York: Basic Books.
- Malloy-Diniz, L. F., Paula, J. J., Sedó, M., Fuentes, D., & Leite, W. B. (2014). Neuropsicologia das funções executivas e da atenção. In D. Fuentes, L. F. Malloy-Diniz, C. H. P. Camargo, & R. M. Cosenza (Orgs.), *Neuropsicologia: Teoria e prática* (2. ed., pp. 115-138). Porto Alegre: Artmed.
- McCabe, S. E., Cranford, J. A., Morales, M., & Young, A. (2006). Simultaneous and concurrent polydrug use of alcohol and prescription drugs: Prevalence, correlates, and consequences. *Journal of Studies on Alcohol*, 67(4), 529-537. Recuperado de: <http://www.ncbi.nlm.nih.gov/pmc/articles/PMC1761923/pdf/nihms14387.pdf>
- Mesquita, M. I. Q. M. (2011). *Avaliação das funções executivas em crianças: Estudos psicométrico, desenvolvimental e neuropsicológico* (Tese de doutorado, Universidade Fernando Pessoa, Porto). Recuperado de: <http://hdl.handle.net/10284/3312>
- Miyake, A., Friedman, N. P., Emerson, M. J., Witzki, A. H., Howerter, A., & Wager, T. D. (2000). The unity and diversity of executive functions and their contributions to complex "frontal lobe" tasks: A latent variable analysis. *Cognitive Psychology*, 41(1), 49-100.
- Moffitt, T. E., Arseneault, L., Belsky, D., Dickson, N., Hancox, R. J., Harrington, H., ... Caspi, A. (2011). A gradient of childhood self-control predicts health, wealth, and public safety. *Proceedings of the National Academy of Sciences of the United States of America*, 108(7), 2693-2698. Recuperado de: <http://dx.doi.org/10.1073/pnas.1010076108>
- Norman, D. A., & Shallice, T. (1986). Attention to action. In R. J. Davidson, G. E. Schwartz, & D. Shapiro (Eds.), *Consciousness and self-regulation: Advances in research and theory* (Vol. 4, pp. 1-18). New York: Springer.
- Prencipe, A., Kesek, A., Cohen, J., Lamm, C., Lewis, M. D., & Zelazo, P. D. (2011). Development of hot and cool executive function during the transition to adolescence. *Journal of Experimental Child Psychology*, 108(3), 621-637.
- Shallice, T. (1988). *From neuropsychology to mental structure*. Cambridge: Cambridge University Press.
- Smith, D. G., Xiao, L., & Bechara, A. (2012). Decision making in children and adolescents: Impaired Iowa Gambling Task performance in early adolescence. *Developmental Psychology*, 48(4), 1180-1187.
- Uehara, E., Charchat-Fichman, H., & Landeira-Fernandez, J. (2013). Funções executivas: Um retrato integrativo dos principais modelos e teorias desse conceito. *Revista Neuropsicologia Latinoamericana*, 5(3), 25-37. Recuperado de: http://www.neuropsicolatina.org/index.php/Neuropsicologia_Latinoamericana/article/view/145/119
- Welsh, M., & Peterson, E. (2014). Issues in the conceptualization and assessment of hot executive functions in childhood. *Journal of the International Neuropsychological Society*, 20(2), 152-156.
- Zelazo, P. D., Carlson, S. M., & Kesek, A. (2008). The development of executive function in childhood. In C. A. Nelson, & M. Luciana (Eds.), *Handbook of developmental cognitive neuroscience* (2nd ed., pp. 553-574). Cambridge: MIT Press.
- Zelazo, P. D., Craik, F. I. M., & Booth, L. (2004). Executive function across the life span. *Acta Psychologica*, 115(2-3), 167-183.
- Zelazo, P. D., Müller, U., Frye, D., Marcovitch, S., Argitis, G., Boseovski, J., ... Sutherland, A. (2003). The development of executive function in early

childhood. *Monographs of the Society for Research on Child Development*, 68(3), vii-137.

Zelazo, P. D., Qu, L., & Müller, U. (2005). Hot and cool aspects of executive function: Relations in early development. In W. Schneider, R. Schumann-Hengsteler, & B. Sodian (Eds.), *Young children's cognitive development: Interrelationships among executive functioning, working memory, verbal ability, and theory of mind* (pp. 71-93). Mahwah: Lawrence Erlbaum Associates.

LEITURAS SUGERIDAS

Barkley, R. A. (1997). Behavioral inhibition, sustained attention, and executive functions: Constructing a unifying theory of ADHD. *Psychological Bulletin*, 121(1), 65-94.

Lezak, M. D. (1982). The problem of assessing executive functions. *International Journal of Psychology*, 17(1-4), 281-297.